



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

### Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

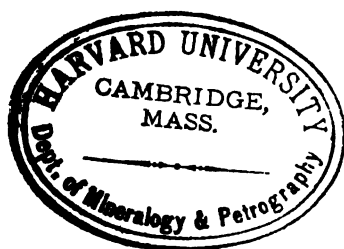
We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

### About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>













# Neues Jahrbuch

für

## Mineralogie, Geologie und Palaeontologie.

Unter Mitwirkung einer Anzahl von Fachgenossen

herausgegeben von

**M. Bauer, E. Koken, Th. Liebisch**  
in Marburg. in Tübingen. in Göttingen.

---

### **XVI. Beilage-Band.**

Mit XVIII Tafeln und 118 Figuren.



STUTT GART.

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Nägele).

1903.

**Alle Rechte vorbehalten.**

**Druck von Carl Grüniger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.**

# Inhalt.

	Seite
Baltzer, A.: Die granitischen Intrusivmassen des Aar-massivs. (Mit Taf. XIII—XVI und 7 Figuren.) .	292
Bodmer-Beder, A.: Petrographische Untersuchungen von Steinwerkzeugen und ihrer Rohmaterialien aus schweizerischen Pfahlbaustätten. (Mit Taf. III—VI.)	166
Crammer, H.: Das Alter, die Entstehung und Zer-störung der Salzburger Nagelfluh . . . . .	325
Geinitz, E.: Die Einheitlichkeit der quartären Eiszeit. (Mit Taf. I und 22 Figuren.) . . . . .	1
Leonhard, R.: Geologische Skizze des galatischen Andesitgebietes nördlich von Angora. (Mit Taf. II.)	99
Linck, G.: Die Bildung der Oolithe und Rogensteine	495
Milch, L.: Die Ergussgesteine des galatischen Andesit-gebietes (nördlich von Angora). . . . .	110
Mügge, O.: Die regelmässigen Verwachsungen von Mineralen verschiedener Art. (Mit 82 Figuren.) .	335
Nopcsa jun., F. v.: Neues über Compsognathus. (Mit Taf. XVII. XVIII und 4 Figuren.) . . . . .	476
Schultz, W.: Beiträge zur Kenntniss der Basalte aus der Gegend von Homberg a. Efze. (Mit Taf. IX —XII und 3 Figuren.) . . . . .	241
Sturm, F.: Das sudetische Erdbeben vom 10. Januar 1901. (Mit Taf. VII und VIII.) . . . . .	199



Neues Jahrbuch  
für  
**Mineralogie, Geologie und Palaeöntologie.**

Unter Mitwirkung einer Anzahl von Fachgenossen

herausgegeben von

**M. Bauer, E. Koken, Th. Liebisch**  
in Marburg. in Tübingen. in Göttingen.

**XVI. Beilage-Band.**

Erstes Heft.

Mit Taf. I—VI und 22 Figuren.



STUTT GART.

**E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Nägele).**

1903.

In der E. Schweizerbart'schen Verlagshandlung (E. Nägele)  
in Stuttgart erscheint:

# Centralblatt

für

## Mineralogie, Geologie und Palaeontologie

in Verbindung mit dem

### Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie

herausgegeben von

**M. Bauer, E. Koken, Th. Liebisch**

in Marburg.

in Tübingen.

in Göttingen.

== Jährlich erscheinen 24 Nummern. Preis Mk. 12.—. ==

Abonnenten des Neuen Jahrbuchs erhalten das Centralblatt unberechnet.

Infolge der reichlich einlaufenden und vielseitigen Beiträge erfreut sich das „Centralblatt“ des stetig wachsenden, lebhaften Interesses aller Fachkreise des In- und Auslandes, ein Beweis, welche lang empfundene Lücke es ausgefüllt hat.

Trotz des reichlichen Stoffes können in eiligen Fällen Briefliche Mittheilungen etc. innerhalb 14 Tagen, von einer zur andern Nummer, publicirt werden.

Ferner finden Anzeigen bezüglich Assistentenstellen oder sonstige Bekanntmachungen, Annoncen über Sammlungen, neu erschienene Fachliteratur etc. etc. durch das „Centralblatt“ die schnellste und weiteste Verbreitung.

---

Die

## Ammoniten des Schwäbischen Jura

von

**Fr. Aug. Quenstedt.**

Band I—III.

Mit 1140 Seiten in 8° und 126 Tafeln in Folio.

Preis für Band I—III statt Mk. 210.— jetzt Mk. 120.—.

---

Das

## vicentinische Triasgebirge.

Eine geologische Monographie

von

**Dr. Alex. Tornquist,**

a. o. Professor an der Universität Strassburg.

Herausgegeben mit Unterstützung der Kgl. Preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin.

195 S. gr. 8°. Mit 2 Karten, 14 geologischen Landschaftsbildern, 2 sonstigen Tafeln und 10 Textfiguren. — Preis Mk. 12.—.



# Die Einheitlichkeit der quartären Eiszeit.

Von

**E. Geinitz in Rostock.**

Mit 22 Textfiguren und 1 Karte.

Inhalt.	Seite
Vorbemerkungen . . . . .	1
Erste und dritte Eiszeit . . . . .	9
Fossilführende Diluvialablagerungen Norddeutschlands und Dänemarks . . . . .	19
1. Limnische Ablagerungen . . . . .	19
a) Präglacial . . . . .	19
α. Flussablagerungen . . . . .	19
β. Ausfüllung von Seeniederungen (Süßwasserkalke, Diatomeenerde) . . . . .	22
Zusammenfassung . . . . .	26
b) Interglacial . . . . .	26
α. Torflager . . . . .	26
β. Diatomeenlager . . . . .	42
γ. Lager mit Süßwasserconchylien . . . . .	45
δ. Diluviale Säugethiere . . . . .	52
2. Marines Diluvium . . . . .	56
α. Cimbrische Halbinsel . . . . .	56
Zusammenfassung . . . . .	81
β. Provinz Preussen . . . . .	86
Zusammenfassung . . . . .	94
Übersichtstabelle . . . . .	97
Ortsverzeichnis . . . . .	97
Zusätze . . . . .	98

## Vorbemerkungen.

Betrachtet man die verschiedenen Versuche einer Gliederung des nordeuropäischen Diluviums und einer Einreihung der einzelnen Aufschlüsse in ein gewähltes Eintheilungsschema, so

trifft man nach jeder Richtung hin auf verschiedene Auffassungen: Schon die Anzahl der Glacial- und Interglacialzeiten, ebenso ihre Werthigkeit, dann ihre Parallelisirung bereitet Schwierigkeiten, benachbarte und nach ihrem Inhalt vermuthlich zusammengehörige fossilführende Schichten werden von den verschiedenen Autoren verschieden taxirt, ein Aufschluss wird von dem einen als interglacial bezeichnet, während andere die Einlagerung oder Bedeckung durch Sand oder Geschiebemergel nur als locale Erscheinung erklären u. a. m.

„Die verhältnissmässig milden Zwischenzeiten, in denen (bei dem Streit zwischen Vereisung und Abschmelzen) die Abschmelzung siegreich war und das Eisgebiet sich wesentlich verkleinerte“, die „Interglacialzeiten“, hält man meist für lange Continentalzeiten (am Anfang und Ende kühl, in der Mitte z. Th. mit Steppen- und Wüstenbildungen), in denen sich das Eis „bis in die fernsten Hochthäler Skandinaviens zurückgezogen hatte“ und in denen ein noch etwas milderes Klima als das heutige herrschte, gegenüber dem arktischen Klima der Eiszeiten.

Die neueren Quartärforschungen haben folgende Nachweise geliefert:

Für Schweden wurde gezeigt, dass dort die Eiszeit eine einheitliche, nicht von Interglacialzeiten unterbrochene Erscheinung war.

Die Untersuchungen der südbaltischen Endmoränen haben gelehrt, dass dieselben nicht die eigentliche Grenze der „letzten“ Eiszeitablagerungen darstellen, sondern nur Rückzugsetappen sind; dass der „jüngere baltische Eisstrom“ in der wunderlichen Zungenform, die DE GEER angenommen hatte, nicht existirt hat.

Die „erste Eiszeit“ hatte eine geringere Ausdehnung ihrer Ablagerungen als die „zweite oder Hauptvereisung“, die „dritte Eiszeit“ wieder eine geringere als die zweite, ganz entsprechend dem allmählichen Anschwellen und nachherigen Wiederabnehmen eines Phänomens (SCHULZ, der vier Eiszeiten annimmt, sagt, dass die letzte den Boden Skandinaviens nicht mehr verlassen habe).

Die Ansichten über die Werthigkeit des „oberen“ und „unteren“ Geschiebemergels resp. Diluviums überhaupt haben

sich mehr und mehr geklärt zu Gunsten einer Erweiterung des Umfanges des „oberen“.

Andererseits vergrösserte sich die Zahl der Funde von fossilführenden „Interglacialschichten“.

Noch darf daran erinnert werden, dass in den nördlichen Districten die Abtragung vorgeherrscht hat, in den mittleren die Accumulation, im südlichen Randgebiet besonders fluvio-glaciale Bildungen (der vielgestaltige Wechsel von Sedimenten und Moränen ist bekannt, von Interesse die durch JENTZSCH gemachte Beobachtung, dass im mittleren Gebiet die Sedimente an Mächtigkeit dem Moränenmaterial etwa gleichkommen).

Nicht die ganze Moränenmasse bewegte sich als Einheit, sondern nur noch die oberen Partien; auch an die Innenmoränen ist weiter zu denken. Besonders an den jeweiligen Eisrändern wird eine sehr mannigfaltige Oscillation stattgefunden haben, daher häufiger Wechsel von Sedimenten und Moränen, daher weiter der seitliche Übergang (Verzahnung) von Geschiebemergel in Thon oder Grand.

Gletschereis und ebenso Eisschollen und Packeis werden vielfache Schichtenstörungen und Stauchungen, Verschleppungen u. a. m. verursacht haben.

Trägt man allen Thatfachen und besonders auch den stratigraphischen und geographischen, sowie faunistischen und floristischen Verhältnissen der fossilführenden Schichten Rechnung, so wird man zu dem Schlusse gedrängt, dass auch für das südliche Gebiet der nordeuropäischen Vereisung das ganze Diluvium (Quartär) als eine einheitliche, nur von Oscillationen unterbrochene Folge zu betrachten ist, mit anderen Worten, dass man annehmen muss, es hat nur eine Eiszeit existirt, statt der drei (oder vier) Eiszeiten mit ihren zwischenliegenden warmen Interglacialzeiten langer Dauer, dass also die wirklich intramoränen Profile nur auf grössere Oscillationen des Eisrandes, nicht auf völlig eisfreie Zeiten zurückzuführen sind <sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Für die Begründung der Annahme mehrerer durch Interglacialzeiten getrennter Glacialepochen bleibt schliesslich nur noch das Festhalten an den astronomischen Erscheinungen übrig, welche man zur Erklärung der Eiszeit (Eiszeiten) herangezogen hatte und denen zu Liebe man die Anzahl der Eiszeiten eventuell noch vergrössern möchte.

Eine wichtige Rolle spielten vor, während und nach der Eiszeit die Niveauschwankungen und Dislocationen.

Hierbei kommen einmal die Aufwölbung der skandinavischen archaischen Platte, sowie Schollenbrüche u. dergl. in Deutschland und sodann auch der Eisdruck als wesentliche Factoren in Frage.

HOLST hat kürzlich auf die letzteren Verhältnisse Nachdruck gelegt<sup>1</sup>, indem er folgendes zur Erwägung stellt: Die präglaciale Erhebung Skandinaviens ist unzweifelhaft (vergl. auch HUDDLESTON, On the eastern margin of the north atlantic basin. Geol. Mag. 1899). Skandinavien muss zu Beginn der Eiszeit ganz erheblich (bis zu 2000 m) höher gelegen haben, als gegenwärtig und das ist nach HOLST auch die einzige Ursache der Eiszeit überhaupt.

„Skandinavien unter der Eisbelastung kann mit einer zusammenge-drückten Feder verglichen werden: Wenn die Belastung aufhört, strebt das Land seine ursprüngliche Lage wieder einzunehmen. Dadurch erklärt sich die grosse Geschwindigkeit, mit der sich das Land am Schlusse der Eiszeit hob.“ Ausser einer gewissen Elasticität der Erdkruste kommen für die Beweglichkeit noch die vielen Dislocationen in Betracht.

Dass das mittlere Schweden von den Niveauschwankungen, welche den südlichen Theil des Landes ergriffen, nicht betroffen worden ist, erklärt sich so, dass das südliche Schweden, als es von Eis befreit wurde, sich hob und zu oscilliren begann, während das Inlandeis dauernd das mittlere Schweden in Senkung hielt. Es fand ein deutlicher Zusammenhang zwischen dem Druck des Landeises und Senkung des Landes, sowie zwischen Druckentlastung und Hebung statt (am Eiscentrum musste natürlich der Druck am grössten gewesen sein; hiermit stimmen die Senkungscurven überein, welche von S. nach N. oder von O. nach W. ansteigen, bis zu dem höchsten Werth von 280 m).

Nach HOLST hatte die skandinavische Landerhebung<sup>2</sup> noch im Gefolge, dass das Meer zwischen Grönland und Skandinavien zu einem Mittelmeer umgewandelt wurde, welches mit dem atlantischen nur durch die Shetlandsrinne verbunden war; dadurch musste der Golfstrom südlich und westlich von Grossbritannien abgelenkt werden und seine wärmespendende

<sup>1</sup> HOLST, Bidr. Kännedom Östersjöns och bottniska Vikens Postglac. Geologi. Sv. Geol. Unders. C. 1899. p. 180.

<sup>2</sup> Zu bemerken ist noch, dass die erhobenen Theile: Skandinavien, Grönland und Nordamerika die grössten Gebiete des Archäicums sind. HOLST sagt nun: Zur Silurzeit war Skandinavien theilweise von Meer bedeckt, aber seither stieg es über dasselbe und hat vielleicht bis zum Ende der Quartärzeit fortgefahren, sich zu heben. Die Erdrinde gab der Belastung durch Sedimente nach, viele Verwerfungen liegen an der Grenze von archaischem und cambro-silurischem jüngeren Gebirge. Dieser Senkung entsprach eine Hebung an anderen Stellen, besonders im Urgebirge.

Wirkung auf das mittlere Europa beschränken (daher das dortige mildere Klima zur Präglacialzeit).

HOLST bemerkt, dass die Erscheinungen, welche das Auftreten einer Inlandeisbedeckung begleiten, so tiefgreifende und mannigfache Veränderungen mit sich führen, dass eine Eiszeit nicht so zu sagen unbemerkt kommen und gehen kann, ohne die augenscheinlichsten Spuren zu hinterlassen; diese Anschauung steht daher in scharfem Gegensatz zu der interglacialistischen.

Dem Einwand, dass hierdurch die Vereisungen der mitteleuropäischen Gebirge nicht zu erklären wären, erwidert HOLST, dass diese peripherischen, kleineren Vereisungsgebiete möglicherweise direct verursacht sein können durch die allgemeine Temperaturniedrigung, welche das nordeuropäische Inlandeis hervorrief. Einen zweiten Einwand könnten die ausser den glacialen auch noch im Spät- und Postglacial vorkommenden Niveauveränderungen liefern: Die glacialen und postglacialen Senkungsfelder fallen zusammen, aber die Grösse der Senkung war verschieden, und zwar betrug die glaciale 280 m, die *Ancylus*-Senkung 200 m, die der *Litorina*-Zeit ca. 100 m.

Dies weist auf eine gemeinsame Ursache: das Aufhören des Eisdruckes. Das skandinavische Senkungsgebiet gerieth in eine schwingende Bewegung, „das betreffende Gebiet, etwas tiefer gesenkt als bis zur glacialen marinen Grenze, hebt sich jetzt erst einmal, gerade als das Eis verschwindet (spätglaciale Hebung); es senkt sich von neuem (*Ancylus*-Zeit mit den höchsten *Ancylus*-Strandwällen); aber es hebt sich von neuem und senkt sich schliesslich zum dritten Male zu der durch die höchsten *Litorina*-Strandwälle angegebenen Grenze. Die hierauf folgende Hebung dauert z. Th. noch an.

Die „präglaciale“ Senkung der Nordseerandgebiete Jütlands und der Elbmündung, sowie der Elbinger Gegend (welche nach der ersten allgemeinen Hebung eingetreten sein müsste) kann vielleicht mit der inzwischen schon beginnenden Senkung der centralen skandinavischen Areale in Zusammenhang gebracht werden; sie ist für diese Gebiete als die Einleitung zur Eiszeit anzusehen.

In Skandinavien hat nachweislich schon während der Vereisung eine theilweise Senkung ihren Anfang genommen, Schwankungen haben bis zum Schluss gedauert; dasselbe ist im W. und NO. des Südbalticums wahrscheinlich.

Es boten sich somit in der verschiedensten Form dem Meere offene Stellen, wohin Strömungen gelangen und ihren klimatischen Einfluss auf Ablagerungen<sup>1</sup>, wie auf die Landumgebung ausüben konnten. So wird einerseits eine kalte Strömung (aus dem Weissen Meer oder aus NW.) Klima und Fauna arktisch-nordischen Gepräges (mit häufig beobachteter Beimischung von Nordseeformen!), andererseits der Zutritt des Golfstromes erneute Temperaturerhöhung mit sich gebracht haben. Wechselnde Absperrung des Meereszuganges musste einen Wechsel dieser Verhältnisse verursachen.

Über das Klima des Quartärs giebt uns die Diluvial-Fauna und -Flora Auskunft: Man sagt gewöhnlich, dass es „subarktische und arktische Pflanzen sind, die die Flora der Glacialzeiten kennzeichnen, während in den Interglacialzeiten in unser Gebiet die Pflanzen des gemässigten und selbst eines wärmeren Klimas eindringen, als gegenwärtig hier herrscht“ (WEBER).

Die diluviale Säugethierfauna ist eine gemischte, aus nördlichen und südlichen Formen zusammengesetzt. Beide waren durch das vordrängende Eis zum Wandern gezwungen, viele werden dem rückweichenden Eis sofort wieder nachgefolgt sein. Ihr Vorkommen kann also weder für ein rauhes, noch für ein mildes Klima beweisend sein. Die massenhaften Vorkommnisse, von W. bis O. verbreitet, zeigen, dass die Thiere an Ort und Stelle Nahrung gefunden haben müssen, dass in dem betreffenden Gebiet also nicht durchgängig arktische Verhältnisse herrschten, sondern dass die Gletscher sich in Gegenden vorschoben, welche noch eine genügende Pflanzendecke trugen, wenn dies auch nicht gerade überall „grünende Gefilde“ waren. Auch der postglaciale Löss zeigt neben den arktischen Formen Thiere wärmerer Klimate.

Auch bei den marinen Mollusken waren Wanderungen möglich. Etwaige Klimawechsel, die aus der Folge der Mollusken eines einheitlichen Aufschlusses geschlossen werden

<sup>1</sup> Vergl. z. B. die Annahme, dass bei Marienwerder Geschiebemergel über den Meeresgrund oder doch über eine muschelreiche Meeresschicht vorwärts geschoben wurde. Bisweilen sind auch in marinen Interglacialablagerungen die Wirkungen von Eisbergen constatirt.

können (auch die Thatsache wird keine Schwierigkeit bereiten, dass gleichalte Ablagerungen verschiedenen Klimacharakter zeigen können — die eine kann aus dem Anfang, die andere aus der Mitte des betreffenden Zeitalters stammen —), zugegeben, müssen doch auch als ebenso wichtig die localen geographischen Verhältnisse berücksichtigt werden: Ein freierer Zutritt des Meereswassers ermöglichte den höheren Salzgehalt, brachte aber auch kalte oder warme Wassermengen herbei und damit deren Fauna; bei der complicirten archipelartigen Landcontur konnten Meeresströmungen z. Th. auch auf local beschränktem Raum theils die arktische Fauna und Flora, theils die sogen. Nordseefauna weithin führen (die sogen. „boreale Transgression“ war durch den Golfstrom beeinflusst).

Die Binnenmollusken zeigen theilweise einige Formen wärmeren Klimas, sind aber im übrigen wenig von Belang.

Von der „Flora der Glacialzeiten“ ist uns naturgemäss, abgesehen von einigen in Sanden eingeschwemmten nordischen Moosen nichts überliefert. Die bekannte *Dryas*-Flora findet sich im Spätglacial; sie herrschte unmittelbar am Eisrande und auf dem soeben vom Eis verlassenen Boden, ihr folgen ohne Unterbrechung die übrigen Floren. Ebenso, wie sie vom Eise aus N. verdrängt worden war, wanderte sie wieder nach N. zurück (unter Hinterlassung etwaiger Relicten). Ihre Fundpunkte geben nur die Orte an, wo einmal der Eisrand gestanden hat, das ist eben unser ganzes Glacialgebiet (diese verschiedenen Fundpunkte sind natürlich nicht absolut gleichalt).

Die übrige prä-, inter- und postglaciale Flora zeigt überall den Charakter des noch heutigen Klimas, mit einigen Anklängen an eine geringe Erhöhung (*Brasenia*, die aber zusammen mit der noch heute weit verbreiteten *Stratiotes* vorkommt und deren Bedeutung nicht übertrieben werden darf).

Fauna und Flora des Quartärs entsprechen also dem heutigen, nur um wenig verbesserten Klima; die arktischen Formen sind als Eindringlinge zu betrachten, die, sobald es ihnen möglich wurde, wieder auswanderten (im nordöstlichen Gebiet der „borealen Transgression“ ist das Verhältniss umgekehrt, dort sind die gemässigten Formen die durch den Golfstrom herbeigeführten Eindringlinge).

So wird man zu dem Schlusse gedrängt, dass zur Eiszeit in Deutschland nicht durchgängig kälteres Klima herrschte, sondern im Gegentheil, dass hier im Anschluss an das Jungtertiär<sup>1</sup> zu Anfang ungefähr dieselben oder wärmere Klimabedingungen vorlagen wie die heutigen. Dass die gewaltigen Eismassen auf das Klima der Umgebung Einfluss ausübten, ist selbstverständlich; dadurch erklärt sich eine gewisse allgemeine Temperaturabnahme Nord-europas (als Gefolge, nicht als erste Ursache der Eiszeit) und insofern darf man die Erscheinung der Eiszeit als eine grossartige Störung (mit vielfachen Schwankungen) des post-tertiären Klimagleichgewichts bezeichnen.

Die quartäre Eiszeit war also in ihrem Anfang nicht eine allgemeine Kälteperiode, sondern es reichten die im Norden erzeugten Gletscher in Gegenden von mildem Klima hinab<sup>2</sup>, mannigfach oscillirend, zwischen den Einzelzungen (die zu verschiedenen Zeiten seitlich verschmelzen konnten)<sup>3</sup> stellenweise offenes Land oder Wasser freilassend, sich in Buchten oder alten Thälern weit zungenförmig vorschiebend. Die inzwischen erfolgenden und bis zur Postglacialzeit andauernden Niveauschwankungen, besonders in den nördlichen Theilen, ermöglichten das Erscheinen oder das Verdrängtwerden von Meeresströmungen, die ihrerseits auf Klimaschwankungen von Einfluss wurden. Diese Klimaschwankungen mussten sich natürlich auch bis in die mittel- und süddeutschen Quartärablagerungen bemerkbar machen. Auch die Zeit der Abschmelzung scheint überall ein gegenüber dem heutigen etwas wärmeres Klima gehabt zu haben; übrigens war dieselbe bedeutend länger, als die Zeit des Vorrückens<sup>4</sup>.

Nach allem Gesagten verlieren die „Interglacialzeiten“ die Bedeutung allgemeiner Perioden und

---

<sup>1</sup> Nicht nur in faunistischer und floristischer, sondern auch in geographischer Beziehung zeigt sich für Deutschland ein Übergang von dem Tertiär in das Quartär.

<sup>2</sup> ähnlich wie Thal-gletscher weit in grüne Gefilde reichen.

<sup>3</sup> Differirende Schrammenrichtungen!

<sup>4</sup> Vergl. z. B. die allerdings betreffs der Gliederung gerade das entgegenstehende Princip verfolgende Untersuchung über das Pliocän und älteste Pleistocän Thüringens von E. Wüstr. (Abh. naturf. Ges. Halle. 23. 1901.)



müssen auf locale Unterbrechungen und Schwankungen reducirt werden. Das geographische und stratigraphische Verhalten der fraglichen Ablagerungen scheint mir diese Annahme überall zu bestätigen.

So kann man endlich auch sagen, dass die Eiszeit gewissermaassen durch sich selbst auch wieder ihr Ende erreicht hat: Hebung Skandinaviens<sup>1</sup> und mächtige Gletscherentwicklung (so mächtig, dass das Eis die Ostseeebene überschreiten und sich weit südwärts ausbreiten konnte); alsbald (z. Th. infolge des Eisdruckes) Beginn der Senkung<sup>2</sup>; Zutritt warmer Strömungen und Zufuhr von Wärme nach dem nördlichen Europa; hierdurch Beginn der Abschmelzung; in der langen Dauer der Folgezeit die durch Eisentlastung bedingten Niveauschwankungen.

Dieselben Bedingungen sind auf Grossbritannien anwendbar, wo bekanntlich in noch höherem Grade als in dem skandinavisch-deutschen Quartär die marinen Ablagerungen, z. Th. eng mit dem Geschiebethon verknüpft, eine wichtige Rolle spielen. Auch dort herrscht die allgemeine Reihenfolge: Eisbedeckung, Senkung (mit Auflösen des Eises und marinen Bildungen), zuletzt erneute Hebung und Schwankungen.

Im Folgenden mag die Begründung dieser Ansichten gegeben sein. Wenn ich dabei etwas ausführlich die einzelnen Vorkommnisse bespreche, so geschieht dies aus den Gründen: 1. auch für den Fernerstehenden eine möglichst vollständige Übersicht zu geben, 2. den verschiedenen Einwänden vollständiges Material zu liefern.

### Erste und dritte Eiszeit.

Zur Begründung der Annahme einer ältesten von drei Eiszeiten wird auf die Vorkommnisse von Hamburg und Rüdersdorf verwiesen (sie müsste mit dem skandinavischen

---

<sup>1</sup> Vergl. die Erosion der norwegischen Küstenebene!

<sup>2</sup> Am Aussenrand Skandinaviens der präglaciale Yoldienthon mit Nordseefauna. Die präglacialen marinen Bildungen des Balticums können als Localerscheinungen erklärt werden: bei der beginnenden Senkung als gewissermaassen schwächste Stellen sanken die früheren tertiären Buchten zuerst unter Wasser, wurden bei späteren Oscillationen wieder gehoben und damit für das Eis passierbar.

Haupteis identisch sein und die Südgrenze ihrer Inlandeismasse bis zum 52. Grad gereicht haben):

Hamburg. GOTTSCHE fand<sup>1</sup> in vier Tiefbohrungen bei Hamburg unter mächtigem, zumeist von der Oberfläche an beginnendem Geschiebemergel, ausser zweifellos fluvioglacialen Ablagerungen, 11—30 m mächtige, thonige und sandige Sedimente mit marinen Formen von mehr oder weniger ausgesprochen litoralem Charakter. Unterlagert werden diese Sedimente an zwei Stellen von grobem Kies und (4,7 resp. 22 m mächtigem) Geschiebemergel, so dass unter der Voraussetzung, dass die genannten Fossilien sich wirklich „in situ“ befinden, die sie beherbergenden Sedimente einer Interglacialzeit an gehören. Indem er aus der Mächtigkeit des zu oberst durchsunkenen Geschiebemergels (bis 33 m mächtig) folgert, dass derselbe nur der „Untere“ sein könne, müssten die durchsunkenen Schichten mit mariner Fauna in eine ältere Interglacialzeit zu verlegen sein.

Sonach wäre eine Grundmoräne unter dem Unteren Geschiebemergel nachgewiesen, mit mächtigen zwischengeschalteten Sedimenten. ZEISE betont dagegen (dies. Jahrb. 1898. I. -540-), dass, ebensowenig wie zwei Geschiebemergel trennende, oft mächtige Sedimente einen wesentlichen Altersunterschied der beiden Geschiebemergel bedeuten, so auch im Allgemeinen aus der Mächtigkeit eines Geschiebemergels kein Schluss auf dessen Alter gezogen werden darf. „Es spricht allerdings Manches für die Ansicht des Verf.'s, aber einen Beweis hat er nicht erbracht, und jeder Zweifel scheint nicht beseitigt.“

Zu beachten ist jedenfalls, dass hier drei Geschiebemergelbänke niemals beobachtet sind, und dass manche Bohrungen überhaupt nur eine Geschiebemergelbank getroffen haben (z. B. die der Bavaria in Altona).

GOTTSCHE verweist übrigens auf Andeutungen ähnlicher Ablagerungen (Hemelingen, Buxtehude, Tasdorfer Paludinenbank).

Ein besonderes Merkmal lässt sich nach GOTTSCHE für die ältesten Ablagerungen von Hamburg nicht angeben; das

<sup>1</sup> C. GOTTSCHE, Die tiefsten Glacialablagerungen der Gegend von Hamburg. Mitth. d. Geograph. Ges. Hamburg. 13. 1897. 130; Die Endmoränen und das marine Diluvium Schleswig-Holsteins. Ebenda. 14. 1898.

nordische Material ist nicht sehr charakteristisch, dürfte aber im Allgemeinen nordöstlichen Ursprungs sein; das Vorkommen von Rhombenporphyr beweist Zufuhr aus Norwegen.

Ein Vergleich mit der skandinavischen Dreigliederung ergibt, dass dieses norddeutsche älteste Diluvium wegen der anderen Bewegungsrichtung wohl nicht identisch ist mit dem „älteren baltischen Eisstrom“, sondern dass es wahrscheinlich von dem Haupteis herrühren muss. Dies scheint gegen die Annahme einer selbständigen, von der späteren Hauptvereisung durch Interglacial getrennten Vereisung zu sprechen.

Man könnte sich den Vorgang etwa so vorstellen: Der schon bestehende tiefe Elbmündungstrichter (der Elbthalspalte) mochte sich als breiter Fjord bis weit oberhalb, vielleicht bis in die Gegend von Boizenburg, erstrecken; in ihm wurde von dem miocänen Untergrundmaterial der schwarze (altglaciale oder präglaciale) Thon abgelagert; derselbe erhielt z. Th. feine nordische Materialbeimengung. Aber als locale Erscheinung gelangte auch nordischer Kies, ja sogar Moränenmaterial in sein Liegendes in 185 resp. 126 oder 155 m u. d. M. Diese untersten Geschiebemergel führen norwegische Gesteine. Auch bei Annahme von Niveauschwankungen bleibt immer die Tatsache zu beachten, dass das Inlandeis, um nach der Hamburger Niederung zu gelangen, die ihm vorliegenden Höhen hätte überwältigen müssen (wenn es nicht durch Meeresarme des südlichen Holsteins vordrang); es erscheint nicht unmöglich, dass ein Theil des Eises als Packeis westlich um Jütland herum seinen Weg nahm (daher auch die Beimengung von norwegischem Material). Als diese vorgeschobenen Eismassen verschwunden waren (durch Zutritt von Gezeitenbewegung oder Strömungen der Mündungstrichter gewissermaassen von ihnen gereinigt war), setzten sich die Thone und thonigen Sande mit ihren litoralen Nordseemollusken ab; endlich erfolgte die Ablagerung der mächtigen Moränenmassen des hangenden Geschiebemergels in normaler Weise.

Rüdersdorf. Eine Tiefbohrung zu Seebad Rüdersdorf aus dem Jahre 1897 ergab nach v. FRITSCH<sup>1</sup>:

---

<sup>1</sup> v. FRITSCH, Ein alter Wasserlauf der Unstrut. Zeitschr. f. Naturw. 71. 1898. 30; WAHNSCHAFFE, Erläut. zu Bl. Rüdersdorf. 1899. p. 45.

0	— 5	m	gelber Diluvialsand,
5	— 35	"	Geschiebemergel,
35	— 99,06	"	sandige und kiesige Schichten mit Lehmeinlagerungen (von 75,5—81 m ist das Hauptlager der <i>Paludina diluviana</i> ),
99,06	— 136,0	"	sandiger Lehm,
136,0	— 152,0	"	Geschiebemergel (ca. — 75 m Oberkante),
	— 172,0	"	sandiger Lehm,
	— 178,5	"	Geschiebemergel,
			darunter Keuper.

Auch im Dorfe Rüdersdorf wurde der graue Geschiebemergel, der bisher als unterer bezeichnet zu werden pflegte, in 4—37 m Tiefe durchbohrt, darunter folgten sandige und kiesige, sowie thonige Schichten bis 133,2 m Tiefe und hierunter wieder 27,3 m grauer Geschiebemergel.

v. FRITSCH folgert hieraus, „dass die Grundmoräne der Vereisung, die der Entstehung der Paludinenbank vorausging, bis zur Spreelandschaft in einer erheblichen Mächtigkeit vorgeschoben wurde. Die Südgrenze der entsprechenden Inlandeismasse dürfte hiernach wohl noch weiter südlich gewesen sein, vielleicht beim 52. Grad n. Br.“

Leider hat auch dieses Profil nicht die normale Entwicklung von drei Geschiebemergelbänken. Wenn wir annehmen, dass der Befund in dem Bohrloch einer ungestörten Lagerung entspricht (alsdann liesse sich das Bohrprofil von Dorf Rüdersdorf damit in Einklang bringen, obwohl die Sedimente keine *Paludina* führen), so wäre die einfachste Lösung des Räthsels die obige Erklärung v. FRITSCH's und wir hätten hier den Nachweis einer ältesten, vor der *Paludina*-Zeit hereingebrochenen Vereisung.

Die beträchtliche Tiefenlage des untersten Geschiebemergels lässt aber auch die Annahme gerechtfertigt erscheinen, dass sich hier eine Gletscherzunge in ein altes, präglaciales Thal oscillirend vorgeschoben hatte, um sich dann wieder zurückzuziehen und das erneute Nachdringen der gemässigten Fauna in jenes Thal wieder zu ermöglichen; es hätte also gewissermaassen ein Kampf zwischen dem oscillirend sich vorschiebenden Eise und den einheimischen Bildungen stattgefunden.

Für die „dritte oder letzte Eiszeit“ hat man weder ein charakteristisches Kennzeichen, noch eine sichere Andeutung ihrer Grenze auffinden können.

Nach BERENDT nennt man alle diejenigen mit Grundmoränenstructur begabten Vorkommnisse, welche von keiner anderen Bank überlagert werden, obere Geschiebemergel (resp. seine Vertreter).

Leitgeschiebe giebt es für den oberen oder unteren nach den bisherigen Erfahrungen nicht. Auch die petrographische Verschiedenheit, namentlich in Farbe, Kalkgehalt, sandiger Beschaffenheit, verschieden hohem Blockgehalt, ist nicht verwertbar.

Die Abgrenzung zwischen oberem und unterem Diluvium geschieht in der Art, dass der obere Geschiebemergel für die Trennung beider Abtheilungen gewissermaassen den Normalhorizont abgiebt und dass die darüber liegenden Bildungen dem oberen oder jüngeren, die darunter liegenden dem unteren oder älteren Diluvium zugerechnet werden<sup>1</sup>.

Die Schwierigkeit, im einzelnen Falle zu entscheiden, ob ein zu Tage tretender Geschiebemergel oberer oder unterer sei, ist einleuchtend und ebenso, dass in vielen Fällen hierbei die individuelle Auffassung entscheiden wird<sup>2</sup>. Man wird immer auf den Zusammenhang der benachbarten Aufschlüsse angewiesen sein. Vorläufig kann man nach JENTZSCH den oberen (jungglacialen) und unteren (altglacialen) Geschiebemergel nur durch trennende Interglacialsschichten unterscheiden.

Obgleich man jetzt zugiebt, dass sich diese rein stratigraphische Gliederung des norddeutschen Diluviums mit der Trennung in Absätze von verschiedenen Eiszeiten durchaus nicht deckt, ist sie als Schema für die Kartirung die einzig maassgebende geblieben<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Erläut. zu Bl. Woldegk. Lief. 76. p. 5; s. auch MAAS, Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1900. p. 112 und STRUCK, Lübeck 37.

<sup>2</sup> Vergl. z. B. Erläut. zu Bl. Bietikow, Lief. 66, Fig. p. 5: „Aus der Thatsache, dass die Grenze des gelben zum blaugrauen Geschiebemergel eine sanfte Curve bildet und frei ist von allen zapfenförmigen Unregelmässigkeiten, wurde geschlossen, dass der gelbe Geschiebemergel nicht das Oxydationsproduct des blaugrauen, sondern der letztere thatsächlich den unteren Mergel darstellt.“

<sup>3</sup> Diesem Schema folgend, „muss KLEBS auch etwaige Bedenken gegen das unterdiluviale Alter des Kernmaterials der Diluvialwälle, die ihm

Von vielen Gegenden wird berichtet, dass der obere Geschiebemergel sich den Unebenheiten seiner unterdiluvialen Unterlage vollkommen anschmiegt, sich in Senken und Rinnen hineinlegt, über Höhen hinweggeht, also in seiner Oberfläche nur das Abbild seines Untergrundreliefs zeigt<sup>1</sup>.

Die Mächtigkeit der Grundmoräne der letzten Vereisung wurde gewöhnlich nur gering angenommen, etwa 2—5, oder auch 8 m (dies ergibt eine Bestätigung für den wesentlichen Einfluss des Untergrundes auf die Gestaltung der Oberfläche<sup>2</sup>).

In anderen Gebieten fand sich eine grössere Mächtigkeit, z. B. in der hinterpommerschen Küstenzone bis 10—15 m (KEILHACK, Bl. Lanzig und Altenhagen 1897).

Nach Maassgabe dieser Beobachtung glaubte man Moränen von erheblicher Mächtigkeit als unteren Geschiebemergel deuten zu müssen<sup>3</sup>. So glaubt GOTTSCHKE aus der bedeutenden Mächtigkeit des in Hamburg durchsunkenen Geschiebemergels annehmen zu müssen, derselbe sei unterdiluvial, was ZEISE (dies. Jahrb. 1898. I. -540-) aber zurückweist.

Wie beim unteren Geschiebemergel bisweilen ein Übergang in Thon vorkommt, so auch beim oberen (s. LAUFER, Bl. Korbiskrug, 496; BEUSHAUSEN, Bl. Pencun, Lief. 67, p. 5).

Wie man die Thalsande und die Ablagerungen der Sandr vor den Endmoränen als jungdiluvial bezeichnen muss, so können auch viele der sogen. „unteren“ Sande in erheblicher Mächtigkeit verschiedenen Alters sein, nämlich ent-

---

während der Kartirung aufstiegen, unterdrücken“ (s. Erläut. zu Bl. Nechlin, 18). Dass ein Theil der „unteren“ Sedimente der Wälle und anderer Durchragungen ihre Entstehung der jüngsten Vergletscherung verdanken, als Vorläufer derselben abgelagert, giebt KLEBS auch zu.

<sup>1</sup> Vergl. z. B. Erläut. zu Bl. Bietikow. Lief. 66. 1896. p. 6. Der obere Geschiebemergel zieht sich in Ostpreussen von der Meeresküste auf die höchsten Punkte des masurischen Landrückens hinauf (SCHRÖDER, Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1887. p. 350).

<sup>2</sup> Vergl. WÖLFER, Bl. Fahrenholz. Lief. 76. p. 18, BERENDT und WAHNSCHAFFE, Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1888. p. 370, 150, 163. — Bl. Cunow. Lief. 76. p. 6.

<sup>3</sup> So findet man in Bohrungen oft das Profil: einige Meter gelber Geschiebelehm unmittelbar auf viele Meter mächtigem grauen Geschiebemergel, und es ist unmöglich, eine scharfe Trennung vorzunehmen, vielmehr muss man das Ganze als eine einheitliche Moränenbank ansehen, von der nur weiter die Frage ist, ob sie als Unter- oder Oberdiluvial zu bezeichnen ist.

standen entweder bei dem Rückzug der älteren Vereisung (unterdiluvial), oder in der Interglacialzeit, oder auch bei dem Herannahen der letzten Vereisung (oberdiluvial)<sup>1</sup>. Man muss sogar noch weiter gehen: Wenn die mehrfachen in dem „unteren“ Diluvium im Wechsel mit Sedimenten vorkommenden Bänke von Geschiebemergel nicht ohne weiteres für Repräsentanten ebensovieler Eiszeiten angesehen werden dürfen, so kann man auch annehmen, dass zur Zeit des „Oberdiluviums“ ein solcher mehrfacher Wechsel von Moränen und sub- oder extraglacialen Sedimenten erfolgt ist, mit anderen Worten, man kann auch mehrere Geschiebemergelbänke mit ihren zugehörigen Sedimenten zum Oberdiluvium zählen. Dass hierbei der Willkür Thür und Thor geöffnet sind, ist nicht zu bestreiten, theoretisch richtig bleibt aber die Annahme.

JENTZSCH macht darauf aufmerksam<sup>2</sup>, dass es sehr unwahrscheinlich ist, dass die nur wenige Meter mächtige oberste Mergelbank (etwa vereint mit dem gleichfalls geringmächtigen oberen Grand, Sand und Deckthon) der alleinige Vertreter einer ganzen „zweiten Vergletscherung“ ist, wenn das bis 130 m mächtige „Unterdiluvium“ mit seinem complicirten Schichtenbau der Absatz einer „ersten“ (resp. zweier) Vergletscherung ist. Er giebt denn auch für sein Jungglacial von Marienburg nicht bloss eine Moränenbank an, sondern deren drei! (s. Interglacial bei Marienburg. Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1895. p. 178) und sagt in seiner Einteilung des Diluviums, dass auch im Jungglacial mehrere Bänke von Geschiebemergel auftreten, zwischen denen geschichtete Sedimente vielorts eingeschaltet sind.

Auch WAHNSCHAFTE äussert sich (Oberfl. 1. Aufl. p. 90) ähnlich: „Es muss die Möglichkeit zugestanden werden, dass, wie in der ersten, so auch während der zweiten Vereisung in

<sup>1</sup> Vergl. hierzu GEINITZ, Die mecklenburgischen Höhenrücken. 1886. p. 308; Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1881. p. 586; BERENDT, Die Sande im norddeutschen Tiefland. Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1881. p. 482 und 1887. p. 309 Anm. und Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1882. p. 207; KEILHACK, Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1884. p. 238, 1893. p. 191; SCHOLZ, Rügen. Ibid. 1886. p. 225; SCHRÖDER, ibid. 1887. p. 203; MÜLLER, ibid. 1897. p. LXII; STRUCK, Lübeck. 1902. p. 38.

<sup>2</sup> JENTZSCH, Beiträge zum Ausbau der Glacialhypothese. Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1884. p. 488.

gewissen Gebieten beträchtliche Oscillationen des Inlandeises stattgefunden haben, so dass demnach auch im Oberdiluvium durch geschichtete Sande von einander getrennte Geschiebemergel vorkommen können.“ KEILHACK erwähnt in der pommerischen Moränenlandschaft zwei durch beträchtliche Sandmassen getrennte Geschiebemergelbänke des oberen Diluviums, deren Bildung durch Oscillationen des Eisrandes erklärt werden (Balt. Höhenrücken, Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1889. p. 164 u. 212).

In dieser neueren Auffassung hat MAAS<sup>1</sup> in zwei Bohrprofilen aus westpreussischen Sandrgebieten zum oberen Geschiebemergel eine 72,5 resp. 41 m mächtige Masse gerechnet.

Die Profile sind:

3,5 m Thalsand, resp. oberer Sand,	11 m oberer Sand,
— 5,0 „ grauer Geschiebemergel,	— 52 „ oberer Geschiebe-
— 15,3 „ grauer sandiger Mergel,	mergel, braun und
— 62 „ grauer sandiger Mergel,	grau, auf unteren
— 78 „ grauer Geschiebemergel,	Sanden.
— 80 „ grauer sandiger Mergel auf	
unteren Sanden.	

Ebenso giebt KLAUTZSCH<sup>2</sup> dem oberen Diluvium bei Rastenburg am nördlichen Abfall des masurischen Höhenrückens eine Mächtigkeit von 59—157 m.

10— 11 m Grand,	} Oberes Diluvium, weil nicht wasserführend.
11— 27 „ Geschiebemergel,	
27— 28 „ Mergelsand,	
28— 38 „ Sand,	
38— 41 „ Mergelsand,	
41— 90 „ Geschiebemergel,	
90— 91 „ Thonmergel,	
91—115 „ Geschiebemergel,	
115—116 „ Thonmergel,	
116—124 „ Geschiebemergel,	
124—126 „ Thonmergel,	} Unteres Diluvium.
126—140 „ Geschiebemergel,	
140—141 „ Mergelsand,	
141—143 „ Thonmergel,	
143—144 „ Mergelsand,	
144—147,7 „ Sand.	

<sup>1</sup> MAAS, Endmoränen in Westpreussen. Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1900. p. 110, 111.

<sup>2</sup> Bericht über Endmoränen und Tiefbohrungen im Grundmoränengebiete des Blattes Rastenburg. Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1900. p. XXII—XXXIX.



### Ausdehnung der sogen. dritten Vereisung.

Über die Ausdehnung der letzten Vereisung kann nach dem vorhin Gesagten vorläufig nur vermuthungsweise eine Ansicht ausgesprochen werden. Unter Festhalten der Ansicht über geringere Mächtigkeit und Verbreitung des oberen Geschiebemergels nahm man an, dass sie geringer war, als die der vorhergehenden Vereisung. PENCK gab eine Kartenskizze darüber<sup>1</sup>. KLOCKMANN<sup>2</sup> hatte nach dem damaligen Stand der Kenntnisse als die Südgrenze des oberen Geschiebemergels in dem ganzen Gebiet westlich der Oder bis zur Nordsee im Allgemeinen die grosse Niederung des Baruther und des Elbthales bezeichnet (welche Grenzlinie allerdings nur annähernd die Ausdehnung des letzten Inlandeises angeben würde). Er nimmt also eine geringere Verbreitung des oberen Geschiebemergels an als PENCK<sup>3</sup>.

Während in dem südlichen Verbreitungsgebiet, z. B. in Sachsen, nur ein Geschiebemergel vorkommt, den man der Hauptvereisung zurechnet, treten weiter nach Norden mehrere auf und kann man da die Trennung in unteren und oberen einführen. Der obere hat grosse Verbreitung in Schleswig-Holstein, Mecklenburg, Pommern, Brandenburg, Posen, Ost- und Westpreussen.

Eine Zeit lang betrachtete man die im Laufe der Zeit nachgewiesene Endmoräne als Südgrenze der „zweiten, südbaltischen“ Eisdecke. Die neueren Untersuchungen scheinen aber die Grenze des oberen Geschiebemergels etwas mehr nach aussen zu verschieben. WAHNSCHAFTE meint, dass die untere Elbe keine Grenze für die Ausbreitung der letzten Glacialperiode gebildet habe. Er hält die Geschiebesande der Altmark und der Lüneburger Heide für sandige Aequivalente einer Grundmoräne (unsicher, ob der zweiten oder dritten Vereisung, Oberfl. 2. Aufl. p. 237).

<sup>1</sup> PENCK, Mensch und Eiszeit. Arch. f. Anthrop. 15. 1884. Taf. 3.

<sup>2</sup> KLOCKMANN, Die südliche Verbreitungsgrenze des oberen Geschiebemergels. Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1883. p. 238.

<sup>3</sup> KLOCKMANN hatte drei Zonen unterschieden: 1. die Region des oberen Geschiebemergels (Gebiet des baltischen Landrückens); 2. Region des Diluvialsandes (obere Sande auf unterem Spathsand, Gebiet der Lüneburger Heide, Fläming, Trebnitzer Berge etc.); 3. Region des Löss (bis an die mitteldeutsche Bergkette).

Ob der rothe, steinarme Geschiebemergel der Altmark unterdiluvial ist, scheint nach WAHNSCHAFFE unentschieden<sup>1</sup>.

In der Magdeburger Börde glaubt WAHNSCHAFFE sichere Reste des oberen Geschiebemergels theils völlig erhalten, theils als Auswaschungsreste in der Steinsohle des Löss erkannt zu haben<sup>2</sup>. Auch in Holstein glaubt GOTTSCHKE (Marin. Diluvium 1898), habe der obere Geschiebemergel mindestens 40 km vor die Endmoräne gereicht, nämlich bis zu den westlichen Blockpackungen.

STOLLEY weist den Geschiebesand unter der Austernbank des Panderkliffs auf Sylt der zweiten Vereisung zu, den hangenden Decksand der dritten. Diese Auffassung wird aber von PETERSEN<sup>3</sup> bestritten; nach ihm fehlen auf Sylt die Ablagerungen der letzten Vereisung; das geschiebeführende Diluvium besteht hier aus dem ca. 0,5 m mächtigen geschiebeführenden Decksand und Geschiebemergel; beide werden von PETERSEN als einheitliche, der Hauptvereisung zugehörige Ablagerungen angesehen. Der (mit Heidesand bedeckte) Decksand steht in engem Zusammenhang mit dem Geschiebemergel, der nach oben z. Th. in ein Steinpflaster übergeht. Der bräunlichgelbe Geschiebemergel des Rothen Kliffs ist eine verwitterte sandige Localfacies des Geschiebemergels, nicht, wie ZEISE meint, durch die Brandungswellen der Nordsee verwaschen. Die Strandgerölle, wie die Geschiebe des Decksandes und Geschiebemergels von Sylt sind nach PETERSEN dieselben, sie entstammen den Ablagerungen des Haupt-eises, welches sowohl vom Kristiania-Gebiet, als auch von Dalarne, Schonen, Småland, dem baltischen Becken und den Alands-Inseln Material nach Sylt transportirt hat.

KEILHACK hat auf Grund seiner Untersuchungen<sup>4</sup> den südlichsten Rand der letzten Eiszeit ziemlich weit nach Süden

<sup>1</sup> WAHNSCHAFFE, Bemerkungen zu Gesch. mit *Pentamerus borealis*. Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1887. p. 146; BERENDT, Geognosie der Altmark. Ibid. 1886. p. 106; SCHOLZ, ibid. 1882. p. L; KLOCKMANN, ibid. 1882. p. LII.

<sup>2</sup> WAHNSCHAFFE, Quartärbildungen in der Umgebung von Magdeburg. Abh. d. geol. Specialk. von Preussen 7. (1.) 1885. p. 64; Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1888. p. 263; Lössfrage. Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1889. p. 335; s. dagegen KEILHACK, ibid. 1898. p. 96. Ähnlich äussert sich KEILHACK: Geol. Mitth. Fläming. Ibid. 1888. p. 127.

<sup>3</sup> PETERSEN, Über die krystallinen Geschiebe der Insel Sylt. Dies. Jahrb. 1901. I. 99.

<sup>4</sup> KEILHACK, Die Stillstandslagen des letzten Inlandeises. Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1898. p. 91. Taf. VII. Doch ist bei Trebnitz (zwischen Löss und Tertiär sicher nur ein Geschiebemergel vorhanden nach FRECH). Die neuerliche Behauptung MICHAEL's, dass die letzte Vereisung auch fast ganz Schlesien überdeckt habe, ist nicht bewiesen.

vorgeschoben. Er lässt ihn zusammenfallen mit der Höhe des Fläming, weiter über die Katzenberge und Trebnitzer Höhen verlaufen und im Westen wahrscheinlich auf der Lüneburger Heide liegen; südlich von dem Rande lag das älteste der Urstromthäler, das „Breslau-Hannoversche“ Thal<sup>1</sup>.

WEBER dagegen meint, dass Ablagerungen der dritten Eiszeit Nordwestdeutschland nicht erreicht haben (Honerdingen nach ihm Interglacial I).

## Fossilführende Diluvialablagerungen Norddeutschlands und Dänemarks.

Ich lasse nun die Angaben über alle fossilführenden nord-deutschen und dänischen Diluvialbildungen, soweit sie nicht ganz unbedeutend sind, folgen. Vergl. die beiliegende Karte.

### 1. Limnische Ablagerungen.

#### a) Präglacial.

Als präglacial oder „altquartär, diluvial“ sehe ich folgende an (nach der üblichen Classification präglacial oder interglacial (1), einige auch interglacial (2) resp. fraglich):

##### α. Flussablagerungen.

Ausser den unzweifelhaft präglacialen Flussschottern der südlichen Randgebiete gehören hierzu muschelführende Flussablagerungen verschiedener Gegenden und verschiedenen Alters.

Paludinenbank. BERENDT, GOTTSCHKE und WAHNSCHAFFE zeigten<sup>2</sup>, dass im Untergrund von Berlin und Umgegend etwa 40—50 m unter dem Meeresspiegel eine 1—6 m mächtige

<sup>1</sup> Für diese Auffassung kann man WAHNSCHAFFE's Bemerkungen über die „verwaschene Moränenlandschaft“ des nordwestlichen Flachlandes verwerthen. (WAHNSCHAFFE, Quartärbildungen in der Umgebung von Magdeburg. Abh. d. geol. Specialk. von Preussen. 7. 1885. p. 70.)

<sup>2</sup> BERENDT, Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1882. p. 453; WAHNSCHAFFE, Ergebnisse einer Tiefbohrung in Niederschönwalde. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1893. p. 288; vergl. die Karte p. 292; GOTTSCHKE, ebenda. 1886. p. 470. Im Bohrloch der Vereinsbrauerei zu Rixdorf fanden sich *Paludina*-Schichten in 122 m Tiefe, — 98 m NN. (BERENDT, Erläut. zu Bl. Tempelhof. 1882. p. 17.)

Paludinenbank mit kalkfreiem Thon auftritt; dieselbe besteht fast ausschliesslich aus den noch mit Epidermis versehenen Schalen dieses Leitfossils für „unteres“ Diluvium<sup>1</sup>.

(Neben *Paludina diluviana* treten auf: *Bithynia tentaculata*, *Valvata naticina*, *V. piscinalis*, *Neritina fluviatilis*, *Unio*, *Pisidium pusillum*, *P. Henslowianum*, *Sphaerium solidum*, *S. rivicola*, *Lithoglyphus naticoides*.)

WAHNSCHAFFE zeigte, dass die *Paludina diluviana* in der Zeit vor dem unteren Geschiebemergel hier einheimisch war und ihr Vorkommen im unteren Geschiebemergel und den Sanden secundär, erratisch ist, den Charakter eines Leitfossils für das „untere“ Diluvium also verloren hat. Nach NEUMAYR's Untersuchung ist sie dann nach der unteren Donau ausgewandert<sup>2</sup>. Ihre Verschleppungen in jüngere, weiter ab gelegene Diluvialmassen sind aber immerhin von Interesse, da aus ihnen die einstige Verbreitung der ursprünglichen Ablagerungen angedeutet ist; so ist das Vorkommen in unteren Sanden bei Meyenburg<sup>3</sup> und in der Magdeburger und Leipziger Gegend bemerkenswerth.

Als Liegendes waren bisher nur diluviale Sedimente bekannt; bei Rüdersdorf aber fand v. FRITSCH eine *Paludina*-Bank in — 14 m NN., deren Liegendes Geschiebemergel war (s. o.). Vereinzelte Schalen kommen schon zwischen 52,5 und 62 m, auch zwischen 72 und 72,5 m Tiefe vor.

Dass man die *Paludina*-Bank trotzdem als präglacial oder altquartär betrachten kann, d. h. gebildet in der Zeit, als die eigentliche Vereisung in ihrem ganzen Umfange jene Gegenden noch nicht erreicht hatte, sondern nur in einzelnen Thalvorstössen, wurde oben p. 12 gesagt.

<sup>1</sup> KUNTH, *Paludina diluviana*. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1865. p. 33. Taf. 7 Fig. 8.

<sup>2</sup> NEUMAYR, Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1887. p. 606. (Auch in der Wolga leben ganz ähnliche, wenn nicht übereinstimmende Formen, *Pal. Hugotina*. Über *Lithoglyphus naticoides* berichtet GORTSCHE (Sitz.-Ber. Ges. naturf. Fr. Berlin. 1886. p. 74): Die Schnecke scheint erst vor Kurzem aus den südöstlich gelegenen Flussgebieten des Bug, Dnjepr, Dniestr und der Donau wieder eingewandert zu sein. (Vergl. auch GEIKIE, Bemerkung hierzu in Gr. Ice Age p. 334.)

<sup>3</sup> GEINITZ, Mitth. Mecklenb. Geol. Landesanst. 10. 1900. No. 19. p. 7; WAHNSCHAFFE, Quart. Magdeburg. 1885. p. 56; SAUER, Dies. Jahrb. 1878. p. 392.

In denselben Horizont gehört wahrscheinlich auch der *Melanopsis*-Kies des alten Unstrut-Laufes bei Zeuchfeld, den v. FRITSCH<sup>1</sup> beschreibt. Derselbe ruht auf Sand und Thon und wird überlagert von Sand und Moor. Darüber liegt über 1 m Geschiebemergel, bis 0,5 m mächtig eine Schneckschicht, von einer oberen, 0,3—0,57 m mächtigen Geschiebemergelbank überdeckt, auf die noch Kies, Löss, Gehängelehm und Humus folgen. Das Ganze zeigt noch jetzt eine Thalniederung. Die jüngere Schneckschicht ist eine Riethschneckenfacies, die zu ihrer Bildung allerdings längere Zeit gebraucht haben wird. (v. FRITSCH ist trotz der geringen Mächtigkeit der Geschiebemergel geneigt, hier eine Interglacialsschicht anzuerkennen.)

Ich möchte, in Anbetracht der geringen Mächtigkeit der, übrigens noch durch Kies- und Sandmassen vermengten, oberen Geschiebemergelbank viel eher an örtliche Oscillationen und geringfügige Vorstösse des jemaligen Eises denken.

Der untere Kies hat mehrere Formen, z. B. auch den *Lithoglyphus*, mit der *Paludina*-Bank des Spreethales gemein und es bleibt nach v. FRITSCH „nicht ausgeschlossen, dass eine Gleichzeitigkeit beider Ablagerungen sich herausstellt, obgleich der *Melanopsis*-Kies vor der Vereisung der hiesigen Landschaft gebildet ist“. „Aber es bleibt immerhin erst späteren Untersuchungen vorbehalten, festzustellen, ob der *Melanopsis*-Kies nicht wesentlich älter als die *Paludina*-Bank ist.“

Nehmen wir an, dass beide Ablagerungen zeitlich äquivalent sind, so ist also bei Halle und Leipzig (da aller Wahrscheinlichkeit nach die Inlandeismasse vor der Ablagerung der *Paludina*-Bank nicht bis in die Gegend von Halle, Leipzig u. s. w. gereicht hat, und da naturgemäss die Schichten von dieser Zeit sich im Süden frei von nordischem Material zeigen, während in der Mark solches in der Paludinenbank und in deren Liegendem vorhanden sein muss) eine Ablagerung typisch „präglacial“, die bei Berlin „interglacial 1“ erscheint.

Dies ist naturgemässe Folge des nach Süden vorrückenden Eises und zeigt, dass zu jener Zeit von einem Rückgang des Eises infolge milderer Klimas keine Rede sein kann.

Valvatensande von Rathenow. Aus der Gegend von

---

<sup>1</sup> v. FRITSCH, Ein alter Wasserlauf der Unstrut. Zeitschr. f. Naturw. 71. 17. 1898.

Rathenow im Westhavelland beschrieb WAHNSCHAFFE<sup>1</sup> ausser mehreren secundären Fundstellen Diluvialsande mit Süsswasserconchylien. Bei Nennhausen sind es „unterdiluviale“ Sande, unter Geschiebemergel, den WAHNSCHAFFE auch als „unteren“ ansieht, in denen die Conchylien auf primärer Lagerstätte sind, bei Pessin werden die Sande von „oberem“ Diluvialmergel überlagert, im Kossäthenberg ist den unteren Granden „unterer“ Diluvialmergel angelagert. Es kommt also hier auf die Auffassung des Alters des Geschiebemergels an.

Die Conchylien sind: *Valvata piscinalis* (vorherrschend), *Bythinia tentaculata*, *Paludina diluviana*, *Limnaca auricularia*, *Planorbis marginatus*, *Sphaerium solidum*, *Sph. riviculum*, *Pisidium amnicum*, *P. nitidum*, *Unio*. Die Conchylienfauna war somit, mit Ausnahme der *Paludina diluviana*, dieselbe wie die heutige.

Zu den untersten Ablagerungen der Glacialzeit rechnet auch WAHNSCHAFFE<sup>2</sup> die altglacialen Flussschotter von Uellnitz bei Magdeburg.

WAHNSCHAFFE rechnet als sicher primär, aber zum Interglacial 2 den sogen. Valvatenmergel von Geltow bei Potsdam. BERENDT (Geogn. Beschreib. d. Umgegend v. Berlin. p. 66) erwähnt, dass dieser Valvatenmergel dort auch Übergänge vom Geschiebemergel zu geschichtetem Thon zeigt und damit zum unteren Diluvium zu rechnen sei. Genauere Angaben fehlen.

In den unteren Granden, welche an den Rändern der Warthe-thalebene unter mächtigem oberen Geschiebemergel hervortreten, finden sich vielfach, z. B. bei Posen, Owinsk, Gurtchin, Schwersenz, Süsswasserconchylien in einem Erhaltungszustand, dass WAHNSCHAFFE annimmt, dass sie auf primärer Lagerstätte vorkommen (s. WAHNSCHAFFE, Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1896. p. LXXXI).

Bl. Posen p. 8 wird besonders Johannisthal erwähnt, wo neben den Süsswasserconchylien Reste von Mammuth, Rhinoceros, Hirsch, Pferd vorkamen, und auch zwei Feuersteingeräthe, Messer und Pfeilspitze (l. c. p. 9 und MAAS, Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1897. p. 32).

#### β. Ausfüllung von Seenniederungen. Süsswasserkalke.

Belzig im Fläming<sup>3</sup>. Der 4—5 m mächtige Süsswasserkalk lagert auf unterem diluvialen Sand und wird bedeckt

<sup>1</sup> WAHNSCHAFFE, Die Süsswasser-Fauna und Süsswasser-Diatomeen-Flora im unteren Diluvium der Umgebung von Rathenow. Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1884. p. 260.

<sup>2</sup> WAHNSCHAFFE, Quartärbildungen in der Umgebung von Magdeburg. Abh. d. geol. Specialk. von Preussen. 7. 1. 1885. p. 57.

<sup>3</sup> KEILHACK, Über präglaciale Süsswasserbildungen im Diluvium Norddeutschlands. Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1882. p. 133; Über einen Damhirsch aus dem deutschen Diluvium. Ibid. 1887. p. 283.

von 1,5—2 m, zapfenförmig in ihn eingreifendem „unteren“ Geschiebemergel, resp. von 0,5 m Geschiebelehm (mit unterer Verwitterungsrinde des Kalkes), 1—2 m Diluvialsand und 0,5—1 m „oberem“ Geschiebesand mit geologischen Orgeln, nicht Riesentöpfen.

Fauna und Flora: *Pupa muscorum*, *Vertigo antivertigo*, *V. pygmaea*, *Helix pulchella*, *Achatina lubrica*, *Valvata macrostoma*, *Limnaea minuta*, *Planorbis marginatus*, *Pl. laevis*, *Pisidium nitidum*, *Cyclas cornea*. *Cervus capreolus*, *C. elaphus*, *C. dama*, *C. alces*, *Cyprinus carpio*, *Perca fluviatilis*, *Esox lucius*. *Alnus glutinosa*, *Acer campestre*, *Salix*, *Carpinus betulus*, *Cornus sanguinea*, *Pinus silvestris*, *Tilia*, *Brasenia*, zahlreiche Diatomeen.

Das Lager ist an ein altes Thal gebunden.

Westerweyhe bei Uelzen<sup>1</sup>. In Mulden abgelagert. Unter 1 m „oberem“ Diluvialsand, 1—3 m „unterem“ Diluvialsand und z. Th. dünner Bank von unterem Geschiebemergel, an deren unterer Grenze eine braune, thonige Verwitterungsrinde mit geologischen Orgeln, folgt der graue diatomeenreiche Süßwasserkalk.

Görzke in der Prov. Sachsen<sup>2</sup>. Becken von Süßwasserkalk, Hangendes unterer Geschiebemergel resp. Sand, Liegendes Diluvialsand.

Bienenwalde<sup>3</sup>. Ähnliche Kalke sind in der Umgebung des Kalksees bei Bienenwalde westlich Rheinsberg bekannt; über ihr genaueres Lagerungsverhalten ist nichts bekannt, nur eine Überlagerung durch 2 m Sand.

#### Diatomeenerde.

Rathenow<sup>4</sup>. Bei Nennhausen liegt zwischen unterem Geschiebemergel und kalkfreiem tertiären Thon bis 2 m mächtig grauweiße Diatomeenerde, in ihr herrscht vor *Melosira granulata*, *M. crenulata* und *M. arenaria* (ähnlich mit Klieken); am Rollberg 0,5 m diatomeenführender Süßwasserkalk zwischen Grand, z. Th. auch „unterer“ Geschiebemergel auf dem Kalk.

<sup>1</sup> KEILHACK, l. c. p. 146; BERENDT, Über Riesentöpfe etc. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1880. p. 61; GEINITZ, Jahresh. naturw. Ver. Lüneburg. 1885—1886.

<sup>2</sup> KEILHACK, l. c. p. 152.

<sup>3</sup> Ibid. p. 158.

<sup>4</sup> WAHNSCHAFFE, l. c. p. 269.

Hier herrscht *Pinnularia oblonga* (ähnlich Hommelbach bei Vogelsang) (in bewegtem Wasser abgelagert).

Diatomeenerde der Lüneburger Heide<sup>1</sup> (Oberohe, Niderohe, Wiechel, Schmarbeck, Grevenhof, Steinbeck, Hützel). Der Diatomeenpelit der Lüneburger Heide erfüllt mehrere grosse Becken, in denen das jetzige Thal der Luhe fliesst. Hangendes bilden 0,5—1 m „oberer“ Geschiebesand und 3—6 m wohlgeschichteter „unterer“ Diluvialsand, das Liegende wird von groben Diluvialsanden gebildet.

Von grösseren Resten sind bekannt: *Perca fluviatilis*, *Quercus robur*, *Qu. sessiliflora*, *Fagus silvatica*, *Betula alba*, *Alnus glutinosa*, *Salix*, *Populus*, *Myrica gale*, *Vaccinium myrtillus*, *Acer campestre*, *A. platanoides*, *Pinus silvestris*, *Utricularia*.

BÜNTE führt 135 Species Diatomeen auf, die sämtlich Süsswasserformen sind und noch heute lebend in Deutschland vorkommen; das Klima zur Zeit der Ablagerung hat somit dem des heutigen Deutschlands entsprochen.

Dass zur Zeit jener alten Süsswasserseen auch höhere Pflanzen den Boden bedeckten und Nahrung für die grossen Säugethiere boten, geht aus den Funden von eingeschwemmten Blättern u. a. hervor. Siehe KURTZ, Über Pflanzen aus dem norddeutschen Diluvium. Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1894. p. 13.

Einen ganz eigenartigen Typus stellt Wendisch-Wehningen a. d. Elbe dar<sup>2</sup>. Auf dem bis 40 m hohen Berg ist eine 0,6 m mächtige schwarze Diatomeenschicht dem diatomeenführenden Thon eingelagert, beide sind z. Th. stark gestaucht; überlagert werden sie von Diluvialsanden. Am Elbsteilufer markirt sich die schwarze Schicht in bogenförmigen Linien wenig über dem Elbspiegel zwischen grauem Geschiebemergel, der an der oberen und unteren Grenze der Diatomeenschicht in dünnen Thonschichten erscheint; über ihm folgt weiter oberhalb mächtiger geschichteter Diluvialkies, der vielleicht als von oberem Diluvium bedeckt angesehen werden kann.

Sehr interessant ist der Befund, dass hier nur zwei Arten vorkommen: die schwarze Schicht enthält als Hauptmasse die Süsswasserform *Melosira*.

<sup>1</sup> KEILHACK, l. c. p. 160; CLEVE und JENTZSCH, Über einige diluviale und alluviale Diatomeenschichten Norddeutschlands. Schrift. physik. Ges. Königsberg. 1882. 22. p. 129 ff.; BÜNTE, Die Diatomeenschichten von Lüneburg etc. Archiv Ver. Nat. Mecklenburg. 1901. p. 39—82.

<sup>2</sup> GEINITZ, I. Beitrag zur Geologie Mecklenburgs. 1879. p. 40; BÜNTE, l. c. p. 108; CLEVE und JENTZSCH, l. c. p. 129; GEINITZ, Ver. Lüneburg. 10. 36.



*granulata*, denen ganz spärlich die marine *Coscinodiscus subtilis* beigelagert ist, während der Thon auch nur diese zwei Formen enthält, aber in umgekehrtem Verhältniss, daher als marin angesprochen wird.

Der Punkt steht sicherlich (als Ufer) mit dem benachbarten Boizenburger Diatomeenlager in Zusammenhang und dürfte wohl ebenfalls als präglaciales Süs- und Brackwasserbecken anzusehen sein; etwa als Ausläufer des benachbarten Gebietes von Lauenburg und Boizenburg.

Domblitten und Wilmsdorf bei Zinten, Ostpreussen.

Am Stradickflüsschen<sup>1</sup>:

Auf nordischem Kies lagern die Diatomeenmergel, 6—7,5 m mächtig, mit Süswasser- und vereinzelt Brackwasser-Diatomeen; darüber 1—1,5 m lehmiger Sand oder Geschiebemergel, dann weisser Staubmergel, in inniger Beziehung zu dem folgenden Deckthon stehend, z. Th. oben noch Sand.

Das Profil ist vielleicht das einer altglacialen Ablagerung.

Andere Diatomeenlager sind ihrem Alter nach unbestimmt, z. B. Hammer bei Gollub in Westpreussen (CLEVE-JENTZSCH, p. 159).

Bei Seehesten in Ostpreussen fand KLAUTZSCH (Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1899. p. XCII) Diatomeenkalk in oberem Geschiebemergel eingelagert; „discutabel wäre die Frage, ob hier wirklich während der Vereisung Lebewesen existirt haben, oder ob hier eine Einlagerung fremden Ursprunges vorliegt.“

Ähnliche Verhältnisse wie bei Rüdersdorf scheinen auch bei dem älteren Interglacial von Graudenz geherrscht zu haben. Nach JENTZSCH (Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1898. p. CCXXII) ist dort das älteste Glied des Diluviums eine „Thalmoräne“, die erste Ausfüllung eines vordiluvialen Thales durch Geschiebemergel mit verrutschtem Tertiär und unbedeutenden Sandbänken. Darauf folgt eine mächtige Sedimentstufe, welche beginnt mit 18 m Diluvialgrand, auf diesen folgt eine 7,5—11 m mächtige „ältere“ interglaciale Süswasserstufe mit folgenden Schichten (von unten her):

0,9 m Diatomeenerde, resp. 2 m Muschelmergel.

0,7—3,0 „ graue Sandeinschwemmung.

2,6—2,8 „ grauer Mergel.

1,8—2,8 „ „ Sand.

0,2—3,3 „ dunkelgrauer, schwach sandiger kalkhaltiger Thon mit zerfallenen Pflanzenresten.

Darüber folgen dann Sande, Thonmergel (unterer Graudener Thon), eine dünne Graudbank (als Vertreter der zweiten Vereisung angesehen), Sand, oberer Graudener Thonmergel und endlich geschiebefreier Diluvialsand.

<sup>1</sup> JENTZSCH, Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1880. p. 669; BAUER, ibid. 1881. p. 196; CLEVE und JENTZSCH, Diatomeenschichten. 1882. p. 145.

Das dortige „zweite Interglacial“ besteht grossentheils aus fossilarmen Sanden, enthält aber auch fossilführende Bänke, z. B. nördlich der Stadt eine kleine Gruppe mariner diatomeenführender Thone, der Neudecker *Cardium*-Bank entsprechend.

Vielleicht gehört zu dem Altquartär auch Insterburg: Eine Bohrung zeigte in dem 37,5 m mächtigen Diluvium bei 34,5—34,75 m eine dünne Kiesbank, die erfüllt mit Süswasserschnecken (*Paludina diluviana*, *Valvata*, *Pisidium*), darunter eine Lage „schwarzer Erde“ mit *Picea excelsa* (JENTZSCH, Neuere Gesteinsaufschlüsse. p. 68).

In den bedeckenden Schichten kommt typischer (oberer) Geschiebemergel vor.

#### Zusammenfassung.

Die genannten Punkte liegen im W. ziemlich weit ausserhalb der baltischen Endmoräne, im O. in ihrer Nähe; dass präglaciale Süswasserbildungen auch nördlicher vorkommen, ergibt sich aus den Ablagerungen von Elbing und Rügen (s. u.). Erwähnung verdient noch das Torflager im sächsischen Erzgebirge mit der südeuropäischen Omorika-Fichte, obgleich sich dessen Alter nicht feststellen liess (s. BECK und WEBER, Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1897. p. 662).

Die Fossilien sind meist Formen der heutigen Gegenden, z. Th. mit Spuren etwas milderer Klimas.

Die Ablagerungen erscheinen an einigen Stellen theilweise durch Producte örtlicher Oscillationen des vorrückenden Eises oder fluvioglacialer Bildungen unterlagert.

#### b) Die interglacialen Süswasserbildungen.

##### a) Torflager.

Den Torflagern ist folgendes gemein: Es entwickelten sich in breiten alten Flussthälern oder Niederungen, resp. in Mulden von Geschiebemergeln Torflager mit Pflanzen gemässigten Klimas (*Brasenia*); Klimaschwankungen sind z. Th. nachweisbar. Arktische Pflanzen sind z. Th. an der Unterseite gefunden, in den hangenden nur bei Klinge in dem Schwemmthon. Die Lager wurden später durch Thalgrande oder andere, local verursachte Ablagerungen bedeckt, dabei

z. Th. oberflächlich zerstört. Vielfach ist die alte Niederung noch jetzt im Gelände erkennbar.

Die wichtigsten Funde liegen ausserhalb der Vereisungsgrenze der „jüngeren“ Eiszeit; die unsicheren preussischen innerhalb derselben.

### Klinge bei Kottbus.

NEHRING, Verh. Anthropol. Gesellsch. Berlin. 1891. p. 883; Ausland 1892. No. 20; Sitz.-Ber. Ges. naturf. Fr. Berlin 1891. p. 151, 190. 1892. p. 3, 27; Bot. Centralbl. 1892. No. 30; Naturw. Wochenschr. 1892. No. 24, 45 u. 46; Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1892. p. 371; dies. Jahrb. 1895. I. 183.

H. CREDNER, Geologische Stellung der Klinger Schichten. Ber. sächs. Ges. d. Wiss. 1892. p. 386.

KEILHACK, Über das Alter der Torflager von Klinge. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1892. p. 369.

NATHORST, Naturw. Wochenschr. 1892. No. 25. p. 247.

WEBER, Über die diluviale Vegetation von Klinge. Beibl. Bot. Jahrb. 1893. XVII. — Zur Kritik interglacialer Pflanzenablagerungen. Abh. naturw. Ver. Bremen 1896. p. 491.

Die weitläufige Literatur über Klinge ist z. Th. in dies. Jahrb. 1895. I. 127 und 1899. II. 344 referirt.

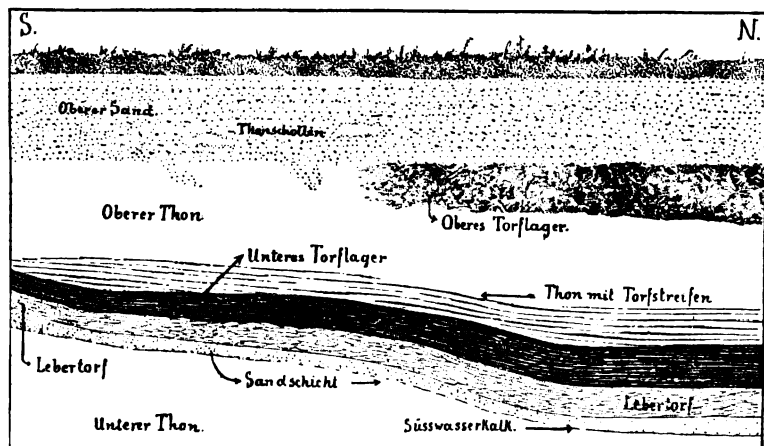


Fig. 1.

Es dürfte von Interesse sein, die verschiedenen Meinungs-äusserungen über das berühmte Lager von Klinge nebeneinander zu stellen: Nach NEHRING (Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1892; dies. Jahrb. 1895. I. 186) ist das Klinger Profil folgendes (Fig. 1):

	Nach CREDNER (siehe Fig. 2):
1. Humoser Sand ca. $\frac{1}{2}$ m.	1. Discordant auflagernd Decksand, weisser bis hellgelber dünnsschichtiger Sand.
2. Horizontalgeschichteter gelber Decksand 2 m.	
3. „Oberes Torflager“ $\frac{1}{2}$ —1 m, nach S. auskeilend, mit meist undeutlichen abgeriebenen Pflanzenresten (hier <i>Megaceros</i> , <i>Rhinoceros</i> ).	
4. „Oberer Thon“, graugelb, plastisch, fein, kalkreich, 2—3 $\frac{1}{2}$ m.	
5. Derselbe Thon mit sehr dünnen, horizontalen, torfigen Zwischenstreifen, $\frac{2}{3}$ —1 m (hier <i>Bison</i> , <i>Equus</i> ).	2. Die Klinger Schichten:
6. „Unteres Torflager“, kohligtorfige Schicht mit zahlreichen wohl erhaltenen (meist horizontal gelagerten) Pflanzenresten, $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ m, nach S. auskeilend, comprimirt (hier <i>Emys</i> , <i>Tinca</i> , <i>Cervus tarandus</i> , <i>Equus</i> , <i>Rhinoceros</i> , <i>Elephas</i> , <i>Castor</i> ).	c) Oberer graugelber Thonmergel, unten durch dünne vegetabilische Lagen schwarz gebändert, nach oben local innig gemengt mit pflanzlicher Masse, welche im nördlichen Theile zu reinerem Torf anreichert und das obere Torfflötz bildet.
7. „Lebertorf“, hart, scherbügelblättrig, 0,5 m, nach S. auskeilend = „Cratopleura-Torf“ <sup>1</sup> (mit <i>Emys</i> , <i>Tinca</i> , <i>Esch</i> , <i>Megaceros</i> ).	b) Schichtig gesonderter Torf, zu unterst Lebertorf.
8. Übergangsschicht, theils sandig, theils Süsswasserkalk, ca. 0,2 m, z. Th. unten mit lebertorffähnlicher Schicht.	a) Unterer grünlichgrauer Thonmergel.
9. Sehr feiner kalkreicher hellgrauer Thon, meist steinfrei „unterer Thon“ bis 4 m ( <i>Megaceros Ruffii</i> , <i>Cervus alces</i> , <i>C. elaphus</i> , <i>Rhinoceros</i> , <i>Vulpes</i> , <i>Castor</i> ; ganze Skelette).	
10. Conglomeratähnlicher Kies (Mischschotter) bis 1 m.	3. Diluvialgrand, reich an nordischem, jedoch auch mit Lau-sitzer Material.
11. Gelbrother weicher Thon ca. 0,5 m.	
12. Schwarzer schluffiger Thon ca. 1 m.	

Die Schichten der verschiedenen Thongruben hängen z. Th. nicht direct untereinander zusammen.

Die Schichten abwärts von 6 zeigen wellenförmige Biegung. Wo der Geschiebesand direct auf dem oberen Thon liegt, greift er nicht selten taschenförmig in denselben ein.

<sup>1</sup> s. WEBER, dies. Jahrb. 1892. I. 130.

Das Hauptinteresse concentrirt sich auf die kohlig-torfige Schicht 6 (das „untere Torflager“) mit ihren zahlreichen Pflanzenresten (Liste s. dies. Jahrb. 1895. I. 203), die vorzugsweise aus Samen und Früchten bestehen, daneben auch viele Blätter, Stamm- und Zweigstücke von Bäumen, sowie Rhizome u. A. enthalten. Die allermeisten kommen noch heute in Deutschland vor, keine nordische Art ist gefunden, alle deuten auf ein gemässigttes Klima. 1 Species (*Cratopleura* = *Brasenia holsatica*) ist ausgestorben, 2 andere

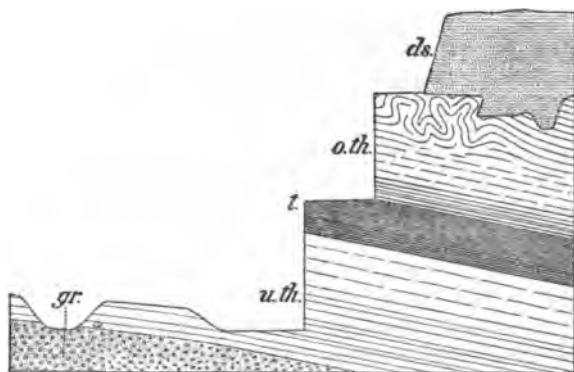


Fig. 2. Profil durch die im südlichen Theile der SCHULZ'schen Thongrube aufgeschlossenen Diluvialgebilde. *gr* = sandiger Grand; *u. th* = unterer Thonmergel; *t* = Torflößt, zu unterst Lebertorf; *o. th* = oberer Thonmergel, zu unterst mit dünnen Lagen von Torf, im nördlichen Theile des Tagebaues zuoberst mit einer wolkenbegrenzten humosen bis torfigen Einlagerung; *ds* = Decksand. (Nach CREDNER.)

(Samen), die nur in der unteren Partie des unteren Torflagers vorkommen, möglicherweise auch<sup>1</sup>, sie sind auch im Cromer Forest bed gefunden.

Das untere Torflager ist an Ort und Stelle gebildet, während das obere Torflager als ein Ausschwemmungsproduct auf secundärer Lagerstätte angesehen wird.

Obwohl von keiner Grundmoräne überlagert, hält NEHRING das Lager für interglacial, da es zwischen fluvioglacialen Bildungen liegt und weil NATHORST im oberen Thon *Betula nana* gefunden hat; NEHRING stellt es zum Interglacial 1.

<sup>1</sup> KEILHACK hat aber den Nachweis der Zugehörigkeit von „*Paradoxicarpus* = *Folliculites*“ zu der lebenden Wasserpflanze *Stratiotes aloides* geführt (vergl. dies. Jahrb. 1899. II. 343).

Die verschiedenen Meinungsäusserungen über das Klinger Lager sind folgende:

Im oberen Thone fand NATHORST *Betula nana*, danach scheint nach ihm nach der Bildung des unteren Torflagers eine nordische Flora bis in die Gegend von Klinge vorgedrungen zu sein.

Auch NATHORST hält Klinge für interglacial aus folgenden Gründen:

1. *Cratopleura* ist bisher nur aus interglacialen Ablagerungen bekannt<sup>1</sup>,
2. die im unteren Thon vorkommenden rundlichen Geschiebe scheinen nordischer Herkunft zu sein,
3. auch in dem Kies an der Basis scheinen nordische Materialien vorzukommen,
4. zwei Fuchsreste aus dem unteren Thon sind vielleicht Eisfuchs. Andere Momente scheinen allerdings für ein präglaciales Alter zu sprechen, dann wäre das untere Torflager äquivalent dem englischen Cromer Forest bed.

KRAUSE kann sich (Bot. Centralbl. 62. 1894. p. 295) nicht damit einverstanden erklären, dass NEHRING die 6. Schicht in die erste Interglacialzeit verlegt und in dem Vorkommen des Renthieres im oberen Theile der 6. und der Zwergbirke in der 4. Schicht eine Andeutung der zweiten Eiszeit sieht. Es müsste dann die Moräne der zweiten grossen Eiszeit spurlos verschwunden sein, während die Ablagerungen der ihr vorangegangenen interglacialen Periode weder durch den Gletscher, noch durch die Kraft, welche später die Moräne zerstörte, wesentlich gelitten hätten. Die Gegend von Klinge sei nur einmal, und zwar in der zweiten Eiszeit, vereist gewesen und dies sei in der 10. Schicht nachweisbar. KRAUSE verlegt deshalb die Schichten 9 und 6 in die letzte Interglacialzeit und sieht namentlich in der *Betula nana* der 4. Schicht ein Zeichen der dritten Eiszeit, deren Gletscher nur bis in die Uckermark und Neumark vordrangen.

NEHRING erwidert dagegen dass er die 6. Schicht in die erste Interglacialzeit verlegte, dazu leitete ihn die grosse Ähnlichkeit mit der der pliocänen Cromer Forest beds und das Vorkommen von *Brasenia* und *Folliculites*, welche die Flora aufs deutlichste mit der Tertiärflora verknüpften. Ebenso die Fauna (*Megaceros Ruffii*, *Rhinoceros cf. Merckii*). Es sei durchaus nicht nothwendig, dass die grosse Eiszeit überall im südlichen Norddeutschland eine Moräne gebildet haben müsse. Der „obere Thon“ von Klinge mag ein Aequivalent des Geschiebemergels, also der Grundmoräne dieser Eiszeit sein; man finde genug Beweise dafür, dass das vorrückende Eis der zweiten Eiszeit nicht alle älteren Ablagerungen zerstört hat.

---

<sup>1</sup> Über die fragwürdige Bedeutung sogen. Leitpflanzen des Quartärs, besonders von *Cratopleura* und dem (inzwischen mit der noch lebend vorkommenden *Stratiotes* identificirten) *Folliculites* äussert sich WEBER (Zur Kritik interglacialer Pflanzenablagerungen 1896. p. 490), dass „man gut thun wird, die Altersbestimmung einer Ablagerung, in der eine dieser beiden Pflanzen vorkommt, vorläufig auf andere Weise zu versuchen“.

KEILHACK berichtet, dass „es sich in Klinge um Süßwasserbildungen handelt, die in vielleicht zusammenhängenden Becken zum Absatz gelangten, von diluvialen Sanden unterlagert und von ebenso unzweifelhaften nordischen Geschiebesanden überlagert werden. Ausser mehreren kleinen, vielleicht aber in der ursprünglichen Gestalt des Beckens schon begründeten Specialmulden mit z. Th. ziemlich steilem Einfallen lassen sich grössere Lagerungsstörungen nicht nachweisen. Bildungen vom Aussehen unzweifelhafter Grundmoränen fehlen völlig. Rücksichtlich des Alters der Schichtenfolge lässt sich vom geologischen Standpunkte nur sagen, dass dieselbe zweifellos diluvial ist.“

CREDNER zeigte 1892, dass die beiden Grubenaufschlüsse zwei durch Sand und Grandrücken getrennte flache Mulden im Diluvialrand sind mit flach wellenförmigem Schichtenverlauf (ohne jede Spur von Glacialschub), über welche sich der Decksand discordant ausbreitet. Die liegenden und hangenden kiesigen Sande sind identisch mit den altdiluvialen, gemengten Schottern der Lausitz, „die von den Klinger Schichten ausgefüllten langgestreckten Mulden mögen todte, versumpfte Flussarme repräsentiren, in denen sich vegetabilische Massen anhäufte und Trübtheile der Hochwasser absetzten“<sup>1</sup>. Der discordant darüber lagernde Sand entspricht der Deckschicht in der Lausitz, ist also nicht das Product einer zweiten Eiszeit, sondern verdankt wahrscheinlich einer Reihe von Folgeerscheinungen der nämlichen Abschmelz-, Überfluthungs- und Thalbildungsperiode seine Entstehung, aus der die unterlagernden Glacial- und Flussschotter nebst den ihnen untergeordneten Thonen und Thonsanden hervorgegangen sind.

Den einzigen, und zwar palaeontologischen Beweis für ein präglaciales Alter der Klinger Schichten könnten die eingeschwemmten Blätter von *Betula nana* liefern, aber es liegt kein Beweis dafür vor, dass das Eis sich bis über Klinge erneut vorgeschoben habe. Nach CREDNER ergibt sich, „dass die Klinger Schichten ebenso wie die mit ihnen durch Wechselagerung verknüpften Grande und Sande demjenigen Abschnitte der Glacialzeit entstammen, in welchem sich das Inlandeis bereits weit von der äussersten Südgrenze seiner intensivsten Ausbreitung zurückgezogen hatte, einer Zeit, während deren sich mächtige Ströme aus dem lausitzer-sudetischen Randgebirge nach N. ergossen, während deren sich endlich in dem nördlich anstossenden Landgebiete bereits wieder neue oscillatorische Vorstösse des Eisrandes vollzogen haben mögen, ohne dass es jedoch bis zur Überschreitung der bei Klinge abgelagerten Schichten gelangt wäre“.

„Will man etwa die randlichen Ablagerungen aus dieser altdiluvialen Aera als „interglacial“ bezeichnen, so dürfte auch den Klinger Schichten diese Benennung zukommen. Sieht man vielmehr von den gleichzeitigen Ereignissen auf nördlicheren Landstrichen ab, und fasst ausschliesslich die Gegend von Klinge und das Lausitzer Schotterareal ins Auge, bis wohin das nordische Inlandeis nicht wieder vorgedrungen ist, so muss man die Ablagerung von Klinge als „postglacial“ betrachten.“

<sup>1</sup> WEBER weist allerdings nach, dass die Vegetation der Klinger Schichten an Ort und Stelle gewachsen ist.

Aus allem ergibt sich folgendes: Der liegende Schotter ist „altdiluvial“, Product der sogen. zweiten Eiszeit. Die früheren Niederungen sind durch den Decksand mehr oder weniger ausgeebnet. Für den hangenden Decksand kann man nach Analogie mit seinem ganzen Vorkommen in Sachsen nicht behaupten, er sei der Vertreter einer neuen selbständigen Vereisung, sondern er wird noch zur Haupteiszeit gerechnet. Will man auch die Andeutung einer Klimaverschlechterung am Schluss der Klinger Ablagerung durch den *Betula nana* führenden oberen Thon zugeben, ist doch kein Nachweis eines genügend weiten südlichen Vorstosses des Eises erbracht. Wenn wir aber gehört haben, dass sich das obere Torflager mitsammt dem oberen Thon auf secundärer Lagerstätte befindet, so kann ebenso gut angenommen werden, dass die Blättchen von *B. nana* aus weiterer Entfernung herbeigeschwemmt sind, sei es aus N. von dem entfernten Eisrand, sei es aus S. von Stellen, wo *B. nana* als Relict existirte, ebenso wie der Decksand Sandrn oder Strömen entspricht. Andererseits sind die für das südliche Gebiet „postglacialen“ Klinger Schichten kein Beweis dafür, dass das Eis sich bis in den hohen Norden völlig zurückgezogen habe. Es kann vielmehr ganz wohl im nördlichen Deutschland noch existirt und mag grosse oder kleine Vorstösse nach S. ausgeführt haben. Im Allgemeinen schoben sich die wärmeren Klimabedingungen langsam weiter nach N. Man kann also überhaupt keine zeitliche Parallelisirung geben; was für den S. schon postglacial war, ist im N. noch glacial.

#### Lauenburg a. Elbe:

- KEILHACK, Über ein interglaciales Torflager im Diluvium von Lauenburg a. E. Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1884. p. 211.
- CREDNER, GEINITZ und WAHNSCHAFFE, Über das Alter des Torflagers von Lauenburg. Dies. Jahrb. 1889. II. 194 u. 1893. I. 33.
- KEILHACK. Ibid. 1892. I. 151.
- NATHORST, Eine Probe aus dem Torflager bei Lauenburg. Naturw. Wochenschr. 1894. p. 533.
- KEILHACK, Führer durch Theile des norddeutschen Flachlandes. 1899. p. 32. (1898. p. 31.)
- GEINITZ, Kritik der Frage der interglacialen Torflager von Norddeutschland. Arch. Ver. Nat. Meckl. 1896. p. 16; Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1898. p. 136.
- DAMES. Dies. Jahrb. 1896. I. 75, Anm.



Das Torflager am Kuhgrund (Fig. 3) bildet die Ausfüllung einer Mulde des dort in mehrfachen flachen Wellen aufsteigenden unteren grauen Geschiebemergels, deren einer seitlich aufsteigender Flügel zuerst fälschlich für überlagernden oberen Geschiebemergel angesehen worden war. Die Überlagerung durch oberen ist also nicht vorhanden. Das Hangende des Torflagers bilden bis zu 10 m mächtige Sande von diluvialen Aussehen, dieselben werden jetzt in ihrer Gesamtheit als „Decksand“ angegeben, nachdem KEILHACK zunächst nur eine obere Lage von geschiebeführendem Decksand und eine Art Steinsohle als solchen bezeichnet hatte, die aber kaum als typischer Geschiebesand erklärt werden kann.

Einer Deutung der hangenden Sande als jungdiluviale, resp. postglaciale „Thalgrande“ steht aber nichts im Wege.

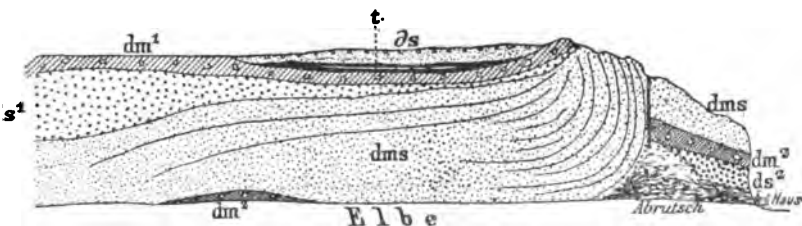


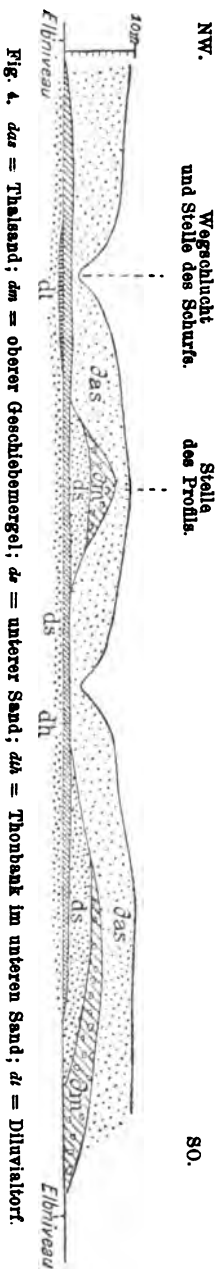
Fig. 3.  $ds$  = „Decksand“;  $t$  = interglacialer Torf;  $dm^1$  = obere Bank des unteren Diluvialmergels;  $ds^1$  = unterdiluvialer Spathsand;  $dms$  = unterdiluvialer Mergelsand;  $dm^2$  = unterer Diluvialmergel im Liegenden des Mergelsandes;  $ds^2$  = unterdiluvialer Spathsand im Liegenden der unteren Geschiebemergelbank.

(Das Profil ist nach seinen Höhenverhältnissen nicht ganz richtig; die Torfmulde reicht tiefer herab.)

Das Lager erstreckt sich auch weiter landeinwärts unter die Wiesen der noch deutlich erkennbaren Niederung.

Allein maassgebend für die Altersbestimmung ist die Flora, deren Charakter „zu der Annahme eines dem heutigen mindestens gleichstehenden, wenn nicht etwas wärmeren Klimas und damit nothwendig zu der Annahme zwang, dass zur Zeit der Entstehung dieses Torflagers das Inlandeis mindestens bis tief nach Skandinavien hinein sich zurückgezogen haben müsste“. Für das diluviale Alter wird das Vorkommen der in Europa ausgestorbenen *Cratopleura holsatica* = *Brasenia purpurea* als wichtiger Beweis angeführt<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> *Folliculites* ist der Same der noch heute bei uns lebenden Wasserpflanze *Stratiotes*; *Cratopleura* die mit der *Victoria regia* nahe verwandte



Die Probe aus dem unteren Flötz ergab, dass das Lager in einem kleinen Busen eines Sees oder Teiches, welcher ringsum von einem typischen Eichenwald umgeben war, gebildet worden ist (NATHORST).

NATHORST betont den Umstand, dass Lauenburg wohl ausserhalb des Gebietes der letzten Eisbedeckung liegt und sagt: „nur im Verhältniss zur ersten Eisbedeckung kann demzufolge das betreffende Torflager als „postglacial“ (supra-moränisch) bezeichnet werden“<sup>1</sup>; MÜLLER meint allerdings (Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1899. p. LVI), dass das letzte Inlandeis bei Lauenburg wohl auf kurze Zeit bis zum Elbstrand gereicht haben mag.

Nach dem durch WEBER erweiterten Begriff interglacial kann man Lauenburg als interglacial bezeichnen.

In Zusammenhang mit dem Torflager am Kuhgrund standen vermuthlich die drei weiter unterhalb an der Elbe vorkommenden, die zuerst von KEILHACK erwähnt sind (l. c. p. 218; dies. Jahrb. 1893. I. 35). Die Lagerungsverhältnisse waren aber sehr undeutlich und es können hier Abrutsch- und Abschlammmassen eine grosse Rolle gespielt haben. „Die Torflager liegen unter noch heute vorhandenen Rinnen!“ MÜLLER fand in der Schnakenbeker Forst unter

---

*Brasenia purpurea*, Repräsentant der noch heute in Amerika, Japan, Afrika und Australien lebenden Art; „das sich verschlechternde Klima hat sie aus Europa hinausgedrängt, wohin sie seitdem nicht wieder zurückkehren konnte“ (vergl. ANDERSSON und KEILHACK, dies. Jahrb. 1899. II. -179- u. -343-, sowie die Bemerkung WEBER's oben).

<sup>1</sup> Lauenburg ist natürlich „absolut“ jünger wie Klinge.

1,2 m Sand eine 0,4 m starke Geschiebepackung (Rest von oberem Geschiebemergel?), darunter 2 m feinkörnigen Sand und dann 2 m Torf (interglacial) (Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1899. p. LVII).

Das Lager von Tesperhude beschreiben KOERT und WEBER: Über ein neues interglaciales Torflager (Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1899. p. 185): Sie fanden am Elbufer, beim Ausgange des Hahnebergthales unter einer Thonbank als Einlagerung im „unteren“ Sand ein „interglaciales“ Torflager mit stark zusammengepressten Holzresten. Die Sande werden nicht an dieser Stelle, aber weiterhin von „oberem“ Geschiebemergel bedeckt. Das Profil ist ein Combinationsprofil! (Fig. 4.)

Die beschriebene Flora weicht von Lauenburg durch das Fehlen von Eiche und Linde ab.

Honerdingen bei Walsrode in der Lüneburger Heide, 40 m ü. d. M., zeigt in einer flachen Thaldepression die Süsswasserausfüllung eines steiluferigen Seebeckens<sup>1</sup> mit folgendem Profil:

7. Oberer Geschiebesand, oft ohne scharfe Grenze nach unten, mit unregelmässig vertheilten Geschieben verschiedener Grösse, ungeschichtet oben mit Ortstein.
6. Discordant geschichteter Quarzsand, ohne Geschiebe.
5. Sandiger Torf, z. Th. mit thonigen Bänken, z. Th. fast reiner Torf mit *Bos primigenius*, Edelhirsch.
4. Moostorfbank.
3. Lebertorf mit viel Pflanzen.
2. Süsswasserkalk, unten thonig und sehr muschelreich, in der Mitte feingeschichtet, kalkreich, oben kalkärmer. Er enthält Diatomeen, zahlreiche Samen und Früchte, Holz und Blattreste; Fische, Schildkröte, Biber, Hirsch, Reh, *Megaceros*, *Bos primigenius*, *Bison priscus*.
1. Unterer Geschiebesand mit reichlichen Bryozoen (nur an den Rändern beobachtet); von den Steilufern der Mulde sind Zwischenlagen des Grandes in den liegenden Kalk geführt. Dieser Sand „muss als der Rückstand einer vorausgegangenen Glacialzeit aufgefasst werden“.

WEBER entwirft ein anschauliches Bild der damaligen Verhältnisse des Sees und seiner Vegetation, die einen gewissen Wechsel der Flora anzeigt. Die Zerstörung der Randtheile der Ablagerung ist nach ihm durch äolische Verhält-

<sup>1</sup> WEBER, Über die fossile Flora von Honerdingen und das nordwestdeutsche Diluvium. Abh. naturw. Ver. Bremen. 1896. p. 413.

nisse erfolgt (Mullwehen); das Verschwinden der Buche und des *Ilex* wurde nach ihm begünstigt durch ein Rauherwerden des Klimas. Die beiden hangenden Sandschichten weisen darauf hin, dass das Klima schliesslich in das einer neuen Gletscherzeit überging; der discordant geschichtete Quarzsand soll seinen Ursprung in einem Sandr genommen haben, als Spur des neuen Landeises gilt der obere Geschiebesand. An der Unterkante der fossilführenden Ablagerungen wurden arktische Pflanzen gefunden (dies. Jahrb. 1901. II. - 290-). „Daher sind die fossilführenden Schichten von Honerdingen als interglacial anzusehen; als die Honerdingen Vegetation lebte, muss sich das Landeis bis in die fernsten skandinavischen Hochthäler zurückgezogen haben, wenn es nicht gar gänzlich verschwunden war.“ Unter Berücksichtigung der MARTIN'schen Darlegungen hält WEBER es für sehr wahrscheinlich, dass die Honerdingen Interglacialzeit dem Interglacial 1 entspricht; dann wäre der Punkt zu den eigentlichen Präglacialbildungen mit unterlagernden Diluvialsanden zu stellen. Allerdings muss man bemerken, dass eine stratigraphische Begründung dafür nicht gegeben wird; auf die floristischen Beziehungen legt WEBER selbst keinen grossen Werth. Man kann Honerdingen wohl auch mit dem Lauenburger Torf parallelisiren.

Beldorf und Gross-Bornholt am Nordostsee-Canal.

WEBER, Über zwei Torflager im Bette des Nordostsee-Canals bei Grüenthal. Dies. Jahrb. 1891. II. 62 u. 228.

— Zur Kritik interglacialer Pflanzenablagerungen. Abh. naturw. Ver. Bremen. 1896. p. 483.

GEINITZ, Kritik der Frage der interglacialen Torflager Norddeutschlands. Arch. Nat. Meckl. 1896. p. 11.

Das (überhöhte und combinirte) Profil Fig. 5 von Beldorf ist nach WEBER (dies. Jahrb. 1891. II. Fig. p. 64) folgendes:

Die Unterlage wird gebildet durch wellenförmige Erhebungen von Moränenmergel, geschichteten Sanden und Kalksand mit *Bithynia tentaculata*. Die Mulden werden erfüllt von dem zusammenhängenden „unteren Stockwerk“ des Torfes; darauf folgt ein Moorstreifensand, dann das „obere“, aus Schollen zusammengesetzte Stockwerk des Torfes, darauf wieder Moorstreifensand und endlich oben eine recente Torfbildung.

Das Torflager enthält am Ort gewachsene Pflanzen eines milden Klimas, darunter *Brasenia*.

Weil das obere Stockwerk einen wellenförmigen Verlauf besitzt und aus zahllosen einzelnen Schollen besteht, welche losgerissene Trümmer des unteren Stockwerkes darstellen, hält WEBER das Lager für interglacial, die Zerstörung sei durch einen von N. nach S. vorrückenden Gletscher des jüngsten Inlandeises erfolgt. Das Lager wurde „durch einen Vorstoss der Gletscher der letzten Vereisung deformiert, während die Grundmoräne der deformirenden Gletscher selbst nachträglich vernichtet ward“ (resp. von den Schmelzwässern umgearbeitet)<sup>1</sup>.

Wie auch an anderen postglacialen Mooren hat sich in derselben Niederung auch ein recentes Torfmoor entwickelt, die Sandbeschüttung und die vermeintliche Gletscherstörung haben keinen Ausgleich der Niveauverhältnisse erzielt. A. a. O. habe ich gezeigt, dass die fraglichen Torflager nicht interglacialen Alters zu sein brauchen, dass für eine interglaciale Stellung der beiden Torflager keine stratigraphische Begründung erbracht werden konnte; die Sand-

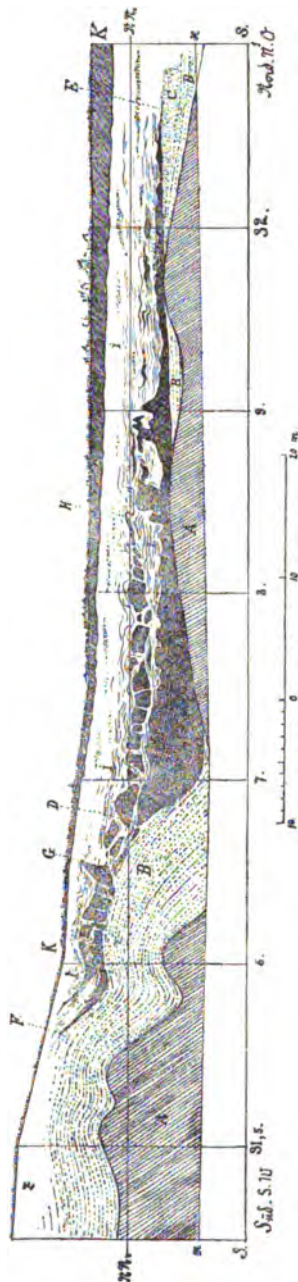


Fig. 6.

<sup>1</sup> Von Interesse ist, dass WEBER schliesslich zugiebt, dass die oberste Lehmbank bei Grünenthal dem unteren Geschiebemergel angehören kann und das dritte Landeis vielleicht nicht bis Grünenthal gelangt ist; dagegen sei diese Lehmbank ein Rest der Grundmoräne desselben Gletschers, der wenigstens die Bornholter Torflager gestaut hat.

beschüttung und die schollenartige Aufarbeitung kann ganz wohl durch locale Wirkung von Wind und Eisschollen des zu Winterszeiten überschwemmten Sumpfes erfolgt sein, analog wie es auch heutzutage noch auf grösseren Wiesenniederungen beobachtet werden kann; der torfstreifige Sand unter dem oberen Stockwerk hat seine Analogie mit anderen recenten Mooren, die, wie z. B. bei Warnemünde, durch Wasser später theilweise zerstört und mit Sand verschüttet wurden. Ein kälteres Klima einer folgenden langen Eiszeit braucht man aber für diese Vorgänge durchaus nicht anzunehmen. WEBER hält allerdings diese Erklärung nicht für hinreichend.

Darauf wurde der Begriff interglacial erweitert und WEBER betrachtet nun eine pflanzenführende Ablagerung als interglacial, wenn sie im Hangenden und Liegenden von irgendwelchen Glacialbildungen begrenzt wird, gleichgiltig, ob dies Grundmoränen, Endmoränen, fluvio-glaciale Bildungen oder dergleichen sind, vorausgesetzt, dass die eingeschlossenen Pflanzen selbst ein nicht ständig glaciales Klima anzeigen und am Orte, oder doch in der Nähe gewachsen sind, und vorausgesetzt ferner, dass die hangenden Glacialbildungen nicht erst in späterer Zeit über die pflanzenführenden Schichten gerathen sind.“

#### Fahrenkrug bei Segeberg in Holstein:

WEBER, Über die diluviale Flora von Fahrenkrug. Beibl. z. Botan. Jahrb. 1893. p. 18, referirt in dies. Jahrb. 1897. I. - 195-.

Eine Tiefbohrung ergab von oben nach unten:

ca. 6	m	gelber Lehm,
2—3	„	I. Kohlenflötz,
8	„	blauer Thon,
10	„	Sand,
0,7—0,9	„	II. Kohlenflötz,
22	„	Sand,
III. Kohlenflötz.		

WEBER'S Untersuchungen beziehen sich auf das erste, hier 1,6 m mächtige Flötz, welches in einem Aufschluss von oben nach unten folgendes Profil zeigte:

0,75 m Waldtorf (an Ort und Stelle gewachsen, anfangs Eiche, dann Buche, zuletzt neben Buche und Fichte die Kiefer),

0,3 „ *Sphagnum*-Torf,

0,05—0,12 m *Hypnum*-Torf,

0,25 m leberartiger Torf (Absatz eines mässig tiefen Gewässers),  
staubfreier Sand mit vielen Pflanzenresten (Absatz eines von Wald umrahmten Gewässers),

ungeschichteter staubfeiner Sand mit Pflanzenresten (wahrscheinlich zuerst Flugsandbildung mit vielleicht steppenartiger Vegetation),

ca. 2 m Moränenmergel.

(Es ist die Geschichte eines postglacialen Torfmoores im Gebiete der Endmoräne.)

WEBER hält die Schicht wegen ihrer Lage zwischen zwei dem Alter nach verschiedenen Moränen für interglacial.

Schulau bei Hamburg: GORTSCHE berichtet (Geognosie Hamburgs, Festschr. d. 49. Vers. d. Naturf. u. Ärzte, Hamburg 1876. p. 15): „An der Grenze zwischen oberem und mittlerem Diluvium ist an dem Steilufer bei Schulau ein kleines Torflager (meist Papiertorf) eingebettet.“ ZEISE (Beitr. z. Ausbreitung d. Inlandeises. 1889. p. 46) giebt folgendes Profil:

- 2,0 m Decksand,
- 1,0 „ Torflager,
- 0,3 „ weisse Sande,
- 6 „ unterer Geschiebemergel, welcher übrigens an dem Ufer z. Th. bis zu Tage tritt.

ZEISE erklärt den Torf für interglacial, dagegen sagt SERNANDER (Bot. Jahrb. 15. 1893. p. 92): „In Übereinstimmung mit FISCHER-BENZON erlaube ich mir jedoch, diese Altersbestimmung ZEISE's in starken Zweifel zu ziehen. Die überlagernde Sandschicht zu einem Residuum einer Moräne zu machen, scheint mir sehr gewagt. Ich glaube deshalb, dass man diese Torfschicht am besten als postglacial deuten muss.“

Sie ist wahrscheinlich äquivalent mit den an der Westküste Schleswig-Holsteins befindlichen Torfschichten. KNUTH, Schr. Nat. Ver. Schl.-Holst. 8. 1.

Als Beispiel, wie eine Bohrung eventuell zu falschen Schlüssen benutzt werden könnte, möchte ich das Profil einer Bohrung bei Wismar<sup>1</sup> anführen, welches ergab:

- 1,45 m humoser sandiger Geschiebelehm,
- 1,05 „ Moorerde,
- 1 „ blauer, fetter Thon, von dem dortigen Diluvialthon nicht zu unterscheiden,
- 1,25 „ lockerer Moostorf, darunter diluviale Thone, Kies und Geschiebemergel.

Das Gelände lehrt, dass hier zweimalige Überschlammungen von Diluvialmassen der nachbarlichen Höhen auf postglacialen Torf vorliegen.

#### Östliches Norddeutschland.

Diluvialkohle von Purmallen (in dem bekannten Bohrloch):

JENTZSCH, Beitr. z. Ausbau. Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1884. p. 510;  
Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1880. p. 669.

<sup>1</sup> GEINITZ, Wasserversorgung von Wismar. Mitth. geol. Landesanst. Mecklenb. 11. 11.

„Die Purmallener Kohle ist als locale Torfbildung aufzufassen, die nachher versandet und schliesslich unter dem vorrückenden Gletscher begraben ward.“ Es ist keine Scholle tertiären Materials, wie BERENDT annahm.

Dieselbe Kohle fand JENTZSCH in gleichem Niveau 2 km nördlich davon, bei Gwilden an der Dange (ibid. p. 511).

Profil (Fig. 6):

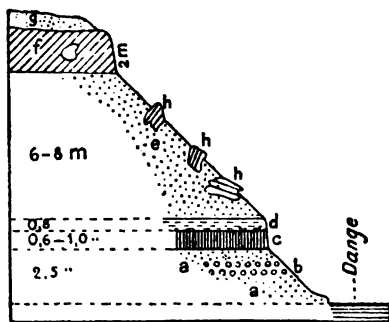


Fig. 6.

Auf diluvialen Sand und Grand (a, b) eine 0,6—1 m mächtige Bank von Kohle (c), bedeckt von 6—8 m Diluvialsand (d, e, mit Blöcken von Diluvialsandstein h), darüber 2 m gelbbrauner Geschiebemergel (f) und 1 m Sand und Grand (g).

JENTZSCH ergänzt nun das Purmallener Profil wie folgt:

- 3 m zweite Vergletscherung (Diluvialsand, Geschiebemergel, Sand),
- 21,6 „ Interglacial (Diluvialsand, Kohle, Sand, Thon),
- 27 „ erste Vergletscherung (Geschiebemergel, Sand, Geschiebemergel),
- 27 „ Vorläufer der ersten Vergletscherung (Sande, ? Geschiebemergel, Sande).

Wahrscheinlich sind nach JENTZSCH gleichalterig die Kohlen von Wormsaten in Kurland, Krzeslaw bei Dünaburg, Shidowtschisny bei Grodno.

Ebenso fand sich in Memel<sup>1</sup> Diluvialkohle:

- 5—12 m Schlick,
- 15,5 „ Gerölle, Grenzschicht zwischen Alluvium und Diluvium,
- 17 „ Diluvialsand,
- 18 „ Thon,
- 24 „ geschiebefreier Sand,
- 27 „ Sand mit Diluvialkohle,
- 32 „ Thon,
- 36 „ Geschiebemergel,
- 57,5 „ Geschiebemergel,
- 61,5 „ Sand,
- 62 „ Geschiebe,
- 65 „ Geschiebemergel,
- Jura.

<sup>1</sup> JENTZSCH, Neue Gesteinsaufschlüsse. Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1896. p. 14.



In Fig. 7 giebt JENTZSCH ein Profil durch Memel und Purmallen, wo die kohlenführende Interglacialstufe sichtbar ist und bemerkt, dass sie nahe der hangenden Grenze des dortigen Diluviums auftritt, mithin die jüngste der deutschen Interglacialstufen vertritt. Er fasst die mit der Kohle von Purmallen und Memel verbundenen Sande und Thone nebst den Kohlen von Purmallen und Memel mit 21 m Mächtigkeit als „Gwildener Schichten“ zusammen.

Das marine Interglacial fehlt nördlich der Pregellinie und wird hier vertreten durch die (gleichalterigen) Süßwasserbildungen (der Gwildener Schichten).

Dies Profil erscheint ja recht einleuchtend, ist aber doch wohl mit Vorsicht anzusehen, da es nur auf Combination beruht. Der Memeler Torf könnte z. B. ganz gut als postglacial gelten; Purmallen liegt in einem Thalabschnitt, Gwildener am Thalgehänge.

Ebenfalls ihrem Alter nach als nur unsicher sind die beiden folgenden Vorkommnisse aufzuführen.

Bei Widminnen, Kreis Lötzen, constatirte JENTZSCH

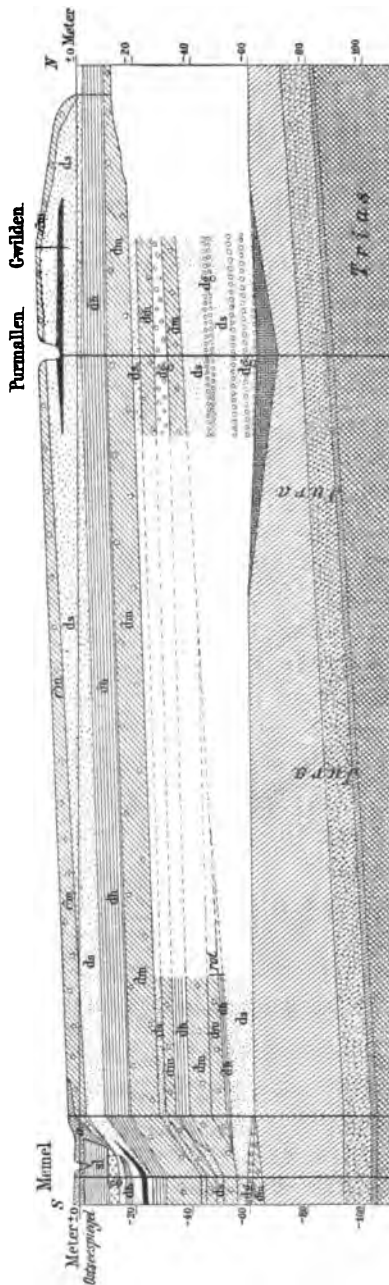


Fig. 7.

(Bericht, Schr. phys. Ges. Königsberg 1896. p. 81) in dem 96 m erbohrten Diluvium Mooskohle:

- 3 m Alluvium,
- 28 „ Sande,
- 36 „ Thon und Mergelsand,
- 46 „ Geschiebemergel,
- 56 „ Mergelsand und Thon,
- 57 „ Geschiebemergel,
- 59 „ Thonmergel,
- 60 „ dünnplattige Mooskohle (mit *Hypnum trifarium*),
- 92,5 „ Geschiebemergel,
- 96 „ Grand und Sand.

JENTZSCH lässt noch unentschieden, welcher Interglacialperiode die Widminnener Mooskohle angehört; „unter der Annahme, dass die Tiefenangaben aller Bohrproben richtig sind und natürliche Faltungen oder Überschiebungen nicht vorliegen, möchte er das Profil so deuten, dass es für die Schichten von 46—60 m einen nicht unerheblichen Rückzug der Gletscher andeutet, in welchem der geschiebeführende Mergel von 56—57 m einen örtlichen nochmaligen Vorstoss (!) der Gletscher bezeichnet. Danach würde also die Widminnener Mooskohle den Rückzugsbildungen eines älteren mächtigen Inlandeises angehören. Bemerkenswerth sind die Reste des Holzes, welches für die in Frage kommende Zeit jedenfalls ein hochnordisches Klima ausschliesst.“

Am linken Steilufer der Weichsel fand EBERT<sup>1</sup> bei Neuenburg an zwei Punkten ein nur 1 cm mächtiges „interglaciales“ Kohlenlager; nach dem angegebenen Profil läge es zwischen Sand resp. Gerölle, die auf Geschiebemergel liegen und von Sanden und Geschiebemergeln überlagert sind; „allerdings machen gewaltige Schichtenfaltungen das geologische Bild z. Th. verworren und ist ein weiteres Studium derselben nöthig.“

#### β. Diatomeenlager.

##### Kliken in Anhalt.

STRÖSE, Das Bacillarienlager bei Kliken. Dessau 1884. Festschrift. Siehe Karte und Profil.

— Mittheilungen über das Diatomeenlager bei Kliken. 1891. 9. Jahresbericht des Realgymnasiums.

<sup>1</sup> EBERT, Über ein Kohlenvorkommen im westpreussischen Diluvium. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1885. p. 803.

KEILHACK, Geologische Mittheilungen aus dem südlichen Fläming. Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1888. p. 128.

Ein ziemlich grosses Lager am Elbgehänge, bedeckt von Geschiebesand und unterlagert von geschiebefreiem Sand, z. Th. mit Sand wechsellagernd, enthält Süsswasserformen, Fischreste, *Pinus*, ist die Ausfüllung eines alten Seebeckens, dessen südlicher Theil bereits der Erosion durch die Elbwässer anheimgefallen ist.

STRÖSE nimmt für das Diatomeen- und das benachbarte Ockerlager ein interglaciales Alter an. Eine Betrachtung des Profils und der Lage am Rande des grossen Elbthales macht aber die Ansicht, dass es ein postglaciales Vorkommen ist, sehr wahrscheinlich.

STRÖSE sagt: „Diese Süsswasserablagerungen entstanden, vielleicht in Zusammenhang mit dem damaligen Stromgebiete, nachdem der untere Geschiebemergel abgesetzt war, und wurden später von dem Grand und Sand des oberen Diluviums bedeckt. Die Sandstreifen, sowie die Sandsteinbank im Bacillarienlager weisen darauf hin, dass wiederholt (infolge von Hochwassern) jenes stehende Gewässer, in welchem die Bacillarienflora wucherte, Überschwemmungen ausgesetzt war, welche von dem gegen heute 2—5 m höheren Bette der ostwestlichen Flussrinne ausgingen. Zugleich mit den Bacillarienschalen hatten sich, ganz analog den jungalluvialen Bildungen in der Mark, Wiesenmergel und Raseneisenstein dort abgesetzt, und alle diese Bildungen wurden dann, infolge der zweiten Eiszeit, von nordischen Granden und Sand überschüttet.“

Also auch hier wieder wird angenommen, dass merkwürdigerweise das interglaciale Seebett genau mit dem postglacialen Urstromthal zusammenfiel.

Viel besser würde diese Schilderung passen, wenn wir sie auf die Zeit des grossen Elb-Urstromthales verlegen, die Worte würden bleiben bis auf den Schluss, wo wir sagen würden: „diese Bildungen wurden dann später von Thalgrand und -sand überschüttet“.

Aus Dänemark sind folgende Funde bekannt<sup>1</sup>:

---

<sup>1</sup> N. HARTZ und E. OESTRUP, Danske Diatoméjord-Aflejringer. Dansk. Geol. Undersökn. 2. 9. 1899.

### Profil von Hollerup bei Landgaa, westlich Randers:

9—12 m resp. 5—6 m oberer geschichteter Diluvialsand.  
 2— 3,5 „ „ ca. 6 „ Diatomeenerde,  
 2— 2,5 „ „ 1,5 „ Süsswasserkalk,  
 1,5 + m „ 1,5 + m unterer Diluvialsand.

Die Oberfläche der Diatomeenerde ist unregelmässig wellig z. Th. mit geologischen Taschen.

Fredericia. Unter der Diatomeenerde scheint unter Moräne zu liegen, in der Fortsetzung des Profils tritt dieselbe, auf steinigem glimmerhaltigen Diluvialsand und plastischem Thon lagernd, hervor (sie hat einen anderen Blockgehalt als die obere Moräne).

0,6 m oberste Moräne,  
 2 „ grober steiniger Grus,  
 2 „ mittlere Moräne,  
 4,5 „ geschichteter Diluvialsand,  
 0,5 „ steiniger Grus,  
 6,5 „ Diatomeenerde.

Am Trälle Klint, nördlich von Fredericia, finden sich fünf Stellen, wo Diatomeenerde und Kalk in verschiedenen Niveaus in grösseren Partien auftreten. Eines der Profile ist:

3— 4 m obere Moräne,  
 9—16 „ geschichteter Diluvialsand,  
 ca. 1 „ Diatomeenerde (mit Einquetschung von Glimmerthon).  
 6—10 „ Süsswasserkalk,  
 2— 4 „ untere Moräne.

Die Diatomeen der Lager sind sämtlich Süsswasserformen. In der Diatomeenerde und im Kalk finden sich ferner zahlreiche Reste von Süsswasserconchylien, Hecht, Hirsch sowie Blatt- und andere Reste von höheren Pflanzen; von letzteren ist hervorzuheben: Eiche, Kiefer und Fichte(!), *Taxus*. Eller, *Carpinus betulus*, *Ilex*, *Viscum album*, *Naja marina*, *Brasenia purpurea* (!). Die Flora entspricht einem milden Klima, ungefähr dem gegenwärtig in Dänemark herrschenden.

HARTZ spricht sich dahin aus, dass diese Lager wahrscheinlich alle auf primärer Stätte sich befinden und der „zweiten Interglacialzeit“ angehören; der obere fluvio-glaciale Sand entstamme der Zeit, als der Eisrand des zweiten baltischen Eisstromes in der Nähe lag, die Moräne dieses hat das Lager von Hollerup nicht überschritten, bedeckt aber

diejenigen der Gegend von Fredericia; der untere Sand sei nicht präglacial, sondern stamme von dem Rückzug der „grossen Vereisung“, deren Moräne in der „unteren Moräne“ der Profile vorliege.

Vielleicht gehört hierzu nach MADSEN<sup>1</sup> auch das unbedeutende unterdiluviale Lager von sandigem Süsswasserthon mit *Limnaea* von Hersnab auf Hindsholm<sup>2</sup>.

Bei Gudbjerg auf Fünen fanden MADSEN und NORDMANN<sup>3</sup> in 54 m ü. d. M. einen „interglacialen“ Süsswasserthon mit der neuen Schneckenform *Nematurella stenostoma* (Fig. a. a. O. p. 27). Die Lagerfolge wird beschrieben:

- 2,25 m gelber Moränenlehm und Grus,
- 1,4 „ blauer geflammer Thon mit einzelnen Steinen,
- 6,3 „ auskeilende Sandschicht, blauer Thon.

Nur als Vermuthung wird eine Unterteufung durch einen untersten Geschiebethon angenommen.

Der Thon führt Süsswasserconchylien.

Die Lagerungsverhältnisse dieser dänischen Vorkommnisse erscheinen nicht ganz zweifellos; HARTZ hält sie für wahrscheinlich primär. Die Lage nahe, resp. innerhalb der Moränengürtel lässt immerhin die Annahme zu, dass hier postglaciale Bildungen von Eisvorstössen oder localen Ursachen mit Moränenmaterial bedeckt wurden. (Aber auch die Möglichkeit des präglacialen Alters ist nicht ausgeschlossen.)

#### γ. Lager mit Süsswasserconchylien.

WAHNSCHAFTE hebt hervor, dass die Molluskenfauna jener Ablagerungen sich nicht von der heutigen unterscheidet (bis auf die *Paludina diluviana*<sup>4</sup>, deren Vorkommen auf primärer Lagerstätte übrigens nicht feststeht).

Die gewöhnlichen Arten sind: *Valvata piscinalis*, *Bithynia tentaculata*, *Planorbis marginatus*, *Pl. carinatus*, *Limnaea auricularia*, *L. stagnalis*, *L. ovata*, *Sphaerium solidum*, *S. rivicolum*, *Pisidium amnicum*, *P. nitidum*, *Dreissenia polymorpha*, *Unio*, *Anodonta*.

<sup>1</sup> Inddelingen af de danske Kvartärdannelser. 1899. p. 6.

<sup>2</sup> USSINE und MADSEN, Kortbl. Hindsholm. Dansk. Geol. Undersökn. 1. 2. 1897. p. 85.

<sup>3</sup> Medd. Dansk. Geol. Foren. 8. 21. 1901.

<sup>4</sup> Bei den in jüngeren Lagern gefundenen Paludinen muss wohl auf die Ähnlichkeit der *Paludina diluviana* und *P. fasciata* geachtet werden.

Bei Werder fand KOERT (Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1899. p. -60-) auf Spathsand 2—2,5 m Sande mit Valvaten und Pflanzenresten, darüber Grand mit eingeschalteten dünnen Bänken von diatomeenführendem Süßwasserkalk. Im Hangenden folgen Spathsande und am Fuss des Gehänges horizontal geschichteter Thalsand. KOERT rechnet dieses Vorkommen zu den primären und stellt es zum jüngeren Interglacial, es schliesst sich nach ihm eng an das vom Rollberg bei Rathenow an.

#### Korbiskrug bei Königswusterhausen.

LAUFER, Ein Süßwasserbecken der Diluvialzeit. Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1881. p. 496. Fig. 8.

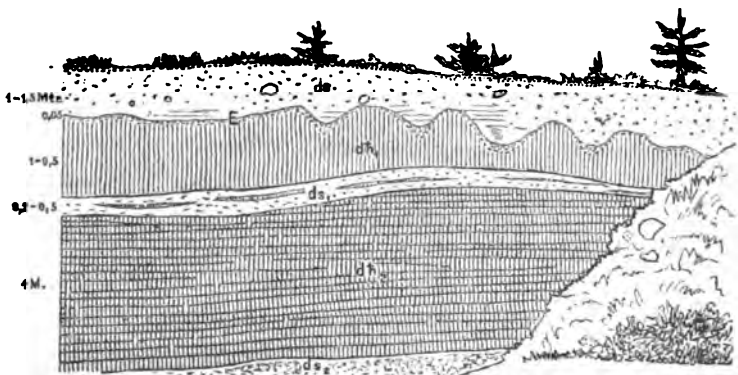


Fig. 8. Thongrube von Korbiskrug.  $ds$  = oberer Diluvialsand, schwach bedeckt von Thalsand, über Schlepssand des unteren Diluviums;  $E$  = Ockersandschicht;  $dh_1$  = conchylienreicher Diluvialthon;  $ds_1$  und  $ds_2$  = unterer Diluvialsand;  $dh_2$  = Diluvialthonmergel, Übergangsbildung zum Mergelsand.

Der Fundort ist auf eine kleine Strecke beschränkt, die innerhalb einer Thalfläche liegt. In der Umgebung tritt mächtiger Diluvialthon auf, frei von Conchylien (!); er wird von unterem Geschiebemergel bedeckt, von Diluvialsand unterteuft; der Geschiebemergel erscheint nach dem Liegenden zu Thonmergel umgebildet.

Der Fundpunkt zeigt unter 1—1,5 m ungeschichtetem „oberen Diluvialsand“ mit unterer Verwitterungsgrenze, eine 1—1,5 m mächtige Bank eines geschiebearmen Thonmergels (welcher als eine Grenzausbildung des Diluvialthones zum unteren Diluvialmergel anzusehen ist) = „Oberbank“, von dem Hauptthonlager (Unterbank) getrennt durch eine dünne Sandbank. Die „Oberbank“ allein führt Conchylien, von denen am

häufigsten *Valvata piscinalis*, ferner *Bithynia tentaculata*, *Pisidium*, *Planorbis*, *Limnaea* und eine *Paludina diluviana*; die Bank ist ausserordentlich kalkreich, im feuchten Zustand blauschwarz, führt auch viele Pflanzenreste, ferner Fischreste und *Cervus elaphus*. In dem folgenden Sand lagen einige Valvaten und *Unio*.

Nach LAUFER ist der Fund ein Becken des unteren Diluviums, WAHNSCHAFTE rechnet ihn zum Interglacial 2, KEILHACK zum „Präglacial“, jetzt Interglacial 1<sup>1</sup>.

Die ganze Lagerung, das Beschränktsein der Conchylien auf die obere Schicht lassen aber ebenfalls an postglacial denken, oder „jungglacial“, als eine Ablagerung in dem Thale, umgeschlammtes Material des Diluvialthones, mit Anreicherung an Süsswasserconchylien und Pflanzen, sowie spätere Bedeckung durch geschiebeführende Sande durch die „Eisschlammwässer“, Schlammeis, von Überschwemmungen oder dergl. Man wird aber beide Vorkommnisse dem Alter nach als noch unsicher bestimmt bezeichnen müssen.

Die Süsswasserkalkvorkommnisse von Zetthun und Carzenburg i. Pr.<sup>2</sup> bilden bis zu 1,5 m mächtige Einlagerungen in geschichteten feinen unteren Sanden und werden als Interglacial 2 angesehen. Ihr Vorkommen an einem Thalgehänge resp. in jungdiluvialen Sandrdistricten spricht aber durchaus nicht für diese Auffassung: es können sehr wohl einfache Kalkbildungen im Sandr sein, wie sie auch anderwärts vorkommen; so erwähnt MAAS (Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1900. p. 129) das Auftreten jungdiluvialer Tuffkalke als Ausscheidungen aus dem Geschiebesande in gewissen Stadien des Wasserstandes, die sich an die diluvialen Thalterrassen anschliessen und als Vertreter der Terrassen an Steilgehängen aufzufassen sind.

Ähnliches möchte ich für Tuchel annehmen. Hier fand MAAS (Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1898. p. CCII) im Westtheil der Tucheler Heide nur einen Geschiebemergel, von Sand und Grand unter- und überlagert. MAAS hält ihn für oberen, weil die unterlagernden Sande z. Th. Reste von

<sup>1</sup> WAHNSCHAFTE, Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1896. p. 134; KEILHACK, ibid. 1882. p. 156.

<sup>2</sup> Erläut. zu Bl. Kurow. 1896. p. 12, und zu Bl. Carzenburg. 1895. p. 20.

Süßwasserfauna (auf primärer Lagerstätte), *Valvata piscinalis*, *Bithynia tentaculata*, *Pisidium amnicum*, ferner *Elephas primigenius* führen.

Häufig werden diese „durch ihre organischen Einschlüsse als interglacial charakterisirten Sande und Grande auch unmittelbar vom Heidesand überlagert“. Sie führen stellenweise Gerölle von Geschiebemergel; es scheint nach MAAS, als habe die Tucheler Heide schon zur Interglacialzeit Höhenunterschiede gegen ihr westliches Randgebiet aufgewiesen.

WAHNSCHAFFE wies in der Magerburger Börde zwei petrographisch verschiedene Grundmoränen, eine untere, an Muschelkalk reiche Localmoräne und einen oberen Geschiebemergel, nach, getrennt durch Sedimente. Der obere Geschiebemergel ist häufig nur als Rest, Steinsohle vorhanden<sup>1</sup>; unter ihr fand sich auch Kalktuff als interglaciale Bildung. WAHNSCHAFFE meint danach, dass die zweite Vereisung bis in jene Gegend gereicht habe.

Über die Lagerungsverhältnisse des Kalktuffes von Schwanebeck bei Halberstadt ist nichts Genaues bekannt. ZECH<sup>2</sup> sagt, er liegt in 132 m Höhe auf Septarienthon, aus den angeführten Profilen scheint er von keinen weiteren Diluvialmassen überlagert zu sein. Neben Säugethierknochen und Blättern enthält er viel Binnenconchylien, unter denen einige dem Altleistocän angehören.

Aus dem Gebiet des Endmoränenzuges an dem grossen Thalkessel von Graudenz ist noch das Bohrloch bei Druschin bemerkenswerth<sup>3</sup>:

7,5 m	oberer Geschiebemergel,
1,5 „	oberer lehmiger Grand,
3 „	? interglacialer grauer Thon,
2,5 „	kalkiger sandiger Humus, interglacial,
20 „	unterer Geschiebemergel mit eingelagerten Mergelsanden, in dessen oberem 1 m graugrüner Moormergel mit unbestimmbaren Wurzeln,
3 „	unterer Sand,
3 „	grauer Thon.

<sup>1</sup> Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1888. p. 262; s. Figur auf p. 267.

<sup>2</sup> Vergl. ZECH, Geologische Verhältnisse der nördlichen Umgebung von Halberstadt. Jahresber. d. Oberrealschule zu Halberstadt. 1894. p. 14; WOLTERSTORFF, Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1896. p. 192.

<sup>3</sup> MAAS, Über Endmoränen in Westpreussen. Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1900. p. 130, 136.



Bei Suchau in Westpreussen fand MAAS<sup>1</sup> folgendes Profil:

- 3 m Thalsand,
- 2 „ sandiger oberer Geschiebemergel,
- 3 „ oberer Sand und Grand,
- 2 „ eisenschüssiger Sand mit *Valvata antiqua*, *Planorbis* u. a.,
- 6 „ unterer Sand,
- grauer unterer Geschiebemergel.

Die Schicht aus 8—10 m Tiefe wird durch ihre Süßwasserfauna und Verwitterungserscheinung als interglacial aufgefasst.

Von Gross-Schönwalde östlich Graudenz fand JENTZSCH<sup>2</sup> unter 1,5 m Geschiebesand und 0,3 m Grand etwa 5 m geschichteten Grand und Sand mit zahlreichen Muscheln (*Pisidium*, *Anodonta*, *Valvata*); diese Schicht scheint den unteren Geschiebemergel discordant zu überlagern, dessen oberster Theil entkalkt ist und Wurzelfasern enthält.

Das Thal der Laschienka bei Lessen zeigt durch Combination von Aufschlüssen:

- 1,0 m Abschlämmmassen.
- 3,0 „ kalkfreien feinen Sand,
- 1,4 „ Mergelsand und Thonmergel,
- 1,2 „ unteren Geschiebemergel,

(Ich möchte dies Profil aber nicht zu interglacialer Deutung verwerthen.)

Wenn nicht etwa localer Übertrieb oder Erscheinungen von Sandr die hangenden Schichten erklären lassen, so wird man für diese Funde im Endmoränengebiet anzunehmen haben, dass während der langen Zeit des Stillstandes vom Eisrand hier auch kleine offene Gewässer sich bildeten, die von Thieren und Pflanzen belebt waren.

Für das ostpreussische Diluvium hatte JENTZSCH<sup>3</sup> folgende Gliederung entworfen:

- Jungglacial,
- Interglacial: { Sand und Grand,  
Kohle,  
Sand und Grand,  
Thonmergel,
- Altglacial,
- Frühglacial.

<sup>1</sup> MAAS, Über Endmoränen in Westpreussen. Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1900. p. 130, 136.

<sup>2</sup> Erläut. zu Bl. Lessen. 1898. p. 12.

<sup>3</sup> Bericht über die Verwaltung des ostpreussischen Provincialmuseums. Königsberg 1896. p. 53.

Die einzelnen Profile sprechen für diese Gliederung. Bedenken wir aber die recht complicirten Oberflächenverhältnisse des Landstriches während der ganzen Quartärzeit, die sich in dem Verbundensein von marinen mit Süßwasserablagerungen oft genug zeigt (s. u.), sowie die anerkannte Thatsache, dass der Gletscher hier wie anderswo vielfache Oscillationen ausführte, so wird man die Profile (der innerhalb der Eemoränäenzone gelegenen Punkte) z. Th. auch als „alt- und jungdiluvial“ ansehen können; wir müssen annehmen, dass hier manche eisfreien Stellen existirten, die z. Th. auch offene (Süß- wie Meeres-) Wasser trugen.

#### Lindenberg bei Rössel.

SCHRÖDER, Diluviale Süßwasserconchylien auf primärer Lagerstätte in Ostpreussen. Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1887. p. 349.

In diluvialen Sand und Grand eingelagerte Schichten von Kalk und Thonmergel sind, ebenso wie der hangende und liegende Sand, reich an Süßwasserconchylien (*Anodonta*, *Uniona*, *Limnaea stagnalis*, *L. ovata*, *Planorbis carinatus*, *Valvata piscinalis*). Die Serie ist ca. 15 m mächtig; SCHRÖDER hält die ganze Schichtenfolge für Süßwasserabsatz. Die Nachbarschaft mariner Schichten, bei Kiwitten 4 Meilen westlich, zeigt, dass damals die Grenze zwischen Meer und Land zwischen den Städten Bischofstein und Rössel lag.

#### Süßwasser-Interglacial von Tapiau am Pregelthal.

JENTZSCH, Ber. d. Verw. d. ostpreuss. Provincialmus. 1896. p. 61; Neue Gesteinsaufschlüsse. p. 56.

- 3 m Auftrag,
- 6,5 „ gelber Lehm zweifelhafter Stellung,
- 10 „ gelber feiner Sand mit Schnecken  
(? *Paludina diluviana*),
- 14 „ grauer Thonmergel mit *Paludina diluviana*,
- 15 „ grauer Sand mit Süßwasserconchylien, *Pal. diluviana* und *Valvata*,
- 17 „ gelblicher Sand,
- 20 „ kalkarmer grauer Schlick,
- 22 „ dto. kalkig,
- 24 „ feiner grauer Sand mit *Paludina diluviana*,
- 25,5 „ grauer Thonmergel,
- 28,19 „ Sand, schwach kalkhaltig,

Königsberger Stufe  
oder Regimontan  
(interglacial),

- 29,5 m grünlichgrauer Fayencemergel,
- 40 „ rother fetter Thonmergel (Wehlauer Thon),
- 45,5 „ grauer magerer Thonmergel (vielleicht Rückzugsbildung der vorübergehenden Gletscherablagerungen); von JENTZSCH als Analogon einer Lateritbildung aufgefasst,
- 46 „ nordischer Grand.

### Allenberg bei Wehlau.

JENTZSCH, Ber. d. Verw. d. ostpreuss. Provincialmus. 1896. p. 72; Neue Gesteinsaufschlüsse. p. 62.

- 7— 9 m alluvialer Grand,
  - 9—25 „ röthlicher Geschiebemergel,
  - 32 „ Thonmergel,
  - 33 „ grüner Lehm mit dünnen Kohlenbänken,
  - 37 „ grauer Sand mit Pflanzen und Süßwasserconchylien,
  - 40 „ kalkreicher Staubsand mit Diatomeen,
  - 47 „ grauer Schlick mit Pflanzenresten,
  - 57 „ rother fetter Thonmergel
  - 67 „ Geschiebemergel,
  - 69 „ Diluvialsand.
- 15 m Regimontan,
- 10 „ Wehlauer Thon,

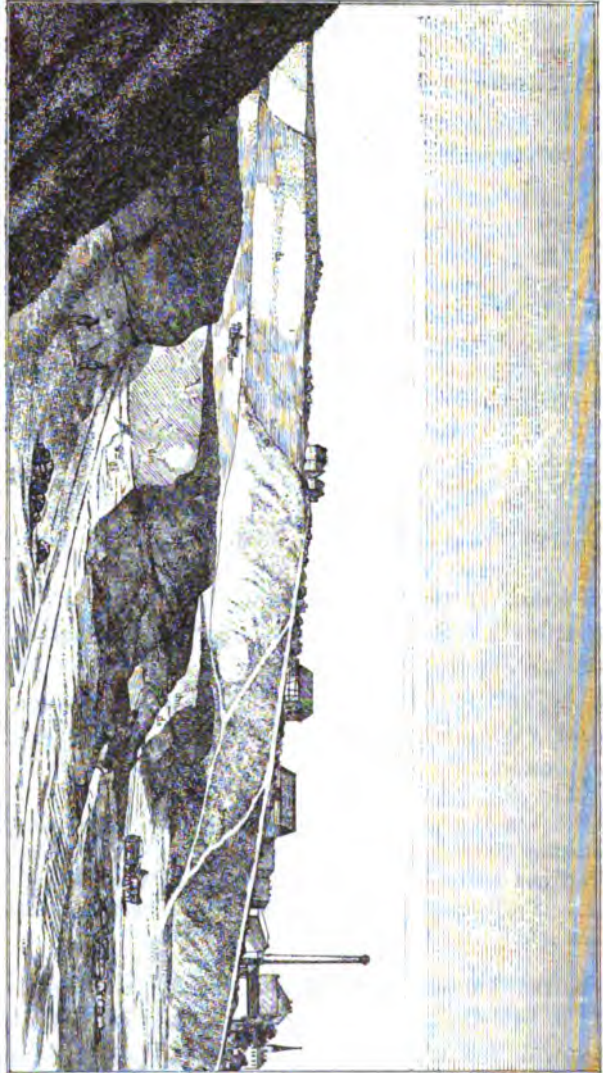
Insterburg. Eine Bohrung zeigte in dem 37,5 m mächtigen Diluvium (mit typischem Geschiebemergel in den bedeckenden Sandschichten) in 34,5—34,75 m eine dünne Kiesbank erfüllt mit Süßwasserschnecken (*Paludina diluviana*, *Valvata*, *Pisidium*), darunter eine Lage „schwarzer Erde“ mit *Picea excelsa*.

Der von GISEVIUS (Schr. physik. Ges. Königsberg. 40. 1899. p. [7] mitgetheilte „interglaciale Süßwassermergel“ mit Diatomeen, verknüpft mit Torf und Diatomeenmergel in der Section Wormditt, Ostpreussen (von 1,1—2 m lehmigem Sand bedeckt), dürfte wohl ein alluviales Vorkommen sein.

KLEBS äussert sich (Erläut. zu Bl. Heilsberg. 47. Lief. 1891. p. 31) dahin, dass es am wahrscheinlichsten erscheint, dass sowohl bei Wormditt als auch bei Heilsberg und Bartenstein Absätze alter, höher gelegener alluvialer Becken vorliegen, deren Lagerungsverhältnisse durch angerutschten oder umgelagerten Lehm unklar sind (s. auch Bl. Bartenstein. 1896. p. 10).

δ. Eine Hauptstütze für die Annahme von Interglacialzeiten sind die Funde der diluvialen Säugethiere, Rixdorf an der Spitze.

Fig. 9. Sandgrube gegenüber dem Rathhause von Rixdorf bei Berlin, Hauptdiluvialprofil (nach Brandt).  
 dm = oberer Diluvialmergel; ds = unterer Diluvialsand; dm = unterer Diluvialmergel.



SCHRÖDER sagt, dass, wenn auch viele interglaciale Ablagerungen durch spätere Wassermassen zerstört seien und in der That die Knochen oft Abrollungserscheinungen

zeigen, doch ein grosser Theil der Säugethierüberreste von Rixdorf u. a. O. sich auf primärer Lagerstätte finden.

Die berühmte Fundstätte zu Rixdorf ist zuletzt von BERENDT beschrieben und abgebildet (Erläuterungen zur geologischen Specialkarte von Preussen, Blatt Tempelhof. 1882. Taf. I Fig. 2; PENCK, Zeitschr. deutsch. geol. Gesellsch. 1879. p. 152) (Fig. 9).

Unter der ziemlich gleichmässigen Decke von 2—5 m oberem Geschiebemergel resp. -lehm und -sand liegen die mächtigen Diluvialsande, z. Th. mit Grandeinlagerungen; an ihrer unteren Grenze ist unmittelbar auf dem unteren Geschiebemergel eine Grandbank, welche meist die Säugethierreste führt. Der untere Geschiebemergel bildet nur mehr oder weniger mächtige Einlagerungen im Sand (er ist hier ein guter Fundpunkt für *Paludina diluviana*). (Das Profil BERENDT's zeigt (Fig. 10), dass der untere Geschiebemergel seitlich in Grand übergehen kann, und weiter, dass es bei der aufgebogenen Lagerung oft sehr schwer ist, unteren und oberen Geschiebemergel an solchen Gehängen zu trennen, wo beide streckenweise die Oberfläche bilden.)

#### Halbe bei Königswusterhausen:

WAHNSCHAFTE, Über Aufschlüsse im Diluvium bei Halbe. Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1896. p. 126.

Diluvialer Thon (nach WAHNSCHAFTE dem untersten Diluvium zugehörig) wird von Sanden bedeckt, die z. Th. zum Thalsand, z. Th. zum Interglacial gerechnet werden; der Aufschluss liegt in einer Thalrinne, die von Thalsand erfüllt ist. Zwischen Sand und Thon kommt ein Steinpflaster vor (als Rückstand eines ausgeschlammten Geschiebemergels angesehen). In dieser Stein-



Fig. 10. Durchschnitt des Tempelower Berges, östlich des Kreuzberg (nach BERENDT).

sohle fand sich eine gut erhaltene Stange des hochnordischen Renthieres, *Cervus groenlandicus*; da auch *Elephas* und *Ursus* hier gefunden wurde, stellt WAHNSCHAFTE den Fund in den Rixdorfer Horizont.

Im Sand fand sich eine Torfscholle.

Dieser hochnordische Rest im Interglacial (mit gemässigtem Klima!) wäre als Relict aufzufassen; es liegt kein Grund vor, die knochenführenden Sande als von einer Moräne (oder deren Resten) bedeckt anzusehen, das Lager kann sehr gut als „postglacial“ im weiteren Sinne angesprochen werden.

Der Befund von Oderberg ist folgender:

SCHRÖDER, Eine grosse *Felis*-Art aus märkischem Diluvium. Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1897. p. 20.

Spathsand und etwas Thon unter 1 m Geschiebemergel mit oben 0,5 m Blockpackung; darauf 10 m Grand und Sand an der unteren Grenze mit den Säugethierresten, bedeckt von 0,5 m Blocklage und 2 m Thalsand.

Man könnte die fraglichen Grande nach ihrer Lage innerhalb von Thalterrassen für spätglacial halten, SCHRÖDER meint indessen, dass die obere Blocklage das Residuum der zerstörten jungglacialen Grundmoräne ist und damit der unterlagernde Grand interglacial resp. jungglacial.

Alle Fundorte aufzuführen, würde hier zu weit führen; diluviale Säugethierreste finden sich in allen Theilen des norddeutschen Flachlandes. Nur einige, von denen die genauere Lagerung bekannt ist, mögen als Beispiel erwähnt sein:

In Mecklenburg ist Bartelsdorf bei Rostock interessant. Der bis 8 m mächtige „mittlere“ Kies enthält an seiner Basis Gerölle von seiner klippenartig erodirten Unterlage, dem grauen Geschiebemergel (derartige Geschiebemergelgerölle sind auch anderwärts bekannt, aus der Mark, Hannover und aus Ostpreussen (s. SCHRÖDER, Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1897. p. 23); sie brauchen nicht eine lange zeitliche Unterbrechung zwischen Ablagerung des Geschiebemergels und Diluvialkieses anzudeuten); der Kies ist z. Th. bedeckt von Geschiebesand, der aber nicht Repräsentant des oberen Geschiebemergels zu sein braucht. Im Kies fanden sich gerollte Stücke von *Cervus elaphus* und *C. ? megaceros*.

Über die Vorkommnisse in der Provinz Hannover gab STRUCKMANN eine Übersicht (Über die bisher in der Provinz Hannover aufgefundenen fossilen und subfossilen Reste quartärer Säugethiere. Jahresber. naturh. Ges. Hannover. 1884. p. 21, 40; 1892. p. 48).

Genauere Schichtenangaben fehlen meist, vielfach werden auch „Sande

in Flussbetten\* als Fundorte genannt, sogar in jungdiluvialen Schichten finden sich einige der Rixdorfer Formen.

Aus der Gegend von Posen werden zahlreiche Funde ohne specielle Angabe der Lagerung mitgetheilt (MAAS, Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1898. p. 82); andere liegen im Kies von Thalterrassen auf secundärer Stätte (WAHNSCHAFTE, ibid. 1896. p. LXXIX).

Aus Schleswig-Holstein sind nach freundlicher Mittheilung von GOTTSCHÉ 11–12 Mammuthfunde bekannt, aus Mecklenburg 9, aus der Provinz Preussen einige 50. Dagegen sind aus Schlesien reichliche Funde bekannt.

Sehr bemerkenswerth ist also die Erscheinung, dass je weiter nach den südlichen Gebieten des norddeutschen Quartärs, um so reichlicher die Funde werden. Dasselbe gilt für die ausserdeutschen Landschaften. Auch die westrussischen Mammuthfunde sind alle auf prä- oder postglaciale Ablagerungen zurückführbar. Das Thier hat eben seine Hauptverbreitung längs der Aussenränder der Vereisung gehabt (ob es im späteren Quartär nach NO., Sibirien, ausgewandert ist, ist eine Frage, die der näheren Untersuchung werth erscheint).

Es entstehen nun die Fragen: 1. Sind es Reste von an Ort und Stelle untergegangenen Thieren oder sind sie zusammengeschwemmt auf secundärer Lagerstätte? 2. Sind diese Säugethierformen prä-, inter- oder postglacial, oder gehören sie allen drei Zeitabschnitten an? 3. Sind die stratigraphischen Beweismittel ausreichend?

Manche Funde an den äusseren Randgebieten sind sicher präglacial (Schlesien), andere auch postglacial (in Sachsen, in den Terrassen bei Halbe, Oderberg, Hameln); viele sind deutlich verschleppt.

Ein sicheres Beispiel von „interglacialem“ Vorkommen scheint Rixdorf: Die dortigen fossilführenden Grande liegen zwischen zwei Geschiebemergeln. Aber aus der Schilderung können sich doch auch hier Bedenken ergeben: Vielfach sind die Grande besonders reich an ihrer Basis, unmittelbar an ihrer Grenze gegen den unterlagernden Geschiebemergel; wie nun auch im Geschiebemergel, also auf secundärer Lagerung, Knochen und *Paludina diluviana* vorkommen, so können sie in den überlagernden Sand auf tertiäre Lagerstätte gelangt sein. Gegen diese Verallgemeinerung spricht nur die Masse und theilweise gute Erhaltung.

Die untere Geschiebemergelbank ist dort gar keine mächtige Bank, sondern geht seitlich in Grand über und stellt eine Einlagerung im Sande vor (ganz abgesehen davon, dass oberer und unterer Geschiebemergel an der Oberfläche nicht immer sicher zu trennen sind); das mächtige Diluvium der Tiefbohrung (Blatt Tempelhof. p. 17) zeigt darunter nur Sedimente. Es hat also hier ein länger andauernder Kampf zwischen Moräne und fluvioglacialen resp. einheimischen Sedimenten stattgefunden<sup>1</sup>, ohne dass eine eigentliche mächtige Moräne zum Absatz gelangte (BERENDT weist auf die eigenthümlichen Beziehungen zwischen Geschiebemergel und Thon hin: wo der eine zu grösserer Ausbildung entwickelt ist, tritt der andere zurück). Moräne und Grand haben dabei die in der Nachbarschaft befindlichen Thierreste in sich aufgenommen, so dass diese theilweise auf primärer Lagerstätte zu betrachten sind, die Reste sind typisch „glacial“ und bezeichnen keine Epoche eines grösseren Rückzuges des Eises infolge milderer Klimas (auch etwa vorkommende Gerölle von Geschiebemergel im Sand brauchen natürlich nicht eine längere Zeit von Eisfreiheit zu bezeichnen).

Wenn auf diese glacialen und fluvioglacialen Ablagerungen eine ziemlich gleichmässige Decke von oberem Geschiebemergel abgelagert ist, so kann dies einerseits als Beweis für eine neue Eiszeit angesehen werden, andererseits aber auch, im Vergleich mit den zahlreichen anderen Wechsellagerungen im eigentlichen unteren Diluvium, auf oscillatorische Vorstösse des Eises in der Zeit des allgemeinen Rückzuges zurückgeführt werden (es mag für die Kartirung von Nutzen sein, diese Trennung durchzuführen, mittlerweile ist ja erkannt, dass sie mehr noch einen historischen Werth hat).

## 2. Marines Diluvium, marines Altquartär.

### a. Cimbrische Halbinsel.

Die marinen Diluvialschichten Deutschlands beschränken sich auf die Küstengebiete der Nord- und Ostsee und auf ehemalige in das Land tiefer eingreifende Buchten oder

<sup>1</sup> In der Nähe mag sich ein grösseres Gewässer, z. B. ein „Paludina-Fluss“, befunden haben.



**Arme<sup>1</sup>.** Eine alte Verbindung zwischen Nord- und Ostsee nimmt GOTTSCHE von Itzehoe, Rensing durch das heutige Thal der Osterau über Fahrenkrug, Tarbeck, Plön und durch das Thal der Kossau in die Kieler Bucht an; auch durch das Thal der Eider, Sorge und Schlei scheint eine ähnliche Verbindung bestanden zu haben. Der Geestrand scheint in seiner Anlage älter als das Diluvium zu sein und einen alten Bruchrand zu bezeichnen. Eine Karte des marinen Diluviums giebt JENTZSCH im Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1884. Taf. 27.

Die schleswig-holsteinischen Vorkommnisse sind von GOTTSCHE beschrieben<sup>2</sup>, auf dessen Arbeit mit der übrigen Literaturangabe hier Bezug genommen wird. Er gliedert die Fauna in eine arktische, boreale und gemässigte; sämtliche Faunen sind Litoralfaunen.

Die Schichtenfolge bei Lauenburg ist nach MÜLLER und KEILHACK folgende<sup>3</sup>:

Elb-Trave-Canal. Kuhgrund.	{	1. Oberer Sand mit seiner geschiebereichen Decke (glaciale Bildung).	} glaciale Bildung <sup>4</sup> .
		2. Interglacialer Torf (Süßwasserbildung), interglaciale Bildung.	
		3. Obere Bank des unteren Geschiebemergels.	
		4. Spath- und Mergelsande (nicht <i>Cardium</i> -Sande).	
		5. Untere Bank des unteren Geschiebemergels.	
		6. Spathsande, an der Basis mit Bänken von Bänderthon und Mergelsand.	
		7. <i>Cardium</i> -Sand	} marine bzw. brack. Bildung
		8. Fetter Thon mit <i>Mytilus edulis</i>	
		9. Braunkohle, unrein, mit Resten von Nagern, Fischen, Käfern u. s. w.	
		10. <i>Anodonta</i> -Bank, stellenweise in eine reine Diatomeenschicht übergehend	
		} marine Bildung?, früher als Miocän (Pliocän) angesehen.	} präglacial nach MÜLLER <sup>5</sup>
		11. Sand ohne Fossilien.	
		12. Fetter schwarzer Thon.	

<sup>1</sup> Das locale Beschränktsein der marinen Ablagerungen ist ein weiterer Beweis gegen die Drifttheorie.

<sup>2</sup> GOTTSCHE, Die Endmoränen und das marine Diluvium Schleswig-Holsteins. II. Mitth. Geogr. Ges. Hamburg 1896.

<sup>3</sup> Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1898. p. -145-.

<sup>4</sup> Den jetzt als unterster Geschiebemergel angesehenen Thon im Elbniveau am Kuhgrund hatte ich früher als den grauschwarzen Thon gehalten; möglich wäre es immer noch, dass es dieser ist, eingepresste Geschiebe führend; indessen bescheide ich mich mit dem Resultat der neueren Aufnahmen.

<sup>5</sup> Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1899. p. LVII.

Die Aufschlüsse des Elb-Trave-Canals an der Schleuse in Lauenburg (s. Profil Fig. 11) zeigten als ältestes Glied der Reihe den dunklen Thon, welcher eine Mächtigkeit bis zu 100 m besitzt, ohne Fossilien. Derselbe Thon, den man bisher zum Miocän gerechnet hatte, zieht sich weiter elbabwärts bis Hamburg hin; so fand er sich in einem Grubenaufschluss abwärts von Tesperhude als aufgequetschte Kuppe, an deren oberen Theilen auch breccienartig Spathsand und grosse Blöcke eingequetscht waren. Er führt hier Gypskrystalle. In Hamburg

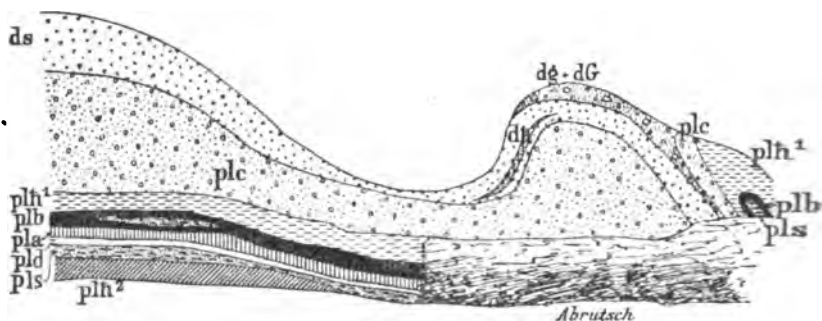


Fig. 11. dg, dG = Grand und Geschiebepackung; ds = unterdiluvialer Spathsand; dh = unterdiluvialer Bänderthon; plc = Cardium-Sand; pld = Diatomeenbank; plh¹ = fetter Thon mit *Mytilus edulis*; plb = Braunkohle; pla = Anodontenbank; pls = Sande, stellenweise vivianitführend; pjh² = fetter Thon ohne Fossilien.

ist er an mehreren Stellen durchsunken und es wurden unter ihm Grundmoränenbildungen beobachtet; deshalb stellt ihn GOTTSCHKE zum unteren Diluvium¹.

¹ Dagegen folgt in einer neuen Bohrung der Bavaria-Brauerei zu Altona (am Abhang der Geest) unter dem Thon sogleich das normale Miocän; die Bohrung ergab bis — 28 m unteren Geschiebemergel, bis — 39 m Kies, bis — 41 m Geschiebemergel und bis — 64,6 m schwarzen Thon des Unterdiluviums; darunter miocänen Glimmerthon (vergl. DARAPSKY, Vortrag im Journ. f. Gasbeleuchtung und Wasserversorgung. 1901). Ob die Bohrprofile allein maassgebend sein können, möchte vorerst noch zweifelhaft sein; man hat staffelartige Verwerfungen constatirt und nur zwei Geschiebemerkeleebänke beobachtet. Der Bericht sagt (Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1898. p. 146-), „wenn man diese Grundmoränen der Hamburger Bohrungen der ältesten Eiszeit zurechnet, die in Lauenburg unter dem Torflager und über den Cardium-Sanden liegenden Geschiebemergel als Grundmoräne der mittleren Eiszeit betrachtet, so ergibt sich daraus, dass sowohl die Süswasserbildungen als auch die marinen Ablagerungen bei Buchhorst der ältesten Interglacialzeit angehören.“

Die folgenden Süsswasserbildungen bestehen aus braunkohlenartigem Torf mit zahlreichen Pflanzenresten<sup>1</sup>, einem Thon mit *Anodonta*, einem versteinungsleeren Sand und einer kalkhaltigen Diatomeenerde, welche sehr der schwedischen jüngeren „gytja“ ähnelt<sup>2</sup>. Die Schichten keilen sich nach NW. aus.

Über den folgenden *Mytilus*-Thon stellen sich dann die feinen thonigen Sande ein, die in örtlichen Anhäufungen Millionen von *Cardium*-Schalen enthalten, daneben nur als Seltenheiten noch andere marine Reste.

Auch die Lagerungsverhältnisse sind sehr interessant: „Die Schichten sind nämlich in ausserordentlich complicirter Weise gefaltet, über dem Schleusenbett ist eine überkippte Falte aufgeschlossen, die an einer Überschiebung abschneidet, wobei auf der Überschiebungsfläche grössere Grande und Gerölle zu einer dünnen Bank ausgezogen erscheinen.“

Auch bei Bleckede (Breetze), 2 Meilen oberhalb, fand MÜLLER die gleichen Schichten mit mariner Fauna, wodurch die Ausdehnung des flachen Meerbusens des Elbmündungstrichters eine weitere Ausdehnung erfahren hat. Dasselbe fand MÜLLER bei dem dazwischen gelegenen Boizenburg<sup>3</sup>: Unter „Thalgrand“ und graugelbem thonigen Sand liegt dort 2 m *Mytilus*-Thon mit einer unterlagernden Schicht von Diatomeenpelit (Süsswasserformen und Süsswasserconchylien führend<sup>4</sup>); ein anderer Aufschluss zeigt unter gelblichgrauem Geschiebemergel resp. Thalsand hellgrauen Thonmergel mit massenhaften Cardien, nach unten übergehend in thonigen Sand mit *Mytilus*, unter welchem noch schwarzer Thon folgt.

Der liegende Thon enthält spärlich Süsswasserdiatomeen, in der Diatomeenschicht selbst wurden 110 Formen nachgewiesen, die sämmtlich Süsswasserformen sind und alle auch

---

<sup>1</sup> Das braunkohlenähnliche Material der BRAND & ANKER'schen Ziegelei ergab BÜNTZ 131 Formen, sämmtlich Süsswasserformen.

<sup>2</sup> In dem Lager des Canals fanden sich 140 Formen, unter denen 2 marine und 3 brackische, beide Ablagerungen sind verschieden; auch von den Lüneburger Vorkommen unterscheidet sich die Lauenburger Diatomeen-Flora.

<sup>3</sup> Arch. Nat. Meckl. 1899. p. 166.

<sup>4</sup> BÜNTZ, Diatomeenschichten etc. Arch. Nat. Meckl. 1901. p. 96.

heute noch lebend in Deutschland vorkommen; die Flora hat grosse Ähnlichkeit mit der Lüneburger. Auch bei Boizenburg wies MÜLLER starke tektonische Störungen nach.

Hamburg. Die vier von GOTTSCHÉ und WAHNSCHAFFÉ als sicher Interglacial 1 angenommenen Hamburger Befunde (Dockenhuden, Nienstedten und Hamm) gehören zu den „un-  
genügend bekannten, aber nicht arktischen“ Faunen. Die marinen Schichten liegen unter Geschiebemergel, den GOTTSCHÉ als unteren ansieht (ZEISE aber vielleicht als oberen ansehen möchte); in zwei Bohrungen sind sie auch von einem weiteren Geschiebemergel unterteuft.

Die Hamburger Profile sind:

Dockenhuden bei Blankenese: + 40 m.

- 1,4 m Auftrag,
- 10,6 „ lehmige und kalkfreie Sande,
- 43,5 „ unterer Geschiebemergel,
- 53,6 „ feine Sande,
- 70,8 „ grünlichgrauer kalkreicher Thon mit mariner Fauna  
(Oberkante —13 m),
- 192,6 „ schwarze, z. Th. fette Thone mit feinem nordischen  
Material.

Nienstedten bei Flottbeck: + 10 m.

- 0,7 m Auftrag,
- 21,3 „ unterer Geschiebemergel, oben gelb,
- 23,5 „ mittelfeine Sande,
- 39,7 „ grünlichgrauer kalkreicher Thon mit mariner Fauna  
(Oberkante —13 m),
- 181,5 „ schwarze, z. Th. fette Thone mit feinem nordischen  
Material,
- 185 „ Sand und Kies mit grobem nordischen Material,
- 189,7 „ tiefster Geschiebemergel (Silur, Kreide und  
Tertiär, Rhombenporphyr),

Hamm in Hamburg: + 7,5 m.

- 3,1 m Auftrag,
- 23,5 „ unterer Geschiebemergel, oben gelb,
- 27,5 „ z. Th. grober Korallensand,
- 53,9 „ feine Sande, Thonmergel,
- 55,9 „ grauer Sand mit viel *Mytilus* und *Tellina* (Ober-  
kante —46 m),
- 65,3 „ grau und rothbrauner Thonmergel mit etwas *Mytilus*  
und *Tellina*,
- 123,5 „ dunkle und helle Thonmergel, Sande und Glimmersande,
- 126,6 „ grober nordischer Kies.

Hamm: + 4 m.

- 1,9 m Auftrag,
- 9,2 „ kalkfreier Sand und Kies,
- 32,0 „ unterer Geschiebemergel,
- 43,2 „ feine Glimmer- und Mergelsande,
- 46,9 „ grauer thoniger Sand mit sehr viel *Mytilus* und *Tellina* (Oberkante — 89 m),
- 112 „ thonige Glimmer- und Mergelsande,
- 123 „ sandiger Geschiebemergel und grober Kies,
- 133 „ grauer Thonmergel mit feinem nordischen Material,
- 155 „ tiefster Geschiebemergel (mit norwegischem Rhombenporphyr),
- 191,6 „ tertiäre Glimmersande und Thone.

Die Lage der Hamburger ältesten Glacialia ist — 120 bis — 179 m, also in abnormer Tiefe.

Blankenese hält GOTTSCHÉ (l. c. p. 27) für Interglacial 2. In einer Schlucht zwischen Stüllberg und Klündersberg zieht sich eine Austernbank unter einem Winkel von 20° hinab. Das alte Profil ist:

- Geschiebesand, eisenschüssiger Sand mit Mergel,
- Gelber thoniger mit Austern erfüllter Sand 0,3—0,6 m (Oberkante + 40 m),
- Eisenschüssiger Sand 3—4 m,
- Fester fetter schwarzer Thon.

Das Profil hat Ähnlichkeit mit Stade.

Ein späterer Aufschluss am Krähenberg zeigte:

- 1,4 m Humus und Decksand,
- 2,5 „ grünlicher Lehm,
- 3,2 „ Austernbank,
- 5,3 „ grober Kies mit Bruchstücken von *Litorina*, *Ostrea*, *Cardium* mit *Litorina* u. a.,
- 5,5 „ brauner sandiger Thon mit zahlreichen Resten von *Litorina*, *Ostrea*, *Tellina*,
- 7,3 „ schwarzer fetter Thon,
- 7,7 „ gelblichgrauer Thon mit einzelnen Bruchstücken von Nordseefauna,
- 29,3 „ weisser feiner Sand, ohne Diluvialfauna.

Eine nachbarliche Bohrung ergab, dass die Austernbank nur eine ganz geringe Ausdehnung hat.

Von Lamstedt bis Basbeck scheinen nach GOTTSCHÉ (l. c. p. 37) im Niveau von + 7 m Cyprinenthone aufzutreten, wie es scheint unter Geschiebemergel oder Sanden. Nach SCHRÖDER (Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1898. p. CLIX)

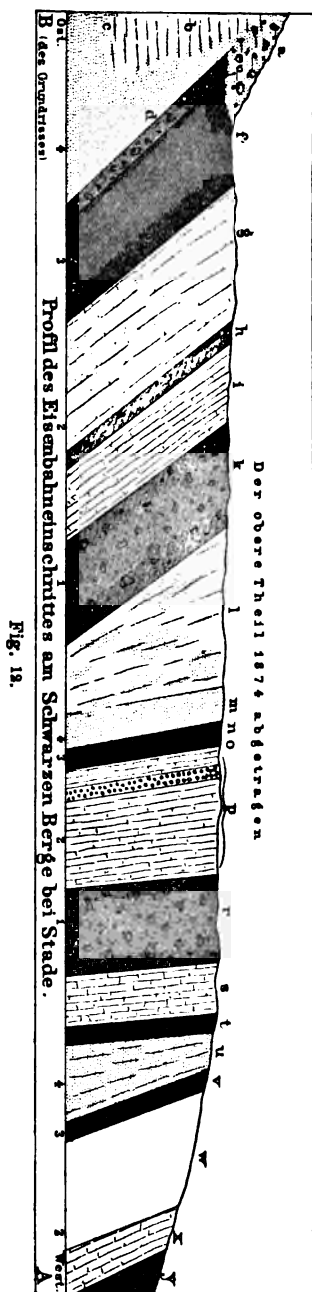


Fig. 13.

scheint hier vom Liegenden zum Hangenden ein Wechsel von arktischen zu borealen und gemässigten Formen stattzufinden und somit direct klimatische Schwankungen angedeutet zu sein.

### Stade.

FOCKE, Abh. nat. Ver. Bremen. 7. 1882. p. 284.

SCHRÖDER, Mittheilungen über die Aufnahmen bei Stade. Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1898. p. CL.

In dem Focke'schen Profil Fig. 12 bezeichnet: *a* Geschiebesand, *b* feiner Sand, *c* Kies, *d* Kies, *e* fetter brauner Lehm mit kleinen Steinen, *f* schwarzer Thon, *g* Sand mit unregelmässigen gelbbraunen Bändern und Kieseinlagerungen, *h* geschichteter fester sandiger Lehm, *i* feiner heller Sand, darin einzelne Kies- und Thonbänder, *k* thoniger Blocklehm, *l* unregelmässige Lager von Sand und Kies, *m* Kies, *n* brauner Thon, *o* Austernbank, *p* Sand mit Einlagerung von Kies und rothem Thon (*q*), *r* thoniger Blocklehm, *s* Sand, *t* lehmiger Sand, *u* Sand und Kiesschichten, *v* brauner Thon mit Muschelresten, *w* ?, *x* geschichteter Sand, *y* Blocklehm. (Darauf folgen westlich noch Sande mit Kiesstreifen, theils wenig geneigt, theils fast senkrecht.)

Am schwarzen Berg bei Stade treten in vielfachem Wechsel mit Grundmoränen und versteinierungsfreien fluvioglacialen Sanden, Granden und Thon drei Bänke von arktischem Thon (mit *Saxicava arctica*, *pholadis*, *Modiolaria corrugata*, *Yoldia arctica*, *intermedia*, *Cylichna propinqua* und Foraminiferen) auf, mit einer dazwischen liegenden Austernbank von nur

,1 m Dicke. Die Schichten bilden eine z. Th. steil aufgerichtete Serie.

Die eigenthümliche Lagerung erklärt Focke als staffelörmige Abrutschungen, Weber (Honerdingen p. 456) durch mehrmalige Faltungen, verursacht durch einen Erdrutsch. Wenn man das Profil betrachtet, so wird man allerdings der Meinung, dass hier starke Schichtenstörungen vorliegen. Schröder hält sie für normal. Er sagt, „dass die Geschiebelehme nur langgezogene linsenförmige Einlagerungen im Sande oder die Sande nur linsenförmige Einlagerungen im Geschiebelehm sind. Ausserdem schieben sich vielfach Linsen von geschichtetem Material in die Grundmoränenmasse ein und leiten so eine Zertheilung des Geschiebelehms in mehrere Bänke ein.“ Wenn nicht die interglaciale Conchylienbank vorhanden wäre, „müsste man das Ganze als Product einer einzigen Vergletscherung auffassen und für das Stader Gebiet mehrfache Oscillationen eines Inlandeises annehmen“. Die *Saxicava*-Thone sind nach ihm zweifellos in der Nähe des Eisrandes entstandene marine Sedimente; ausser ihrer Fauna spricht auch dafür die Beimengung von grobem und Geschiebematerial, die *Saxicava*-Thone sind glacialen Ursprungs. Dagegen ist die von den arktischen Massen über- und unterlagerte Austernbank nach ihm interglacial und er sagt, dass hier Ablagerungen zweier Inlandeisperioden, deren jede marine Thone führt, und einer sie trennenden Interglacialzeit, deren Absätze ebenfalls marine sind, vorliegen. Er ist geneigt, die glacialen Ablagerungen der ersten und zweiten Eiszeit zuzutheilen.

Dann wäre eine 10 cm dicke Austernbank der Absatz einer vielleicht 85000 Jahre dauernden Periode, vor und nach welcher in jener Gegend fast genau dieselben Ablagerungen zu Stande gekommen wären, eine Vorstellung, die wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Vielleicht kann man aber auch die drei schwarzen *Saxicava*-Thonschichten für eine einzige Bildung ansehen und die dem Thon an einer Stelle auflagernde, nur 0,1 m dünne Austernbank als eine Scholle oder den Rest einer entfernteren, durch Stauchung oder dergl. in den jetzigen Verband gelangten Ablagerung.

Nach der Schilderung SCHRÖDER's möchte man sich von der einseitigen Auffassung frei machen, als handle es sich bei dem Geschiebemergel allein um Bildung von fest auf dem Boden aufsitzenden Gletschereis und möchte lieber annehmen, dass in dem tiefen Elbfjord auch schwimmende und Packeismassen existirt haben, wo, den Oscillationen des Eisrandes entsprechend, theils die arktischen Randablagerungen, theils die gemässigte Litoralfauna und die dünne Austernbank (durch temporäre wärmere Strömungen begünstigt) abgelagert wurden.

Die älteste Moräne und das Interglacial 1 wären mit dem Glacial 2 dann ziemlich gleich alte Bildungen.

So könnte man diese Ablagerungen der Hamburger Gegend hinauf bis Boizenburg und Wehningen als altquartäre Bildungen (verschiedener Zeitabschnitte) des Elbmündungstrichters bezeichnen.

Fraglich im Alter (jung- oder altquartär) ist die Austernbank vom Panderkliff auf Sylt<sup>1</sup> in 4 m Meereshöhe, mit dem Profil:

auf Kaolinsand

0,50—0,60 m geschiebereicher Decksand<sup>2</sup>,

0,05—0,06 „ Austernbank,

0,60—1,00 „ geschiebefreier Decksand<sup>3</sup>.

Sie wurde von ZEISE als postglacial angesehen, von STOLLEY unter Bezug auf die neuere Definition des Begriffes Interglacial als Interglacial 2. STOLLEY's Begründung ist folgende: Er glaubt nicht, dass das Meer zur Postglacialzeit höher gestanden hat, sondern dass nach der *Litorina*-Senkung nicht wieder eine Hebung eintrat, also muss die Austernbank schon damals viel höher gelegen haben, sie muss älteren Datums sein und, weil von geschiebereichem Diluvialsand unterlagert und temperirten Faunencharakter zeigend, interglacial sein. Der unterlagernde Sand wird als Rückstand des Diluviums der zweiten oder Hauptvereisung angesehen, der obere ist jungdiluvialer Heidesand.

<sup>1</sup> STOLLEY, Geologische Mittheilungen von der Insel Sylt. I. Arch. Anthrop. Schl.-Holst. 3. 1900. p. 147. — MEYN, Sylt. Abh. z. geol. Karte v. Preussen. 1. (4.) 1876. p. 660 (als Kjökkenmødding angesehen).

<sup>2</sup> In der Abschmelzperiode der zweiten Eiszeit gebildet.

<sup>3</sup> Vielleicht der zweiten Interglacialzeit oder jünger.



Die Hebung bei Tarbeck und Blankenese (Lage 40—80 m) war bedeutender als auf Sylt, boreale und arktische Fauna fehlt über wie unter der Austernbank, die Senkung hatte also erst begonnen, als das Klima bereits einen milden Charakter angenommen hatte, ebenso fällt die spätere Hebung in diese Zeit.

In Tondern, Schleswig (3 m ü. d. M.), fand eine Bohrung folgendes<sup>1</sup>:

- 2,0 m Marscherde,
- 12,0 „ fluvioglacialer Sand (vielleicht der letzten Vereisung?),
- 21,2 „ mariner Thon mit Fauna, etwa des heutigen Klimas,
- 21,6 „ Schalengrus entsprechender Fauna,
- 30,6 „ fluvioglacialer Sand,
- 34,2 „ Moränenthon,
- 39,5 „ fluvioglacialer Sand,
- 53,2 „ Moränenthon,
- 62,2 „ fluvioglacialer Sand,
- 65,2 „ grauer Thon mit nordischem Material.

Wir können diese Ablagerung vielleicht als Spätglacial ansehen.

Hvidding im nördlichen Schleswig (l. c. p. 14). ?Boreale Fauna in sandigem Thon; letzterer unter Lehm mit Steinen; weiteres unbekannt. Nach GORTSCHE präglacial oder interglacial 1.

Esbjerg im südlichen Jütland.

MADSEN, Istidens Foraminiferer i Danmark og Holsten. Medd. Dansk. Geol. Foren. 2. 1896; GORTSCHE, l. c. p. 14, 56.

1,7 m Moränenmergel (weder sicher baltische noch norwegische Blöcke), 6 m Yoldienthon, darunter an einer kleinen Stelle ein über 1,3 m mächtiger blauer, z. Th. sandiger Geschiebethon, ohne baltische Gesteine, nur ein fraglicher norwegischer. Nach GORTSCHE schiebt sich zwischen den Yoldienthon und miocänen Glimmersand ein dunkler sandiger Thon mit nordischem Material und grauem Sand, zusammen 0,4 m.

MADSEN sagt, wenn diese unterste Moräne nicht etwa bei einer Oscillation des Eisrandes oder durch Treibeis abgesetzt ist, so wurde der Yoldienthon hier abgelagert, nachdem der norwegische und bevor der ältere baltische Eisstrom Esbjerg erreicht hatte. GORTSCHE hält das Vorkommen für wahr-

<sup>1</sup> HARDER, Medd. Dansk. Geol. Foren. 6. 1900. p. 83.

scheinlich älter als unteren Geschiebemergel, aber zweifelhaft, ob Interglacial 1 oder Präglacial. Ein Beweis für eine älteste gesonderte Eiszeit ist hier nicht zu finden.

Kibäk in Jütland. Hier mag angeschlossen werden der diluviale Thon von Kibäk, in dem MADSEN (Foraminiferen. p. 63) Foraminiferen und einige Fossilien des Cyprinenthons fand. Höhe ca. 45 m, Lagerungsverhältnisse unbekannt.

Als sicher älter wie unterer Geschiebemergel, aber fraglich, ob Interglacial 1 oder Präglacial, giebt GOTTSCHKE die folgenden Punkte an:

Glinde bei Ütersen, Terrain 4 m (p. 25):

- 0,5—3 m Flugsand,
- 0,1—1,5 „ grauer Geschiebemergel, meist nur Steinsohle,
- 2—3 „ „Cementthon“ mit Foraminiferen,
- 1 „ dunkler Sand mit reichlichen Schalenresten,
- 2 „ sandiger Muschelmergel mit gemässiger Fauna,
- 2,5 „ weisser Sand mit einzelnen Schalenfragmenten.

#### Itzehoe.

l. c. p. 24. HAAS, Mittheilungen des Mineralogischen Instituts Kiel. 1. 2.

Der Thon mit arktischer oder borealer Fauna liegt unter 1,5 m grauem Geschiebemergel und Sand, starke Schichtenstauchungen lassen GOTTSCHKE vermuthen, dass Thon und Sand ältere, in den „unteren“ Geschiebemergel eingestauchte Lager sind.

#### Burg in Dithmarschen.

ZEISE, Mittheilungen des Mineralogischen Instituts Kiel. 1. 79.

HAAS, *ibid.* 1. 335; MUNTHE, *Studier.* p. 28, 91; MADSEN, l. c. p. 78; GOTTSCHKE, p. 17; WAHNSCHAFFE, p. 225.

Auf dem sanft in die Moorniederung abfallenden Plateau liegt in 10 m Meereshöhe die fragliche Thongrube mit borealer Fauna:

- |         |   |
|---------|---|
|         | 1,5—2 m Decksand und Steinsohle,                                    |
|         | 1 „ geschichteter grauer Thon mit spärlichen marinen Schalen,       |
|         | 2—3 „ gelagerter, mit dünnen Sandlamellen versehener grauer,        |
|         | <i>Tellina</i> -führender Thon,                                     |
| z. Th.  | 1 „ gelagerter, <i>Mytilus</i> -führender Thon mit spärlichen       |
| fehlend | Rutschflächen,  |
|         | 3 „ fetter, blaugrauer, <i>Leda</i> -führender Thon mit zahlreichen |
|         | Rutschflächen, unten mit eingeknetetem, fossilfreiem,               |
|         | fettem Thon, lokalen Einlagerungen von grobem Sand                  |
|         | mit kleinen geschrammten Geschieben.                                |

Der untere Theil ist nach MUNTHE unter nördlicheren Bedingungen abgesetzt, da er *Leda pernula* führt; das Meer soll zu dieser Zeit 40 m höher als jetzt gestanden haben, wodurch eine offene Verbindung zwischen Nord- und Ostsee hergestellt war. Die Störung der unteren Lagen und Einlagerung von Geschieben soll durch Eisberge des kalbenden Haupteises verursacht sein, während die regelmässige Lagerung der oberen Schichten und das Fehlen einer Moräne beweise, dass das Landeis die Ablagerung nicht mehr überschritten habe; den Decksand erklärt MUNTHE als Strandablagerung oder auch als eine Art Geschiebesand.

ZEISE hielt den Thon für präglacial, GOTTSCHKE und MUNTHE für interglacial, GOTTSCHKE wahrscheinlich für älter als unterer Geschiebemergel, aber fraglich, ob prä- oder interglacial 1. HAAS sagt, er könne auch postglacial sein, was MUNTHE aber zurückweist, da die Gegend nicht so tief während der postglacialen Zeit gesenkt war.

Nindorf mit Farnewinkel und Wolmersdorf (l. c. p. 16). Borealer Thon liegt unter dunklem Lehm, den GOTTSCHKE für grauen Geschiebemergel erklärt; die Lagerungsverhältnisse sind unsicher.

Warringholz (l. c. p. 22) in + 45 m. Unter 1 m sandigem Lehm resp. bis 2,6 m ? Geschiebesand mit dünner Steinkohle liegt Thon mit nicht genügend bekannter, aber nicht arktischer Fauna. Lagerung unsicher.

Gleiche Fauna zeigt der mit grauem Geschiebemergel verstauchte Thon von Cleve (p. 24) in + 15 m.

Rensing (p. 25) hat in der Lage 5 m ü. d. M. arktischen *Yoldia*-Thon unter Steinsohle und Korallensand, bzw. steinigem Thon.

Die weiteren von GOTTSCHKE aus dem westlichen Theile der Provinz angeführten Fundpunkte (unsicherer Lagerung) zeigen die Grösse der Nordseetransgression an, JENTZSCH's Karte erweiternd. —

Im nördlichen Jütland (Vendsyssel) ist das älteste Glied des dortigen Diluviums der sogen. „ältere Yoldienthon“.

Derselbe tritt in verschiedener Form auf, deren zwei extreme Ausbildungsweisen die folgenden sind:

1. Dunkelbraungrauer, ungeschichteter Thon (mit 7—15%  $\text{CaCO}_3$ ) mit Sand- und Grandschmitzen und geschrammten Geschieben, wodurch er ein moränenartiges Ansehen gewinnt; im Thon verstreut, meist in den sand- und kieshaltigen Partien, liegen zahlreiche Trümmer von Muschelschalen, auf

den Geschieben haften *Balanus*. Die Blöcke sind meist Gneis, Granit, Silurkalk, Saltholmskalk, norwegische Porphyre u. a. m., keine typisch baltischen Gesteine.

2. Geschichteter Thon, ohne Steine, häufig mit stark Schichtenstörung; enthält ganzschalige Muscheln, oft in zweiklappig; auch viele Moose von arktischem und temperirtem Charakter.

Nach oben werden die Conchylien seltener, dafür erscheinen Moose, der Thon geht theils allmählich in gewöhnlichen Diluvialthon über, theils ist er scharf von diesem abgegrenzt.

Die Fauna des Yoldienthones (Conchylien, *Balanus*, Foraminiferen) ist sehr heterogen, sie besteht aus arktischen und gemässigten Formen. Allerdings zeigt sich eine gewisse Vertheilung: in dem fetten Thon finden sich die arktischen Formen, häufig ganzschalig, wie *Tellina calcarea*, *Yoldia arctica*, *Mya truncata*, *Saxicava rugosa*, *Balanus*, in den moränenartigen Ablagerungen finden sich in Trümmerstücken Formen einer borealen und gemässigten Fauna, *Saxicava rugosa*, *Cyprina islandica*, *Astarte borealis*, *Tellina baltica*, *Zirphaea crispata*, *Turritella terebra*, *Balanus*, *Oculina* etc.

Der ältere *Yoldia*-Thon setzt sich also aus einem fetten Thon zusammen mit echt arktischer Fauna (*Yoldia arctica*), der in einem Eismeer nahe dem Inlandeis abgesetzt wurde. Treibeis führte Blöcke hinzu, auf denen *Balanus* sass. Von eigentlichem Moränenthon unterscheidet er sich, da Thon, Sand und Blöcke nie ganz innig vermengt sind. Treibeis oder Oscillationen des Eisrandes pressten in den Thon Kies und Steine, sowie die Fragmente einer Fauna von borealen und von temperirten Regionen (*Zirphaea crispata*, *Turritella terebra*).

Da der *Yoldia*-Thon nicht durch eine Moräne bedeckt wird, sondern in gemeinen Diluvialthon übergeht, so ist er wahrscheinlich vor der Grenze eines abschmelzenden Landeises abgesetzt, welches von N. resp. NNO. kam (sogen. Saxonian).

Dieser untere gemeine Diluvialthon von Nord-Vendssyssel ist nach JESSEN theils regelmässig gelagert, theils stark gestört (durch Eisschub oder auch tektonische Störungen, s. Bild p. 69); er enthält bisweilen zahlreiche abgerollte Muschelfragmente und Moose (arktisch und gemässigt).

Von Selbjerggaard auf der Halbinsel Hannäs (V. Hanherred) beschrieben STEENSTRUP, MADSEN u. A.<sup>1</sup> einen Thon mit *Leda pernula*. Die boreale Fauna und Diatomeenflora stimmt mit Nindorf und Burg. Es ist ein Thon mit Schichtenbiegungen, unter Moränenthon, MADSEN stellt das Vorkommen in die präglaciale oder die helvetische Zeit.

Eine Betrachtung der Karten von JOHNSTRUP und MADSEN<sup>2</sup> zeigt, dass Vendsyssel auch gemässigt-marine Ablagerungen<sup>3</sup> aufweist und dass dieselbe Gegend, das nördliche und westliche Dänemark, auch zur Spätglacialzeit von einem Eismeer bedeckt war, wie das Vorkommen des jüngeren *Yoldia*-Thones zeigt.

Das Gebiet war schon eisfrei, während das übrige Land noch von dem baltischen Eisstrom bedeckt war. Es erfolgte die „spätglaciale“ Senkung, die auch das gegenüberliegende Christiania-Gebiet nach und nach erfasste (s. BRÖGGER). Vendsyssel lag gegen 45 m tiefer als gegenwärtig und wurde in einzelne Inseln zerlegt. Das Meer war ein Eismeer mit Drift sowohl von Schweden und Norwegen, als auch von der Ostsee her, am Boden wurde zunächst Sand und während des Maximums der Senkung dann der „Eismeerthon“ abgesetzt.

Die Grenze des Eises lag nach JESSEN<sup>4</sup> im N. an der Südküste Norwegens, im SO. auf den dänischen Inseln, im südöstlichen Jütland und südlichen Kattegat.

Hier herrschte somit während des ganzen Glacials eine Meeresbedeckung (vielleicht unter mehrfachen Niveauschwankungen), Drift spielte dabei ebenfalls eine gewisse Rolle, die Meeresströmungen hatten einen freieren Zugang. —

Auf der östlichen Seite der Halbinsel treten zuerst im nördlichen Seeland und in der Breite von Fünen wieder marine Ablagerungen auf, und zwar meist als der sogen. Cyprinenthon. Es ist ein grünlichgrauer, deutlich geschichteter, oft fetter Thon, der reich ist an Schalen der noch jetzt an diesen

---

<sup>1</sup> Medd. Dansk. Geol. Foren. 6. 1900. p. 1.

<sup>2</sup> Geol. Forhold. Danm. Vendsyssel. 1882; Istidens Foraminif. 1895.

<sup>3</sup> Die Lagerungsverhältnisse von Lille Ryd (MADSEN, Foraminif. p. 64) sind ungenügend bekannt, Höhe 85 m. Ein Sandmergel enthält hier eine dünne Lage mit Pflanzenresten und einige Foraminiferen.

<sup>4</sup> JESSEN, Kortbl. Skagen. Dansk. Geol. Undersökn. 1. 3. 1899.

Küsten lebenden Muscheln, *Cyprina islandica*, *Mytilus*, *Cardium*, *Ostrea*; oben oft von *Mytilus*-Thon und von Süßwassersand bedeckt; im Ganzen 3—5 m mächtig. Er ist stark gestört und gequetscht, seine Muscheln daher immer zerbrochen. Doch scheint es, als sei der Thon nicht auf weite Strecken transportirt. Er lagert auf normalem grauen Geschiebemergel und wird nach JOHNSTRUP von dem gleichen bedeckt.

Die Lagerungsverhältnisse sind meist ungemein gestört, so dass man einige Vorkommnisse als alt- resp. präglacial und andere als jungglacial ansehen muss; theilweise mögen es auch erratische Einlagerungen sein.

Nach MUNTHER<sup>1</sup> war der südliche Theil des Balticums zur Interglacialzeit von einem Meere eingenommen mit gemässiger Nordseefauna und Diatomeenflora (Nachweise eines erneuten Überganges in arktische Verhältnisse am Schlusse dieser Zeit scheinen jedoch zu fehlen).

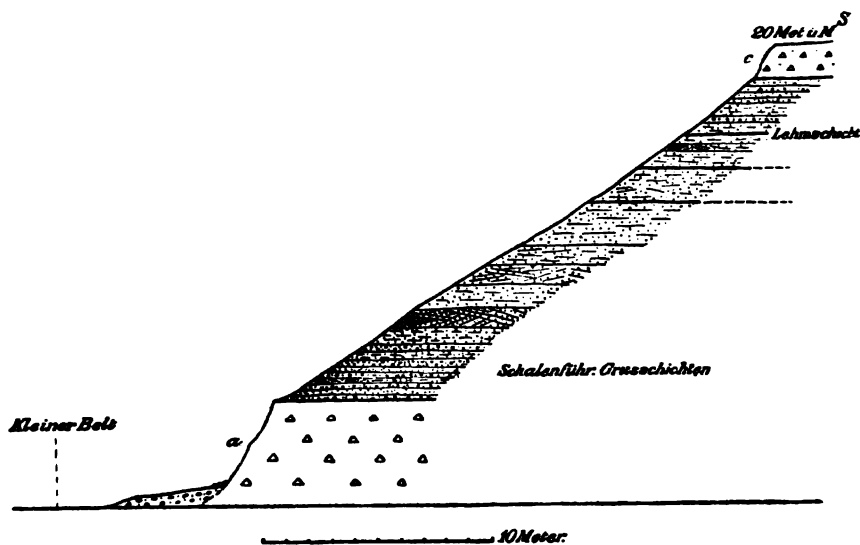


Fig. 18. Profil am Kleinen Belt, 1,05 km östlich von Ströms Leuchtturm (nach MUNTHER).

Rögle Klint auf Fünen am Kleinen Belt (s. Fig. 13): In dem 20 m hohen Strandprofil treten zwischen zwei Moränen (a und c) Sande auf, die MADSEN als Hvitåbildungen ansah.

<sup>1</sup> Studier öfv. baltiska Havets qvartära Historia. Bih. sv. Vet.-Akad. Handl. 18. 1892. p. 76.

**Quartäre Mollusken und Foraminiferen**<sup>1</sup> finden sich neben wenigen tertiären Fossilien nur in dem untersten Lager der Sande; diese hält MUNTHER für interglacial, während er nur die oberen Lagen als Hvitåbildungen der letzten Vereisung zugehörig betrachtet. Beide Moränen enthalten typische baltische Blöcke, auch der untere Geschiebemergel enthält Foraminiferen. Das Vorkommen kann auch als secundär betrachtet werden, von einer benachbarten Nordseefauna entnommen.

**Apenrade.** Bei Hostrupholz (13 m) wird 10 m Cyprinenthon von 2—3 m unbestimmten feinen Sanden überlagert und wahrscheinlich von unterem Geschiebemergel unterteuft; vielleicht ist in letzterem der Thon nur eine Scholle. (Arsleben, 60 m, scheint nach GOTTSCHKE nur eine Scholle darzustellen.)

**Alsen.** Die Strandprofile von Mommark, Kekenis und Habernis<sup>2</sup> zeigen gemeinen Cyprinenthon (mit gemässigter Fauna) in starken Stauchungen und schollenartiger Verbindung mit grauem unterem Geschiebemergel und z. Th. Korallensand; theilweise auch in wenig gestörter Lagerung. Unterlagerung durch miocänen Glimmerthon resp. Geschiebemergel. Bei Kekenis auch eine kleine Süßwassereinlagerung. GOTTSCHKE hält den Thon für präglacial, MUNTHER für interglacial. Es liegt nahe, die Punkte als präglacial oder altglacial anzusehen.

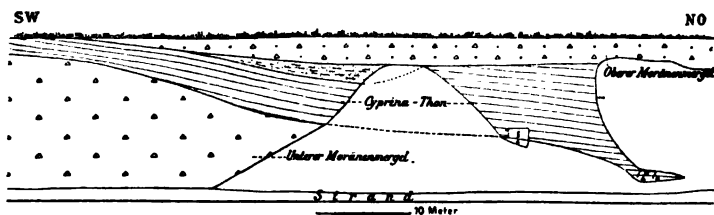


Fig. 14. Profil am Strande bei Süderholz.

Cyprinenthon von jüngerem Alter scheint bei Süderholz a. Alsen gegenüber Kekenis aufzutreten<sup>3</sup> (s. Fig. 14).

<sup>1</sup> Nordseefauna von gemässigtem Charakter; die Diatomeen von Bögle Klint sind nach OSTRUP (Medd. Dansk. Geol. Foren. 6. p. 21) Formen kalter Meere.

<sup>2</sup> GOTTSCHKE, p. 43—46; JOHNSTRUP, Nogle Iagttagelser, p. 62—65, Fig. 10—12; MUNTHER, Studien. 1896. p. 53.

<sup>3</sup> MUNTHER, Studien. p. 54. Profil; GOTTSCHKE, p. 42; JOHNSTRUP, Nogle Iagttagelser, p. 69.

Auf grauen Geschiebemergel bis 14 m (als der Hauptvereisung zugehörig betrachtet) legt sich eine sich verdickende Schicht von steinfreiem geschichtetem Cyprinenthon, darüber z. Th. Sand oder direct 2—3 m graubrauner, mehr verwitterter Geschiebemergel (des jüngeren baltischen Eisstromes).

Im Cyprinenthon nur ausgelaugte Reste von *Cyprina islandica*, dazu viele Diatomeen von gemässigtem bis borealem Charakter. Wichtig ist im Cyprinenthon eine 0,2—0,3 m mächtige Sandablagerung mit Süßwassermollusken. Das Vorkommen von Süßwasserformen wird durch Verschiebungen der Strandlinien erklärt. Geschiebemergelähnliche Schichten und thonige Sande mit kleinen Geschieben im Cyprinenthon führt MUNTKE auf Oscillation des Eises oder Treibeis zurück. (Also Eisberge in gemässigt temperirtem Meer!)

Auch im unteren Geschiebemergel fanden sich zweifellos quartäre Foraminiferen, die vielleicht aus zerstörten prä-glacialen Lagern stammen.

Z. Th. geht Geschiebemergel nach unten in marinen Thon über. Unter Voraussetzung, dass die sedimentären Lager in situ auftreten, hält MUNTKE und GOTTSCHKE den Thon für interglacial; MUNTKE glaubt, „dass das Landeis während des wärmeren Theiles dieses Abschnittes sich nicht nur vom süd-baltischen Gebiete zurückgezogen habe, sondern vielleicht zum grösseren Theil sogar in Skandinavien hinweggeschmolzen sei“. JOHNSTRUP hatte die Störungen durch Treibeis zu erklären versucht; die Gleichartigkeit des hangenden und liegenden Geschiebemergels zwingt nicht zu der Annahme, dass nach Absatz des Cyprinenthons eine erneute Zufuhr von Moräne stattgefunden habe.

Auf die Ähnlichkeit der Verhältnisse hier und im Weichselthaldelta sei hier besonders hingewiesen: an beiden Orten marine und Süßwasserablagerungen, an beiden auch dichte Nachbarschaft „prä- und interglacialer“ Ablagerungen.

Die östlich gelegenen Inseln Ärö und Langeland zeigen Cyprinenthon von jüngerem Alter, meist unter sehr bedeutenden Schichtenstörungen, welche an die Verhältnisse von Möen, Rügen und Warnemünde erinnern. Sie sind Typen des Interglacial 2. Ihr Vorkommen in der gleichen Gegend wie die altquartären Ablagerungen in dem westlichen Winkel



des Balticums und ihre Stauchungserscheinungen zeigen auch wieder einen (vielleicht ununterbrochenen) Zusammenhang der alt- und jungquartären Erscheinungen.

### Ärö, Vejsnäs Nakke.

MUNTHE, Studien über ältere Quartärablagerungen im südbaltischen Gebiete. Bull. Geol. Inst. Upsala. 3. 1896. p. 78; JOHNSTRUP, *Cyprina*-Leret. Fig. 6, 7. p. 59; MADSEN, Foraminiferen. p. 47. Profil, Fig. 15.

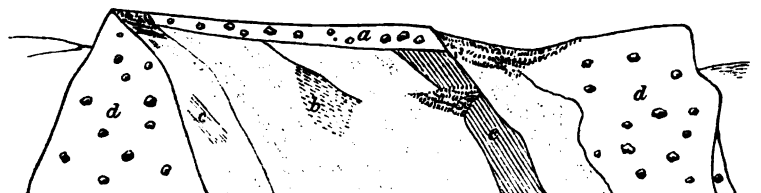


Fig. 15.

Discordant kommt eine 2 m mächtige obere Moräne auf stark verschobenen und gestörten marinen Lagern von *Cyprinenthon* und *Mytilus*-Thon vor. Ein anderes Profil bei Skovbrink zeigt auf Geschiebemergel *Cyprinenthon* mit temperirter Fauna. Im westlichen Theil findet sich 0,3 m Sand mit Schalen von Süßwassermollusken, darüber ca. 0,05 m Torf mit Moosresten der Birkenzone, Samen, Pollen u. a., endlich noch 0,2 m bläulicher Süßwasserthon mit Ostracoden (also hier directe Auflagerung von Spätglacial). JOHNSTRUP bemerkt die gleichen Verhältnisse wie bei Ristinge und hält dies Lager für dessen Fortsetzung.

### Ärö, Tranderup Klint.

MUNTHE, l. c. p. 80. Profil; MADSEN, p. 48.

Auf 170 m Länge ist folgendes Profil zu verfolgen: Zu unterst grauer Geschiebemergel (Vertreter der grossen oder zweiten Vereisung); local 0,1—0,2 m Gruslager; 0,5—1 m verwitterter *Cyprinenthon*; 3—4 m verwitterter Thon, oben mit Sandschichten als ? locale Ausbildung; im *Cyprinenthon* Fragmente von Muscheln und einige

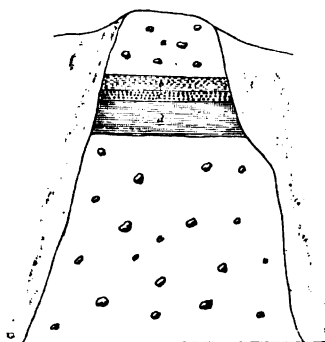


Fig. 16. Tranderup Klint  
(nach MADSEN).

Foraminiferen, gemässiger Charakter, entstanden in der jüngeren, zweiten Interglacialzeit; 7—8 m Hvitåsand, zu oberst 3—4 m verwitterter gelbgrauer Geschiebemergel (Moräne des „jüngeren baltischen Eisstromes“).

Im NW. erscheint eine nach Bildung der oberen Moräne erfolgte bedeutende Senkung. Eine dritte Localität ist:

Söby auf Ärö, ganz der vorigen analog.

Ristinge Klint auf Langeland<sup>1</sup>. Über dieses Profil gehen die Ansichten auseinander. MUNTHE und ANDERSSON<sup>2</sup> glauben, der dortige Cyprinenthon lagere zwischen den Moränen der Hauptvereisung und des jüngeren baltischen, MADSEN dagegen zwischen den Moränen des ältesten norwegischen und des älteren baltischen Eisstromes.

Alle Aufschlüsse zeigen eine starke Schichtenstörung: das früher einheitliche Lager ist in eine Anzahl (22) steil nach SO. geneigter Schollen zerlegt, die Thonschicht ist breccienartig in sich zerdrückt. Auch der unterlagernde Geschiebemergel hatte Theil an dem Druck.

N.W.W.

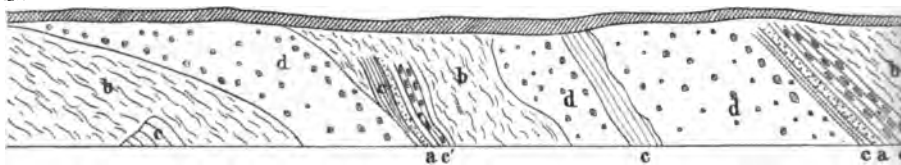


Fig. 17. Ristinge Klint (nach JOHNSTRUP). *a* = Sand mit Süßwassermollusken; *b* = sandiger Thon; *c* = Cyprinenthon; *c'* = Cyprinenthon (*Mysilus*-Schicht); *d* = Gebiebelehm.

Längs des Klintes treten auf die Erstreckung von 700 m 22 isolirte Partien von etwa 3,5—5 m mächtigem Cyprinenthon auf.

Der Cyprinenthon lagert (als eine flache Meeresbildung nahe der Küste) auf dem Geschiebemergel, ist also jünger und wurde vor Schluss der Eiszeit (als wahrscheinlich Dänemark mit Schweden und mit Seeland verbunden war) unter mildem Klima abgesetzt (als kein Eis in dem Meer war), was allerdings F. ANDERSSON bestreitet.

<sup>1</sup> JOHNSTRUP, l. c. p. 51. Fig. 4, 5.

<sup>2</sup> F. ANDERSSON, Über die quartäre Lagerserie des Ristinge Klintes. Bull. Geol. Inst. Upsala. 3. 1896; MADSEN, Foraminiferen. p. 47.

Die Möglichkeit ist nicht ausgeschlossen, dass die Schollen auf secundärer Lage sich befinden.

JOHNSTRUP meint, die verschobenen Partien müssten in gefrorenem Zustand gewesen sein, der Druck habe ähnlich wie bei Möen in der Richtung von SO.—NW. gewirkt.

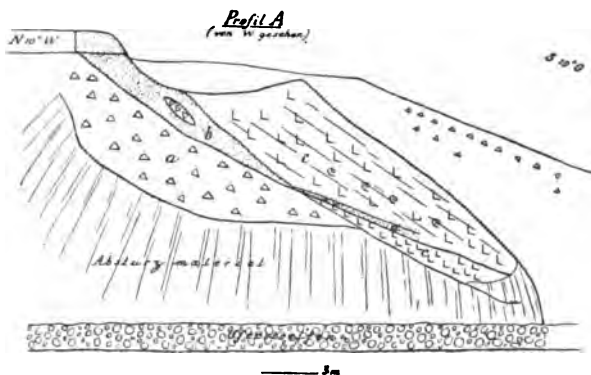


Fig. 18.

ANDERSSON beschreibt ausführlich ein Profil von dort und theilt die Fauna der einzelnen Schichten mit. Die Lager zeigen auch da ein Fallen von ca. 40° nach SSO., sie lagern auf einer Moräne, eine directe Überlagerung durch eine zweite ist nicht festzustellen.

a) Die untere Moräne (a) enthält viele Foraminiferen, die allermeist aus der Kreide stammen, einige scheinen auch quartär zu sein. (Über diese Frage hat sich eine längere Controverse zwischen MUNTHE und MADSEN entsponnen.)

b) Auf der Moräne lagert im N. Sand (b), im S. fossilfreier Hvitåthon (c); über letzterem eine dünne Sandschicht (d) und dann der Cyprinenthon (e).

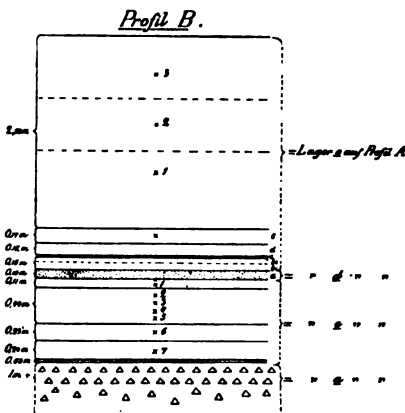


Fig. 19.

Der untere Theil des (0,10 m mächtigen) Lagers d hat sich als ein Süßwassersand herausgestellt, ebenso wie eine unter ihm auftretende dünne sandig-thonige Grenzschicht mit Ostracodenfragmenten *Candona*

*candida*, Süßwasserform, charakteristisch für den *Ancylus*-See). Der Sand (mit *Unio*, *Pisidium*, *Valvata* u. s. w.) entspricht einer Landhebung oder der Nähe einer Küste.

e) Die untersten Schichten des folgenden Cyprinenthons zeigen einen Übergang aus der Hebung in Senkung; die untere Partie entspricht der „*Mytilus*-Schicht“, die obere dem echten „Cyprinenthon“. Zu unterst ( $b_1$ ) sandiger Thon mit *Cardium edule* und Foraminiferen (also Senkung, Seicht- und Brackwasserbildung, temperirte klimatische Verhältnisse) und grauer Thon ( $b_2$ ) mit *Cardium edule*, *Cerithium reticulatum*, mit zahlreichen Foraminiferen und Diatomeen (in etwas tieferem Wasser) abgelagert.

Die weiter oben folgende Lage (e) ist ein *Mytilus*-reicher, reiner grauer Thon mit vielen Muschelschalen von *Mytilus edulis*, daneben *Cerithium reticulatum*, *Tapes*, *Cardium edule*, *Nassa reticulata*, *Hydrobia ulvae* u. a.; ferner *Balanus*, Ostracoden, Tausende von Foraminiferen. (Das Wasser war salzreicher als vorher und auch als gegenwärtig, das Klima vollständig temperirt.)

Der darüber folgende Thon (1—3) entspricht einer Tiefwasserbildung, der Salzgehalt hat in der Mitte (2) seinen Höhepunkt erreicht, wo auch zahlreiche Fragmente von *Cyprina islandica* auftreten, ferner *Ostrea edulis*, *Tapes aureus* u. a., während die oberste Lage (3) nur *Cardium edule* und *Cerithium reticulatum* führt. (Ostracoden, Foraminiferen und Diatomeen finden sich in allen Lagen; über deren Verwerthung vergl. l. c. p. 163, 166, 168, 172 ff.)

Die Specialuntersuchung ANDERSSON's hat das überraschende Resultat ergeben, dass die Lagerfolge des Cyprinenthons von Ristinge Klint eine unverkennbare Analogie mit den spät- und postglacialen Ablagerungen zeigt. Es würde hierbei correspondiren:

Die unterlagernde Moräne . . Grundmoräne des jüng. balt. Eisstromes.  
Lager c (7—1 unten) . . . Fluvioglaciale + spätglaciale Bildungen.  
Süßwasserlager d . . . . *Ancylus*-Bildung.  
Lager e (6—3 oben) . . . . *Litorina*-Bildung.

Nach ANDERSSON gestatten aber „die Resultate der quartärgeologischen Forschung nicht die Annahme“, dass hier in der That eine Ablagerung von jüngerem quartären Alter vorliege.

Das Fehlen einer bedeckenden jüngeren Moräne, die starke Lagerungsstörung lassen indes doch noch erhebliche Bedenken über die Altersbestimmung übrig.

Auch von den beiden nahe ausserhalb der holsteinischen Endmoräne belegenen Orten Tarbeck und Fahrenkrug ist das Alter nicht sicher:

## Tarbeck.

GOTTSCHÉ, p. 47. Hier auch Literatur.

Das Profil dieses schon seit 1835 bekannten Vorkommens von einer Austernbank mitten im Lande, 80 m ü. d. M., zeigt, wie aus der Skizze MUNTHER's<sup>1</sup> ersichtlich (s. Fig. 20), die Austernbank oder den „Schalengrus“ (mit verhältnissmässig vielen kleinen Geschieben) durch mechanische Kräfte stark gestört. Die Bank wird seitlich bedeckt von 1,6 m stark sandiger Moräne und ihrem Rückstand resp. Geschiebesand, einem Flugsand und geschichtetem Sand. MUNTHER nimmt an, dass das Landeis, welches über das Lager gegangen ist, nicht sehr bedeutend gewesen sein kann, dem „jüngeren baltischen Eisstrom“ entsprechend; ein Theil der oben liegenden Blöcke

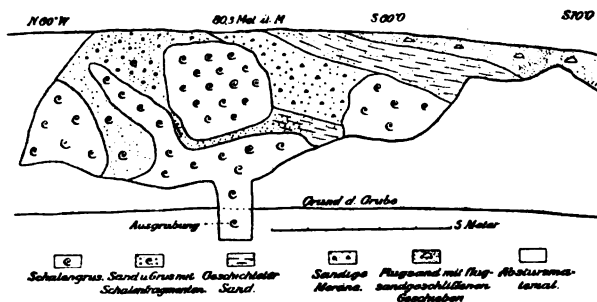


Fig. 20. Profil am Grimmelsberg bei Tarbeck (nach MUNTHER).

möge auch durch Eisberge dahin geführt sein. Der Salzgehalt und die Temperaturbedingungen entsprechen denen des heutigen nördlichen Kattegat (s. auch MADSEN, Istidens Foraminiferer).

Ein daneben befindliches Thonlager mit wenig marinen resp. brackischen Fossilien bildet das Liegende.

GAGEL<sup>2</sup> hat nun über diesen marinen Thonen Brack- und Süßwasserschichten nachgewiesen. Er fand einen dunklen fetten Thon mit ausgesprochener Süßwasser-Fauna und -Flora.

Sonach ist der Thon älter als die Austernbank, welche vielleicht überhaupt nur eine Scholle darstellt. Über das Alter kann man noch nicht sicher urtheilen, wahrscheinlich ist der Thon präglacial.

<sup>1</sup> MUNTHER, Studien über ältere quartäre Ablagerungen im südbaltischen Gebiete. Bull. Geol. Inst. Upsala. 3. 1897. p. 87.

<sup>2</sup> GAGEL, Über eine diluviale Süßwasserfauna bei Tarbeck in Holstein. Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1901. p. 293.

## Fahrenkrug, südwestlich von Tarbeck.

BERENDT, Die Ablagerungen der Mark Brandenburg. 1863. p. 67. Taf. 2  
Fig. 5; GOTTSCHÉ, p. 51; CLEVE, Diluviale und alluviale Diatomeen.  
1882. p. 132.

Nach BERENDT liegt der Diluvialthon unter gemeinem Diluvialsand und wird durch eine 3 m mächtige Feinsandschicht in zwei Bänke zerlegt, deren obere dem Brockenmergel ähnelt; alles wird discordant von Geschiebesand überdeckt; an einer Stelle schiebt sich noch ein sandiger Geschiebemergel

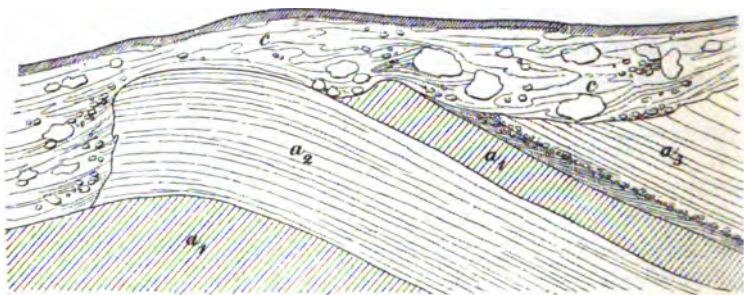


Fig. 21. Fahrenkrug (nach G. BERENDT).  $a_1$  = Diluvialthon;  $a_2$  = Diluvialglimmersand;  $a_3$  = gemeiner Diluvialsand;  $c$  = Decksand (Geschiebesand).

dazwischen. Nach MUNTHE mag die dortige Moräne die jüngste sein und die unterlagernden Schichten mit ihrer gemäßigten Fauna in die jüngere Interglacialepoche gehören.

Die 1 m mächtige Ablagerung von zertrümmerten Austernschalen in der Kiesgrube von Stöfs bei Waterneversdorf (GOTTSCHÉ, p. 46) hielt JOHNSTRUP für eine Scholle. GOTTSCHÉ hält das Vorkommen für sehr wahrscheinlich interglacial 2.

## Oldesloe in Holstein.

FRIEDRICH, Der Untergrund von Oldesloe. Mitth. Geogr. Ges. Lübeck. 16. 1902. p. 45.

In Oldesloe ist auf eine 1 km lange Fläche durch Bohrungen Interglacial 2 nachgewiesen; die Oberkanten liegen zwischen  $-7$  und  $-20$  m NN. (eine Bohrung in  $-38$  m). Die Bohrungen lassen sich noch nicht zu einem richtigen Gesamtprofil zusammenfassen. Die wichtigste ist folgende ( $+15,5$  NN.):

O— 5,8 m	gelber Geschiebemergel,	} oberer Geschiebemergel,
— 7,7 "	eisenschüssiger Grand,	
— 8,2 "	grauer Geschiebemergel,	
— 9,2 "	" Grand,	
— 12,5 "	" Geschiebemergel,	
— 13 "	grandiger Sand,	} z. Th. Vorschüttungsproducte des letzten Inlandeises,
— 13,4 "	grauer Thonmergel,	
— 22,5 "	" grober und feiner Spathsand,	
— 23,3 "	" Mergelsand,	
— 24 "	" Geschiebemergel,	
— 32,8 "	" Sand,	} Interglacial 2 (4,6 m mächtig) (Oberkante — 20 m NN.),
— 33 "	schwarze sandige Modde,	
— 33,9 "	grauer kalkfreier Sand,	
— 35,5 "	schwarze sandige Modde,	
— 35,8 "	dunkler humoser kalkfreier Sand,	
— 37 "	grünlichgrauer kalkhaltiger sandiger Thon,	} unterer oder Haupt-Geschiebemergel.
— 37,4 "	blaugrauer fetter Thon,	
— 103 "	grauer Geschiebemergel mit dünnen Einlagerungen von grobem Sand,	
— 105,1 "	grauer thoniger Sand,	
— 115,6 "	" grandiger Sand,	

In dem unteren Thon fanden sich Brackwasserconchylien (*Neritina fluviatilis*, *Cardium edule*, *Hydrobia* u. a.), Ostracoden und Diatomeen (neben einzelnen Land- und Süßwasserpflanzen).

Die sandige Modde enthält höhere Pflanzen und Diatomeen, welche die Modde als Süßwasserbildung charakterisiren (ebenso wie die Torflager von Lauenburg, Fahrenkrug und Grünenthal unserem jetzigen gemässigten Klima entsprechend).

Das allgemeine Bild der Ablagerung ist nach FRIEDRICH folgendes: Von dem Verbindungsarm zwischen Nord- und Ostsee zweigte eine schmale Bucht mit nur schwach brackischem Wasser südwärts bis Oldesloe ab, das Wasser des todten Armes süßte bald aus und wurde von einer artenreichen Flora belebt. Laub- und Nadelholz bedeckte die Ufer. „Es ist das Bild, wie wir es heute noch dort zu sehen gewohnt sind.“

Es war hier offenbar ein tiefer Flussarm mit der Ostsee in Verbindung (oder eine weit landeinwärts reichende Bucht), deren Ausfüllung nochmals von Eis oder Drift beschüttet wurde. Die hangenden Diluvialbildungen haben hier eine viel grössere Mächtigkeit (12,5 m) als an anderen holsteinischen Orten, mehr dem Marienburger Interglacial entsprechend. Ihr mehrfacher

Wechsel von Geschiebemergel und Sanden deutet auf ein wiederholtes Vorrücken und Abschmelzen des Eises dicht hinter der Endmoräne hin.

Oldesloe liegt am Travethal zwischen den beiden Haupt-endmoränenzügen der Lübecker Bucht.

Ein deutlicheres „Interglacialprofil“ als Oldesloe kann man kaum finden:

FRIEDRICH parallelisirt den unteren Thon mit den Austernbänken von Tarbeck und Blankenese, mit ? Stöfs und dem Thon von Fahrenkrug. Die Höhenlage der Orte ist allerdings von der des Oldesloer Thones sehr abweichend (40—69 m ü. NN. gegen — 20 hier). Diese Differenz wäre nur durch spätere Niveauschwankungen zu erklären. Tarbeck und Fahrenkrug liegen unmittelbar ausserhalb der „äusseren Hauptendmoräne“, Oldesloe innerhalb, Stöfs im Bereich des inneren Zuges (Ristinge innerhalb der ganzen baltischen Moränenzone).

Man würde also anzunehmen haben, dass der Eisrand sich weiter als die baltische Endmoräne zurückgezogen hatte und später infolge eines erneuten Vorstosses bis in oder über die Endmoränengegend kam, was einer normalen „Interglacialerscheinung“ oder wenigstens der eines verhältnissmässig geringen Rückzuges (mit den üblichen Oscillationen) infolge der allgemeinen Klimaverbesserung entspräche.

Betrachtet man aber Tarbeck und Fahrenkrug mit ihrer bedeutenden Meereshöhe als Bildungen der Nordsee und Oldesloe als Absatz eines mit der Ostsee in Verbindung stehenden Flussarmes<sup>1</sup>, so hat die Auffassung keine Schwierigkeit, dass hier auch schon zur Zeit des Stadiums der „inneren“, jüngeren Endmoräne die Ausfüllung des oberen Travethales durch wiederholtes Vorrücken des schon in der Gegend von Travemünde stehenden Eises beschüttet wurden; gerade hier in der Ecke der Lübecker Bucht wird der baltische Eisstrom lange Zeit oscillirende Vorstösse ausgeführt haben.

Bei Høve im nördlichen Seeland fand MILTHERS einen Thon mit *Tellina calcarea*<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Die Absätze haben grosse Ähnlichkeit mit *Litorina*-Ablagerungen. Ristinge ist vielleicht eine spät- und postglaciale, durch Drift gestörte Ablagerung.

<sup>2</sup> Medd. Dansk. Geol. Foren. 6. 1900. p. 37.



In 20 m Höhe an der Grenze zwischen Moränenthon und fluvioglacialen Sanden liegt unter 1,6 m Geschiebelehm steinfreier, horizontal geschichteter Thon, in dessen tiefen Lagen massenhafte Schalen von *T. calcarea* vorkommen mit vielen Foraminiferen und Ostracoden, aber ohne Diatomeen. Die Fauna ist arktisch oder boreal, ähnlich der des Yoldienthones. Die Frage, ob präglacial, interglacial oder spätglacialer Yoldienthon, ist nicht sicher zu entscheiden.

Wahrscheinlich war die Lage des Eises im Iseffjord gleichzeitig mit der Ablagerung des spätglacialen *Yoldia*-Thons in Vendsyssel; der Thon von Høve könnte also gebildet sein in einer Interoscillationsperiode der zweiten baltischen Vereisung (Mecklenburgian) im Anschluss an den Yoldienthon; die Moränendecke wäre dann von dem Eisstrom abgesetzt, dessen Rand längere Zeit in jener Gegend stationär war. Doch verwirft MILTHERS diese naheliegende Annahme aus dem Grunde, weil die Höhenlage des Thones, 18 m ü. d. M., gegenüber der von den DE GEER'schen Isobasen angegebenen eine Hebung angeben würde, während sich dort die O-Curve der spätglacialen Senkung befindet.

Der Mangel an norwegischen Blöcken in den den Thon unterlagernden Ablagerungen der Umgebung ist für MILTHERS der Grund zu der Annahme, dass der Høve-Thon nicht in der dem Saxonian unmittelbar folgenden Interglacialzeit 1 abgelagert sei, sondern möglicherweise in dem Interglacial 2 (Neudeckian).

#### Zusammenfassung.

Das marine Quartär der cimbrischen Halbinsel ergibt also folgendes Bild: Der von Hamburg etwa auf die Länge von etwa 100 km sich landeinwärts erstreckende<sup>1</sup> Elbmündungstrichter zeigt in seinem oberen Theil (präglaciale) Süß- und Brackwasserbildungen, bei Hamburg in bedeutender Tiefe mit Glacialeinschüben gemässigte Litoralfauna, erweitert sich nach W., wodurch er für das Nordseewasser freiere Zugänge erhält, daher bei Stade arktische Thone mit dünner Austernbank (schwimmende Eismassen, verschiedene kalte und warme Strömungen). Rechtsseitig hat Ütersen gemässigte Fauna.

Erhebliche Niveaudifferenzen (vergl. die benachbarten Orte Dockenhuden und Blankenese) deuten auf weitere Senkung innerhalb der Bucht<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Vielleicht noch weiter bis nach Hagenow abzweigend.

<sup>2</sup> Dieser Mündungstrichter ist vielleicht als Rest der miocänen Bucht anzusehen, die sich bis über jene Gegend erstreckte. Ihm folgten dann

Auf der Westseite der Halbinsel gelegene Fundorte zeigen, dass das Meer einen Saum des Landes bedeckte (Landsenkung bis mindestens 20 m). Der freiere Zugang des Meeres ermöglichte z. Th. arktische und boreale Fauna (Sylt mit seiner jungen Austernbank lehrt, dass auch in späterer Zeit die Senkungen sich wiederholten, resp. fortbestanden).

Im S. der Provinz scheinen sich Arme nach der Ostsee zu erstrecken (s. GORTSCHE), deren Wasser bei Burg 40 m höher als heute stand (vielleicht gehört Tarbeck schon zum eigentlichen Ostseegebiet). Die Fauna theils arktisch, theils gemässigt, arktische dringt auch weiter nach O. (Itzehoe, Rensing, Burg z. Th.).

Die Schichten wurden später oft von Glacialvorschub gestaucht oder von Dislocationen betroffen.

Die Senkung von Vendsyssel gab dem Nordseewasser einen freieren Zugang zum Balticum. An dieser exponirten Stelle war eine arktische Molluskenfauna (älterer Yoldienthon) möglich, deren Verbindung mit gemässigter Fauna aber sehr beachtenswerth. Ob Jütland eine trennende N.—S. erstreckte Insel blieb, oder auch mit überfluthet war, ist noch nicht sicher nachzuweisen. Nach den bisherigen Funden ergibt sich nur eine marine Serie im SO. der cimbrischen Halbinsel. Ihr Alter ist nicht überall klar.

Von O. her greift die Ostsee bei Alsen und Langeland ein mit Nordseefauna von gemässigtem Charakter. Süswasserbildungen zeigen die Nähe von Land an. Die Lagerungsverhältnisse sind oft so gestört oder unsicher, dass man von einigen Orten nicht sagen kann, ob sie im Anfange oder gegen das Ende der Eiszeit gebildet sind.

Jungquartäre, von Süswasserbildungen bedeckte brackische Ablagerungen des oberen Travethals wurden bei Oldesloe durch locale Vorstösse des Eises von den inneren Hauptendmoränen nochmals beschüttet.

Dieses Gebiet ist auch in der eigentlich „spätglacialen“ und postglacialen Zeit theilweiser erneuter Senkung unterworfen gewesen (jüngerer Yoldienthon, *Litorina*-Ablagerungen).

---

auch die Eismassen, die z. B. noch bei Wittenberge im alten Elbthal in bedeutende Tiefen reichen, während sie auf den Ufern weniger mächtig sind.

Endlich finden wir in Hven, Møen, Rügen mit Hiddensøe und Schwaan Andeutungen von weiteren Meeresarmen oder Verbindungen nach dem Osten:

Insel Hven im Öresund (MUNTKE, l. c. p. 102). Hier findet sich mariner Thon, dessen Fauna aus arktischen, nördlichen und südlichen Elementen gemischt ist (*Yoldia arctica*, *Turritella*, *Cerithium*). Der Thon besteht (wenn nicht ein Theil der Schalen secundär hineingekommen ist, z. B. aus Yoldienthon) ursprünglich aus einigen unter wesentlich verschiedenartigen Bedingungen abgesetzten Lagern, die später zusammengepresst wurden. Das Alter derselben ist noch unsicher.

In den diluvialen Einguetschungen an Möens Klint finden sich Thone, die durch Druck ein breccienartiges Gefüge haben und zerbrochene und schlecht erhaltene Muschelschalen führen. Nach JOHNSTROP ist es unentschieden, ob die Thiere an diesem Ort gelebt haben oder die Schalen von anderswoher nebst dem Sande hergeführt sind (s. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1874. p. 550. Taf. XI Fig. 4).

Schwaan in Mecklenburg (Warnowthal) (GEINITZ, Arch. d. Ver. Nat. Meckl. 1893. p. 135). Dieser Fund ist nach seinem Alter unsicher. Unter unterdiluvialen Thon und feinem Sand fand sich in 60 m, d. i. in — 55 m, scharfer Sand mit *Cardium edule* und *Corbula gibba*, das Liegende ist unbekannt. Wenn es nicht Einschwemmlinge sind, so wäre die Schicht eher als Interglacial 1 zu betrachten, denn als Interglacial 2, mithin altquartär. (Andere im mittleren Mecklenburg gemachte Conchylienfunde in Sanden (Parchim, Schwerin) sind wohl verschleppt.)

#### Hiddensøe<sup>1</sup>.

- 1— 2 m Flugsand und Steinpflaster, mit windgeschliffenen Steinen,
- 4 „ gelbgrauer Geschiebemergel (auch mit einigen quartären Foraminiferen),
- 3 „ mariner fossilführender Thon,
- 20—30 „ geschichteter Sand, in ihm eine 6—7 m dicke Bank von Geschiebemergel, darunter zwei dünne Thonbänke, deren untere mit Foraminiferen<sup>2</sup>,
- am Strand unten Geschiebemergel, darunter mariner Thon, vielleicht abgerutscht.

<sup>1</sup> GÜNTHER, Die Dislocationen auf Hiddensøe. Berlin 1891; MUNTKE, Studien p. 40, Prof. p. 42; DEECKE, Geol. Führer durch Pommern. p. 55.

<sup>2</sup> Nach GÜNTHER jungdiluvial (?).



1. Obere Moräne mit Flugsand;
2. darunter mariner Cyprinenthon mit gemässiger Fauna,
3. „ fluvioglaciale Sande und
- ? 4. unterer Geschiebemergel am Strande.

Die mittlere Moränenbank mit ihrer Unterlage von:

- a) fluvioglacialem Thon,
- b) Sand,
- c) unterem marinen Thon von etwas anderer Fauna als oben,

kann als in postglacialer Zeit abgerutschte Scholle von oberer Moräne mit ihrer Unterlage gelten<sup>1</sup>. Ebenso ist das Vorkommen der untersten Thonlage, von DEECKE als präglacial angegeben, wohl auf Abrutsch zurückzuführen.

Nach MUNTHE müsste die fragliche Gegend um etwa 60—65 m niedriger gelegen haben als heute.

In Sassnitz auf Rügen (+ 40—50 m) fand STRUCKMANN<sup>2</sup> auf:

- 2,5 m bläulichem Geschiebemergel,
- 0,75 „ geschichteten Thon und Sand ohne Versteinerungen,
- 0,75 „ Sand mit Süßwassermollusken,
- 1,25 „ „ „ marinen Mollusken, *Tellina baltica*,
- 7 „ bräunlichen Geschiebelehm.

STRUCKMANN und MUNTHE (Hist. p. 63) sehen die Schichten als interglacial an, JENTZSCH für präglacial. Das WAHNSCHAFFE'sche Profil zeigt den Sand zwischen unterem Geschiebemergel; sollte der „obere“ nicht auch noch zu dem unteren zu rechnen sein, als Verwitterungslage?

Am Kieler Bach bei Stubbenkammer fand MUNTHE (Hist. p. 64, Stud. p. 57) an einer Verwerfung zwischen Geschiebemergel ein 3 m mächtiges Sandlager, in dessen unterer, gebogene Schichtung zeigenden Partie Moose gefunden wurden, die z. Th. ein arktisches Gepräge haben. Falls sich das interglaciale Alter dieses Sandes nachweisen liesse, würde MUNTHE es zum Interglacial 1 stellen und hier einen Nachweis von drei Eiszeiten sehen. Nach den Lagerungsverhältnissen, die in den berühmten Dislocationen vorliegen, kann man aber die Sande nur als altglacial ansehen, die „inter-

<sup>1</sup> s. auch MUNTHE, p. 50, vergl. Taf. 3 bei GÜNTHER.

<sup>2</sup> STRUCKMANN, Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1879. p. 788; WAHNSCHAFFE, ibid. 1882. p. 593; MUNTHE, Hist. p. 63.

glacialen“ Verwerfungen haben ja die Sande mitbetroffen. DEECKE<sup>1</sup> zeigt, dass diese wenig mächtige, in den Geschiebemergel eingeschaltete Sandschicht nicht als das Product einer besonderen Interglacialzeit anzusehen ist, sondern das Product localer Factoren.

Das würde genau mit den Verhältnissen von Möen stimmen, wo auch eine fossilführende Sandbank in den unteren Geschiebemergel eingeschaltet ist und mit diesem die Dislocationen erfahren hat. Man ersieht daraus nur, dass vor Ablagerung des unteren Geschiebemergels in der Nähe Pflanzen- und marine Conchylien existirt haben; das durch sie erwiesene Klima scheint verschieden gewesen zu sein.

Den östlichsten Punkt dieser Abtheilung bildet Colberg mit seiner (verschleppten?) Nordseefauna in Diluvialgranden<sup>2</sup>.

Der von DEECKE versuchte<sup>3</sup> Nachweis interglacialer Meeresbedeckung Rügens durch Diluvialgeschiebe mit Bohrmuschellöchern wurde von JENTZSCH<sup>4</sup> zurückgewiesen.

#### β. Provinz Preussen.

Die Verbreitung der unterdiluvialen Meeresfauna umfasst im östlichen Norddeutschland ein grosses Gebiet, welches sich zwischen Danzig und Thorn und von da östlich bis fast zur russischen Grenze erstreckt (s. die Karte von JENTZSCH, l. c.); die neuen Kartirungsarbeiten haben noch mehr Funde ergeben. Bei den meisten Funden ist die Fauna auf secundärer Lagerstätte, daher das Zusammenvorkommen von *Cardium* und *Dreissena*. Es sind hier Einschwemmlinge, die nur beweisen, dass die betreffenden Lager in der Nähe existirt haben.

Es findet sich hier arktische und „Nordseefauna“, erstere weniger räumlich ausgedehnt als letztere.

JENTZSCH hat die „interglaciale“ Fauna als „Nordseefauna“ bezeichnet (Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1881. p. 546 und Führer durch das Provinzial-Museum Königsberg 1892. Tab. 1) und charakterisirt durch:

<sup>1</sup> Führer für die Rügen-Excursion. Greifswald 1899. p. 25.

<sup>2</sup> BERENDT, Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1884. p. 188.

<sup>3</sup> Über Löcher von Bohrmuscheln in Diluvialgeschieben. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1894. p. 682.

<sup>4</sup> Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1895. p. 740.

*Cardium edule*, *C. echinatum*, *Tellina solidula*, *Corbula gibba*,  
*Macra subtruncata*, *Scrobicularia piperata*, *Tapes virginea*, *Cyprina*  
*islandica*, *Ostrea edulis*, *Mytilus edulis*, *Nassa reticulata*,  
*Cerithium lima*, *Litorina litorea*, *Scaligeria communis*.

SCHRÖDER will dagegen die Bezeichnung „Nordseefauna“ nicht gelten lassen, sondern stellt die marine Diluvialfauna Preussens der recenten Fauna der westlichen Ostsee an die Seite (Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1885. p. 234).

Gliederung nach JENTZSCH (Ber. Prov.-Mus. 1896. p. 75; 108. Sitzber. phys.-ökon. Ges. 1896):

Jung-glacial	{ Geschiebemergel, Spathsand, Mergelsand, Geschiebemergel. }	Prussian	{ Ober. Geschiebemergel = Mecklenburgian. Rothofer Geschiebemergel = Rothofian.
Inter-glacial	{ Thon, Meeressand, Sand mit Kohle, Spathsand, Graud, Thon. }	Neudeckian	{ Schlanzer Stufe, darüber b. Marienburg: Hang. Neudeckian-Sande, Nogatstufe, Weichselstufe = Vistulan, darunter bei Marienburg: Hommelstufe, Hommelian, Liegende Neudeckian-Sande.
Alt-glacial	{ Geschiebemergel und Thon mit wenigen dünn. Sandlagen. }	Stargardian	{ Oberster Geschiebemergel = Fiedlitzer Mergel, Unterster Geschiebemergel = Lenzener Mergel.
Früh-glacial	{ Spathsand. }	Elbingian	

### Elbing.

JENTZSCH, dies. Jahrb. 1876. 738—749; Schr. phys.-ökon. Ges. Königsberg. 1876. p. 139; Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1898. p. CCXXXV.

Die Schichten bei Elbing sind in sehr gestörter Lagerung. Die älteste Serie ist die Süßwasserstufe; es sind 15—20 m mächtige feine Sande mit dünnen Lamellen von Kohlen und fast kalkfrei, als Vorläufer der ältesten Vergletscherung aufgefasst. Darauf legt sich eine dünne Bank von Geschiebemergel, 0,3 m mächtig und nur kleine Geschiebe führend, anderwärts etwas mächtiger werdend. Darüber folgt 0,5 bis 0,6 m Sand mit Kohlelamellen und darüber das 25 m mächtige, kalkhaltige Hauptthonlager; sein unterster Theil ist fossilleer, die folgenden 8—10 m bilden den wahren „Elbinger Yoldienthon“; darüber folgt Thon mit *Cyprina* und einzelnen (um-

gelagerten) Yoldien. Die obersten 10 m sind muschelleer, aber reich an Blaueisenerde<sup>1</sup>.

Hiernach wird der Elbinger *Yoldia*- und *Cyprina*-Thon dem ältesten Interglacial zugetheilt und die Süßwasserschichten dem Präglacial. Wenn man aber beachtet, dass der unterste Geschiebemergel hier nur eine 0,3 m dicke Bank bildet, so darf man denselben doch kaum als Repräsentant einer selbständigen Eiszeit ansehen, sondern ebenso gut als den Absatz einer sich nähernden oscillirenden Eismasse und wird die ganze Elbinger Serie als präglacial betrachten können, derart, dass die Sande der unteren Süßwasserstufe als alte Uferbildung angesehen werden, auf welche sich erst die kleine Geschiebemergelmasse absetzte und darauf, nach nochmaliger geringfügiger Süßwasserbildung, die mächtigen Thone, zuerst mit arktischer, dann mit gemässigter Fauna, den wechselnden Meeresströmungen entsprechend.

JENTZSCH unterscheidet in der Elbinger Stufe, dem „Elbingian“, Elbinger *Yoldia*-Thon, Valvatenmergel, Cyprinen-thon, Renthierbett und Waldschicht<sup>2</sup>.

Vogelsang bei Elbing (JENTZSCH, Ber. 1896. p. 78). An dem Thalgehänge des Hommelbaches ist folgendes Profil<sup>3</sup> unter diluvialem Sand des Gehänges (nach JENTZSCH nicht Abrutsch):

- |     |   |  |               |
|-----|---|--|---------------|
| 1   | m | dunkelgrauer Staubmergel mit undentlichen Conchylien („Nogatian“),   |               |
| 0,1 | „ | lehmiger Sand mit zahlreichen <i>Cardium edule</i> , <i>Tellina solidula</i> u. a. „ <i>Cardium</i> -Bank“ mit marinen Diatomeen = „Vistulan“, |               |
| 0,2 | „ | grauer Staubmergel, scharf abgeschnitten, mit einzelnen Süßwasser-Conchylien,  | } „Hommelian“ |
| 1,0 | „ | hellgrauer Staubmergel mit massenhaften Süßwasser-Conchylien. „Süßwasserschicht“ mit Süßwasser-Diatomeen,                                      |               |
| 0,4 | „ | mittelkörniger Sand.   |               |

<sup>1</sup> Fossilien des Elbingian: *Ursus*, *Equus*, *Bos*, *Cervus*, *C. tarandus*, *Elephas*, *Rhinoceros*, *Canis familiaris* var. *grönladicus*, *Delphinus*, *Phoca grönladica*, *Gadus*, *Yoldia arctica* (truncata), *Cyprina islandica*, *Astarte borealis*, *Dreissena polymorpha*, *Valvata piscinalis*, Diatomeen, Foraminiferen, s. MADSEN, Medd. Dan. Geol. Foren. 3. 1895. p. 13.

<sup>2</sup> Ber. Verw. Prov.-Mus. f. 1893—1895, 1896. p. 108.

<sup>3</sup> JENTZSCH, Schr. phys.-ökon. Ges. 1881. p. 149.



NOETLING unterschied (Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1883. p. 340) in der kaum 2 m mächtigen Ablagerung eine obere marine sandige, thonige und untere mergelige Süßwasserabtheilung (letztere in einem stehenden grösseren Gewässer in nächster Nähe der See abgesetzt).

Bei dem 12,2 km entfernten Succase fand NOETLING<sup>1</sup> ebenfalls Staubmergel mit Süßwasser-Diatomeen in gestörter und ungestörter Lagerung; die Lagerungsverhältnisse des Geschiebelehm konnten nicht beobachtet werden. Dieses Profil wurde von JENTZSCH<sup>2</sup> ergänzt. Er fand auch hier einen Complex extraglacialer Schichten, die er für unterdiluvial erklärt, über Geschiebelehm, und zwar oben *Cardium*-Bank, unten Süßwasserschichten.

Das Profil ist von unten nach oben:

- 1,0 m geschiebefreier kalkarmer Sand,
- 0,2 „ kalkarmer Sand,
- 0,3—1,0 „ Geschiebemergel,
- 0,7 „ mittelkörniger Sand, kalkarm nach oben mit Thonbank,
- 1,5 „ gelbgrauer kalkarmer Mergel mit Süßwasser- und Meeresformen,
- 0,2 „ gelbweisser kalkreicher Mergel mit Süßwasser-Diatomeen,
- 0,8 „ geschiebefreier Sand, unten stellenweise fetter Thon,
- 0,05 „ *Cardium*-Bank, Sand mit Meeresmuscheln,
- 0,8—1,0 „ gelbbrauner Staubmergel,
- 0,2 „ Sand.

Es erscheint hier ein Analogon mit dem innigen Verband des 18 km von Tolkemit entfernten Elbinger Yoldienthones mit Süßwasserbänken. „So war in früher Diluvialzeit die Gegend von Elbing eines Meeresküste mit haffartigen Süßwasserbildungen, deren Fauna und Flora durch das vordringende Eis schliesslich vernichtet wurde.“

Beachtenswerth ist, dass keine directe Überlagerung durch Geschiebemergel vorkommt und der liegende Geschiebemergel auch nur eine dünne Bank bildet, die kaum als Vertreter einer selbständigen Eiszeit anzusehen ist.

Die marinen Cardiansande von Marienburg und Dirschau stellt JENTZSCH<sup>3</sup> zum Interglacial 2 (indem er die beiden

<sup>1</sup> Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1883. p. 335.

<sup>2</sup> Ibid. 1884. p. 170, 1887. p. 492.

<sup>3</sup> JENTZSCH, Das Interglacial bei Marienburg und Dirschau. Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1895. p. 165.

oberen Geschiebemergelbänke seines Profils zusammenzieht), während sie WAHNSCHAFTE zu Interglacial 1 rechnet. Auch hier sind übrigens wieder mit dem marinen Diluvium Süswasserbildungen verbunden.

Marienburg: + 14 m.

- 14—20 m grauer sandiger Geschiebemergel,
- 28 „ Diluvialsande,
- 30 „ sandiger kalkarmer Thon,
- 33 „ Sand mit zahlreichen marinen Muscheln (*Cardium echinatum*, *Corbula gibba*, *Cyprina*, Gastropodenspindeln),
- 35 „ Sand mit Holzresten (Süswasserbildung),
- 37 „ nordischer Diluvialsand,
- 39 „ Thonmergel,
- 42 „ Sand,
- 43 „ Thonmergel.

Durch 10 m mächtige Sedimente getrennt von dem höheren Geschiebemergel und unterlagert von mindestens 11 m mächtigen Sedimenten, treten hier im Niveau von — 16 m marine Sedimente mit gemässigter, gut erhaltener Fauna auf.

Dirschau: + 30 m.

- 3 m Geschiebemergel,
- 9 „ Sande,
- 13 „ Geschiebemergel,
- 33 „ Grand und Sand, unten mit Diluvialkohle,
- 36 „ marine Sande (*Cerithium lima*, *Nassa*, *Corbula*, *Mytilus*, *Cardium edule*, *Venus*),
- 36,6 „ Mergel.

Ein directer Nachweis von unterlagernder Moräne ist an beiden Orten nicht erbracht. JENTZSCH weist die Annahme, die marinen Schichten möchten etwa als Durchragung in ihre verhältnissmässig hohe Lage gekommen sein, ab und sucht in benachbarten Bohraufschlüssen den Nachweis, dass die fraglichen Schichten von Geschiebemergel unterteuft werden, somit interglacial (2) seien<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Durch Vergleich mit einer anderen Bohrung kommt JENTZSCH zu dem Schluss, es „lägen hier unter der Meeresschicht noch 82 m Diluvialschichten, in denen 1—2 Horizonte von Geschiebemergel vorkommen“.

Ein 600 m entferntes Bohrprofil ergab von

- 14—22 m unterdiluvialer Sand = Interglacial (NB. ohne Muscheln),
- 22—64 „ bzw. — 75 m eine 42 m mächtige Folge von Geschiebemergel und Thonbänken = Altglacial,
- 64 (75)—82,5 „ Frühglacial (Thonmergel und Sand).

So ansprechend die Ausführungen auch sind (nach ihnen würde man anzunehmen haben, dass jene Gegend auch während Eisoscillationen wiederholt vom Meere bedeckt war), so darf doch an die jedem, der sich mit Bohrungen beschäftigt, oft recht unangenehm bekannte Erscheinung des plötzlichen unermutheten Wechsels der Diluviallager erinnert werden und demnach ein bescheidener Zweifel an der Übereinstimmung jenes Idealprofils von Dirschau (l. c. p. 196) erhoben werden.

In der Gegend von Danzig fand ZEISE (Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1896. p. LXXXVIII) eine Scholle des frühglacialen Yoldienthons in dem dort nur als eine Bank auftretenden Geschiebemergel. Auch hier war der Yoldienthon innig verbunden mit Süßwasserschichten.

### Marienwerder.

JENTZSCH, Die Lagerung der diluvialen Nordseefauna bei Marienwerder. Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1881. p. 546.

Die Conchylien liegen in echtem Geschiebemergel, dessen untersten 0,5 m erfüllend; „man kann sich bei der Reichlichkeit des Vorkommens des Eindrucks nicht erwehren, dass das Material des Geschiebemergels sich vorwärts schob entweder über den Meeresgrund oder doch über eine muschelreiche Meeresschicht.“ Der Geschiebemergel gehört dem unteren Diluvium an.

Durch Combination der Profile fand JENTZSCH folgende Lagerung:

- i) 18,8 m Wechsel von Geschiebemergel und Sand oder Grand, Conchylien im Grand;
- h) 6,2—9,4 „ Sand oder Grand, spärlich Conchylien (auch *Dreissena*);
- g) 1,8—3,1 „ Thonmergel, ohne Conchylien (auch im hangenden Theile von f keine);
- f) 3,1 „ Geschiebemergel, an der unteren Grenze mit Conchylien;
- e) 7,8 „ Sand bis Grand, ziemlich reichlich Conchylien der Nordseefauna, auch *Yoldia arctica*;
- x, y) je 0,15 „ zwei dünne Geschiebemergelbänke, reich an Conchylien (*Scalaria*-Bank);
- d) 1,8—3,1 „ Sand,                    }
- c) 0,9 „ Lehm,                } ohne Petrefacten;
- b) 3,7 „ Thon,                }
- a) (als unterstes Glied fügt JENTZSCH den Geschiebemergel von Kleinschlanz hinzu).

Der vorherrschenden Nordseefauna ist untergeordnet beigemischt umgelagerte Eismeerfauna (*Yoldia*); Süßwasserreste sind in den oberen Theilen (g und h) ziemlich allgemein verbreitet; in den höheren Horizonten liegen die Conchylien im Grand, in den tieferen vorwiegend im Geschiebemergel, nahe dessen Sohle.

Ähnlich ist die Gliederung auf dem linken Weichselufer, von Dirschau bis Mewe. Der durch BERENDT bekannte reiche Fundpunkt bei Mewe (Jacobszmühle) an der Ferse liefert in Massen Nordseemuscheln, daneben aber vereinzelt auch Yoldien.

JENTZSCH gliedert<sup>1</sup> das Unterdiluvium nördlich von Mewe von oben nach unten:

Thonmergel,	
Geschiebemergel,	
Spathsand mit Mergelsand, Thon und Grand	} mit diluvialer Fauna,
Geschiebemergel	
mächtiger Spathsand und Grand mit Thon	
Geschiebemergel,	
Spathsand.	

Alle 3 Faunen sind in tiefliegenden Schichten des Unterdiluviums bereits vorhanden, die Nordseefauna ist in den tiefsten Schichten am reichsten vertreten, so „dass möglicherweise hier alle jüngeren Unterdiluvialschichten davon Reste erst auf secundärer Lagerstätte enthalten“. JENTZSCH betont die Reinheit der Vorkommen von Jacobszmühle, Klein-Schlanitz und Grünhof am Weichselthale gegenüber der gemischten Fauna der zahlreichen umgebenden Fundpunkte; „die betreffenden Mollusken müssen irgendwo in der Nähe gelebt haben, können nicht durch den Gletscher verschleppt sein“. In dem die Nordseesande unterteufenden Geschiebemergel fand JENTZSCH Klappen von *Yoldia*; „beide Faunen sind also durch einen Geschiebemergel, d. h. durch ein mindestens locales Vordringen der Gletscher getrennt.“

SCHRÖDER hält indessen die Beweisführung für primäre Lagerstätte nicht für ausreichend und kann sich auch nicht den aus jenen Fundpunkten gezogenen Schlüssen für eine Interglacialzeit anschliessen (Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1885. p. 232).

<sup>1</sup> Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1883. p. LXVI.

**Graudenz.** JENTZSCH betont, dass bei Graudenz, oberhalb im Weichselthal, Nordseefauna unter ähnlichen Verhältnissen vorkommt und dass hier das Diluvium mit einem untersten Geschiebemergel bis mindestens — 35 m reicht. (Bei Bahnhof Graudenz wurde das Liegende, Tertiär, bei 48,8 m gefunden. JENTZSCH, Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1884. p. CIII.)

Neudeck bei Freystadt<sup>1</sup> ist der südöstlichste Punkt von marinem Interglacial in Westpreussen, 114 resp. 109 m ü. d. M.

Mächtiger Diluvialsand unter Thon (welcher von oberem Geschiebemergel bedeckt wird) ist in seinem hangendsten Theil auf 0,5—0,8 m schwach bindig und erfüllt von Tausenden von Muschelschalen, welche fast nur den 3 Arten angehören: *Cardium edule*, *Tellina solidula*, *Cyprina islandica* (selten noch: *Nassa reticulata*, *Cardium echinatum*, *Mytilus edulis*; ferner Foraminiferen). Nach JENTZSCH lebte diese Faunula zur Zeit der Ablagerung jenes Sandes in nächster Nähe, die Überlagerung durch Geschiebemergel ist ihm auch sicher. Die Schichten zeigen einige Verwerfungen. In Verbindung mit Mewe u. a. hält JENTZSCH das Vorkommen für interglacial. Die *Cardium*-Schicht von Neudeck wurde von GEIKIE als Typus der Stufe „Neudeckian“ erwählt (GEIKIE, Classific. Europe glac. dépos. 1895. p. 250)<sup>2</sup>.

### Kiwitten.

SCHRÖDER, Über zwei neue Fundpunkte mariner Diluvialconchylien in Ostpreussen. Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1885. p. 219; hier auch Literaturangaben.

Im Herzen Ostpreussens, 9 Meilen südlich von Königsberg gelegen, treten in der Moränenlandschaft in Durchragungen

<sup>1</sup> JENTZSCH, Ein neues Vorkommen von Interglacial zu Neudeck. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1890. p. 597; Sitz.-Ber. physik.-ökonom. Ges. Königsberg. 1896. p. 18; Erläut. zu Bl. Freystadt. Berlin 1898. p. 12.

<sup>2</sup> Bei Sawdin in Westpreussen sollen unter dem marinen Diluvium noch 1,5 m Süßwasserschichten lagern. JENTZSCH, Erläut. zu Bl. Lessen, 1898, p. 12, giebt folgendes Profil:

0,9 m	oberer Geschiebemergel,	
1,3	unterer Diluvialsand und Grand, kalkhaltig, mit Nordseefauna,	
0,1	kalkfreier Thon,	} (interglacial)
1,4	„ „ Sand,	
1,5	kalkhaltiger Sand.	

untere Sande mehrfach unter der allgemeinen Decke von oberem Geschiebemergel auf. An zwei Punkten fand SCHRÖDER in dem den Geschiebemergel unterteufenden, z. Th. nicht scharf von ihm getrennten Mergelsand und einer dünnen Zwischenbank von grünlichem Sand marine Conchylien, oft mit beiden Klappen erhalten (*Cardium edule*, *C. echinatum*, *Macra solida*, *M. subtruncata*, *Tellina baltica*, *Nassa reticulata*).

Die Durchragungen bringt SCHRÖDER mit Schichtenstörungen in Zusammenhang, an erratische Schollen ist nicht zu denken. Ein unterer Geschiebemergel ist zwar nicht beobachtet, doch kommt SCHRÖDER zu dem Ergebniss, dass die marine Fauna hier auch als zwischen zwei Moränen lagernd zu betrachten sei.

#### Heilsberg, Ölmühlenberg.

BERENDT, Schr. physik.-ökonom. Ges. Königsberg. 1865. p. 8; SCHRÖDER, l. c. p. 230.

Das Profil ist von oben nach unten:

Sand,  
unterer Sandmergel,  
Grand und Gerölle,  
Quarzsand mit den marinen Conchylien.

Die z. Th. noch zusammenhängenden Schalen (*Cardium* und *Tellina*) werden auch als auf primärer Lagerstätte (zwischen zwei unteren Geschiebemergelbänken) angesehen.

#### Zusammenfassung.

Gegenüber den zahlreichen verschleppten Funden<sup>1</sup> ist die Anzahl von solchen, die mit mehr oder weniger Sicherheit als primär angesehen werden, äusserst gering. Von grosser Bedeutung ist die Bemerkung, welche SCHRÖDER (der auch

---

<sup>1</sup> Bartenstein in Ostpreussen muss man nach den Mittheilungen von KLEBS (Erläut. zu Bl. Bartenstein. 1896, p. 5) zu den secundären Fundstätten rechnen; die unterdiluvialen Grande enthalten neben der Nordseefauna *Yoldia* und *Dreissena*. In gleicher Weise wohl auch diejenigen von Glomsien, Grünwalde u. a. (Bl. Gr.-Peisten. p. 5). — Gross-Nogath. In 98 m Höhe tritt unter 0,5 m oberem Geschiebelehm Sand auf, der zahlreiche Schalen von *Cardium* u. a. Nordseefauna enthält, aber auch abgerollte *Yoldia* und *Dreissena*. JENTZSCH lässt die Frage offen, ob hier nur Jungglacial oder Jungglacial über Interglacial vorliegt (Bl. Lessen. 1898. Lief. 85. p. 12).

Vogelsang nicht unbedingt für primär ansieht) über diese Frage macht (l. c. p. 235). Er sagt:

„Der Umstand, dass eine diluviale Schicht Fossilien auf primärer Lagerstätte führt, beweist an und für sich noch nicht ihre interglaciale Stellung, auch wenn sie zwischen Geschiebemergeln lagert. Vielmehr war während der ausgedehnten Gletscheroscillationen (über welche man auch bei Annahme einer Interglacialzeit für ost- und westpreussische Verhältnisse nicht hinwegkommt) die Möglichkeit zur Ablagerung von Faunen und Floren führenden Schichten gegeben, zumal das Über- und Nebeneinandervorkommen von Meeres- und Süswasserabsätzen die damalige Oberfläche und die Vertheilung von Wasser und Land als sehr complicirt gestaltet erscheinen lässt.“

„Die primäre Lagerstätte und ihr Auftreten zwischen Geschiebemergeln ist für Kiwitten und Heilsberg als erwiesen zu betrachten. Die grosse Verwandtschaft der diluvialen Fauna mit der recenten des jetzigen Westbalticums lässt das Vorhandensein eines milden Klimas während jener Bildungsperiode möglich erscheinen, jedoch hat sie nicht beweisende Kraft,“ denn sämtliche Formen gehen auch hoch nach Norden hinauf. SCHRÖDER spricht deshalb „der marinen Fauna Beweiskraft für ein gemässigttes Klima und somit für eine Interglacialzeit ab“.

Auch der Schluss, dass wegen der älteren arktischen Fauna im Gegensatz zu der jüngeren „Nordseefauna“ in Preussen auf das arktische Klima der ersten Vergletscherung eine mildere Zeitperiode gefolgt sei, „dürfte nicht genügen, um das interglaciale Alter der zweiten Fauna zu beweisen“.

Als feststehend ist augenblicklich nur zu bezeichnen, dass während der unterdiluvialen Bildungszeit ein Meeresarm bis in das Herz Ostpreussens gereicht hat und dass daneben aber auch Süswasserbecken existirt haben; wie die genaue Altersfolge dieser verschiedenartig charakterisirten Schichten war, ob sie alt-, inter- oder z. Th. auch präglacial sind, bleibt der Zukunft vorbehalten.

Trägt man die Funde des preussischen marinen Diluviums in die Karte ein, so zeigt sich, dass dasselbe in einer, immerhin beschränkten Meeresbucht abgelagert ist, welche bis zu

dem Knie des Weichselstromes sich erstreckte<sup>1</sup> (deren genauere Form aber wegen vieler Landzungen, Inseln oder Untiefen kaum sicher anzugeben sein wird).

An der offensten Stelle dieser Bucht finden sich auch arktische Mollusken, am selben Orte der sogen. Nordseefauna später Platz machend, welche überhaupt die Hauptmasse an wohl allen Punkten darstellt.

Mit den marinen Absätzen sind in mannigfacher Form Glacialerscheinungen verbunden, Geschiebemergel-Einschaltungen, Schichtenstauchungen, Grande mit den reichlichen verschleppten Muscheln; dazu treten noch in verschiedener Weise Süßwasser- und Landbildungen in engen Connex.

Die Annahme ist danach wohl berechtigt, dass zur Eiszeit hier die Ostsee in dem erwähnten Busen südwärts reichte, dass hier im Wesentlichen eine gemässigte Fauna der westlichen Ostsee lebte, die an einigen Punkten, welche freieren Strömungen (sei es aus NO., sei es aus NW.) Raum boten, durch arktische Einwanderer vertreten wurde.

In welcher Form das Eis die doch nicht wegzuleugnende Tiefe der Ostsee überschritt, ob als schwimmende zusammenhängende Masse, ob auf dem Boden aufsitzend, oder in Gestalt von Packeis, bleibt ja immer noch eine offene Frage. Die beiden letzten Annahmen, vielleicht auch in combinirter Form, haben das wahrscheinlichste.

Dass nun die Eismassen in jenen südlichen Meeresbusen stellenweise auch (wenigstens zu Anfang) eisfreie Theile übrig liessen, ehe sie alles überzogen, hat auch viel für sich.

Von der spätglacialen marinen Senkung scheint dieses Gebiet nicht betroffen zu sein; eine noch während der Eiszeit erfolgte Hebung hat dann die Niederung ausgeglichen, daher der ununterbrochene Verlauf der Endmoräne.

Nach welcher Richtung Colbergs marine Ablagerung offen stand, ob noch hierher, oder schon zum Westbalticum, ist

<sup>1</sup> Auch hier wie bei der Elbe ist es ein grosses Gebiet von Miocän (vergl. die Karte von JENTZSCH, Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1899. Taf. 14), im O. von Kreide begrenzt. In der Nähe des Endes dieser Bucht finden sich die Bartschiner Schrammen, welche einer Ablenkung des Eises zu entsprechen scheinen (s. WAHNSCHAFFE, Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1893. p. 705).



Postglaciale **Le**nige Klimaschwankungen in den Torfmooren (und Kalk-  
 verbindung **durc**h sich die heutigen Verhältnisse von Land-, Wasser- und  
 england; **Vergl**ess des Menschen (der seinerseits von dem höher entwickelten  
 Landeis; **ältere** beeinflusst worden sein dürfte) macht sich auf die Thier-  
 lungen bemerkbar.

Im Atlantic **un**tschwankungen bis auf den nördlichen Theil des Balticums  
 decke? z. Th. il noch eine Senkung stattfindet, ist ungewiss); recente  
 Weichselthal. **iet**.

nur local **ark**hun (vielleicht durch Eisdruckerleichterung) eingeleitet:  
 arktische **Faun**offener Verbindung nach Osten; darauf **Ancylus**-See (mit  
 trichter der **Elb**tschland und Schonen) und weiter erneute geringere  
 Thone mit **Beir**verbindung zur Nordsee. Während dessen weiterer Rück-  
 süsswasserdiat **avien**, innere Moränen.

Auf dem **le**, wo sich das Eis auf skandinavischen Boden zurück-  
 heutigen Klima, **frei** ist, Eisberge werden indess noch darauf treiben und  
 mark (Landbrü) **Störungen** bilden. Meeresabsätze im inneren Balticum  
 Gleichzeitig **ist** fallen. (Wenn nicht älter, 6.)

Klima (**Melan** lieferte die bekannten Endmoränen des baltischen Höhen-  
 Das Eis (**Haupt** alle Reihen einzelnen Rückzugsetappen (mit längeren Still-  
 Allgemeinen **wo** n dann noch die endmoränenarme oder -freie letzte Still-  
 Ausläufern (**bes**urstrumthäler folgte.

und sich mit **de**ung (Fortsetzung) der Glacialerscheinungen mit Schichten-  
 zwischen sich **de**tergrundes, Herausbildung scheinbarer Interglacialprofile,  
 Norddeutschland **alins**. Äsar, Thal- und Seebildung u. a. m.; ausserhalb  
 verschieden **ger**und -grand.

Bildung **de**ts in der westlichen und südöstlichen vereinzelt Meeres-  
 Einfluss von **Me**Bildungen, die später von localen Eisvorstössen oder Drift  
 in oder unter **deckt** werden. „Interglacial“ (? Ristinge, Oldesloe, z. Th.  
 werden die **me**

Cyprinenthon, **ung** Lössbildung (mit Diluvialfauna), zu der die theil-  
 Andere **La**den südlichen Gebirgen Höhlen, Kalktuff, Schotter u. a.,  
 Die Gletsch **gen**.

fache Wechsella **stösse** des Eisrandes oder die von ihm gelieferten Schlamm-  
 Becken setzen **aus**usschotter, derartige Lager (Sandr, Schotter, Torfmoore)  
 deren Hangende **Rixdorf**), oder Geschiebesand (Klinge), oder auch feinem  
 Wechsel der **Whütten**, locale Ursachen oberflächliche Schichtenstörungen  
 stärkerer **Bewe**sogen. „Interglacialprofile“ entstehen; für die betreffende

Die dem **in** aber als postglacial zu bezeichnen, oder auch „diluvial“  
 die hierbei **ges**laciale Grande z. Th. in unmittelbarem Anschluss an die

sich hier die **ve**ntwickeln sich Sandr oder zusammengeschwemmte Thon-  
 wasserkalk; **Le**Flora und **Faun**, ferner Torfmoore in Seebecken oder Flussrinnen (deren

Die alten **weniger** deutlich erhalten ist); ihre Pflanzen entsprechen  
 einem schon **bie**ar etwas wärmeren Klima, z. Th. auch Klimaschwankungen  
 deren Eis **inzw**acialen Torfmooren bekannt ist).  
 glacialen Schott **ebildung** (wie sub 6).

Nur das **la**eit beanspruchenden Abschmelzperiode wird der Rand des  
 von „Interglacial“ **ab**iehenden) Eises allmählich weiter nach Norden verlegt

schliesslich **hat**ekannt, von Sachsen bis in die baltischen Länder, von  
 Schlesien, **mitt**elicten, z. B. in Sachsen, Westpreussen und schliesslich  
 deutenden **Wasse**e). Das Klima etwas milder als jetzt, dennoch war Eis  
 grosse **Wasserfl**icht plötzlich verschwinden konnte. Pflanzen und Thiere  
 aralo-caspische **Th**. nun aussterbend, z. Th. auswandernd. Ihre Reste in

Thier- **und**ten; besonders wandert das Mammuth nach (vielleicht nach  
 gedrängt; Thie **das** Eis). Ebenso der Mensch.



unentschieden. Auch die präglacialen Bildungen von Rügen und Mön sind in ihrem Zusammenhang noch unsicher. Die Oderbucht hat kein marines Diluvium geliefert, wahrscheinlich gehörte die Gegend zu der Festlandbrücke, die zum südlichen Schweden hinführte. Inwieweit überhaupt für dieses Mittelareal die tertiärfreie Kreide-Insel oder -Halbinsel, deren Südecke nach Mecklenburg hineinreicht, von Einfluss noch war, lässt sich kaum mehr ergründen.

Auf der beifolgenden Tabelle habe ich versucht, die Entwicklungsgeschichte des baltischen Quartärs zu skizziren. Die Hauptphasen sind mit laufenden Zahlen markirt.

Die Anordnung in unter- und übereinander stehenden Reihen soll das Correspondiren des jeweiligen Eisrandes mit den einzelnen Phasen andeuten (die Pfeile sind gemäss der Eisbewegung nach unten, Süden, gerichtet). Die Reihen sind links von oben nach unten, rechts von unten nach oben, nach den laufenden Nummern zu lesen.

Man wird sich vergegenwärtigen, dass die Dauer des Glacialphänomens eine sehr lange gewesen ist, dass insbesondere die Zeitdauer des Vorrückens bedeutend kürzer als die des Rückganges war.

Von einer besonderen Nomenclatur habe ich abgesehen, dieselbe würde nur localen Werth haben.

Es versteht sich, dass eine ähnliche Skizze auch die Quartärablagerungen Grossbritanniens und Russlands erläutern würde.

#### Verzeichniss der Vorkommnisse fossilführender Quartärablagerungen.

	Seite		Seite
Ärö . . . . .	73	Cleve . . . . .	67
Alenberg (Wehlan) . . . . .	51	Danzig . . . . .	91
Alsen . . . . .	71	Dirschau . . . . .	90
Bartelsdorf . . . . .	55	Druschin . . . . .	48
Bartenstein . . . . .	51	Elbing . . . . .	87
Beldorf, Bornholt (Grünenthal) . . . . .	36	Esbjerg . . . . .	65
Belzig . . . . .	22	Fahrenkrug . . . . .	38, 78
Bienwalde . . . . .	23	Fredericia . . . . .	44
Blankenese . . . . .	61	Fünen . . . . .	45, 70
Bleckede . . . . .	59	Geltow . . . . .	22
Boizenburg . . . . .	59	Glinde . . . . .	66
Burg . . . . .	66	Görzke . . . . .	23

	Seite		Seite
Graudenz . . . . .	25, 93	Rathenow . . . . .	21, 23
Gwilden . . . . .	40	Rensing . . . . .	67
Halbe . . . . .	53	Ristinge . . . . .	74
Hamburg . . . . .	10, 60	Rixdorf . . . . .	53
Heilsberg . . . . .	94	Rüdersdorf . . . . .	11
Hiddensee . . . . .	83	Sassnitz . . . . .	85
Hindsholm . . . . .	45	Sawdin . . . . .	93
Höve . . . . .	80	Gross-Schönwalde . . . . .	49
Hollerup . . . . .	44	Schulau . . . . .	39
Honerdingen . . . . .	35	Schwaan . . . . .	83
Hostrupholz . . . . .	71	Schwanebeck . . . . .	48
Hven . . . . .	83	Seehesten . . . . .	25
Hvidding . . . . .	65	Selbjerg . . . . .	69
Insterburg . . . . .	26, 51	Stade . . . . .	62
Itzehoe . . . . .	66	Stöfs . . . . .	78
Kibäk . . . . .	66	Succase . . . . .	89
Kiwitten . . . . .	93	Suchau . . . . .	49
Klieken . . . . .	42	Süderholz . . . . .	71
Klinge . . . . .	27	Sylt . . . . .	64
Korbiskrug . . . . .	46	Tapiau . . . . .	50
Lamstedt, Basbek . . . . .	61	Tarbeck . . . . .	77
Langeland . . . . .	72, 74	Tesperhude . . . . .	35
Lauenburg . . . . .	32, 57	Tondern . . . . .	65
Lessen . . . . .	49	Trälle Klint . . . . .	44
Lindenberg (Rössel) . . . . .	50	Tuchel . . . . .	47
Lüneburger Heide . . . . .	24	Üllnitz . . . . .	22
Marienburg . . . . .	90	Unstrut (Zeuchfeld) . . . . .	21
Marienwerder . . . . .	91	Vendsyssel . . . . .	67
Memel . . . . .	40	Vogelsang . . . . .	88
Mewe . . . . .	92	Warringholz . . . . .	67
Möen . . . . .	83	Wehningen . . . . .	24
Neudeck (Freistadt) . . . . .	93	Werder . . . . .	46
Neuenburg . . . . .	42	Westerweyhe . . . . .	23
Nindorf . . . . .	67	Widminnen . . . . .	41
Oderberg . . . . .	54	Wismar . . . . .	39
Oldesloe . . . . .	78	Wormditt . . . . .	51
Paludinenbank . . . . .	19	Zetthun, Carzenburg . . . . .	47
Posen . . . . .	22, 55	Ziuten . . . . .	25
Purmallen . . . . .	39		

**Zusätze.** Nach der Drucklegung obigen Aufsatzes gingen mir noch folgende Arbeiten zu, deren Resultate nachzutragen wären:

Zu p. 48: Schwanebeck hält Wüstr (Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1902. Brief. Mitth. p. 14) für interglacial, da der Kalktuff norwegische Gesteine führt und an einer Stelle von Geschiebemergel überlagert wird.

Zu p. 52: Das interglaciale Alter Rixdorfs wird auch von WOLFF und G. MÜLLER als nicht feststehend anerkannt. (Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1902. p. 5.)

Zu p. 59: Käferreste von dem Lauenburger Torf wurden von F. MEUNIER beschrieben. (Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1900. p. 30.)

## Geologische Skizze des galatischen Andesitgebietes nördlich von Angora.

Von

**Richard Leonhard** in Breslau.

Mit Taf. II.

An dem Aufbau der Gebirgsbogen Vorderasiens, der iranisch-taurischen Faltungen, nehmen Ergüsse und Aufschüttungen junger Eruptivmassen einen beträchtlichen Antheil. Besonders im armenischen Hochlande überdecken sie die Faltenzüge in solcher Ausdehnung, dass der zonale Bau derselben durch sie fast völlig verhüllt wird. Auch in dem kleinasiatischen Antheil der iranisch-taurischen Gebirgszone nehmen die Ergüsse junger Massengesteine grosse Flächen ein, wie im Gebiete des Argäus in Cappadocien. Gross ist die Zahl kleinerer Durchbrüche. Das bedeutendste der in dem nördlichen Theil des Faltenzuges, den pontischen Ketten, auftretenden vulcanischen Gebiete ist eine Masse, die nördlich von Angora gelegen ist. Ich will sie, da ein einheitlicher antiker oder moderner Name fehlt, nach der Bezeichnung der antiken Landschaft, Galatien, deren nördliche Begrenzung sie bildet, das galatische Andesitgebiet nennen.

Dieses Gebiet gehört zu den unbekanntesten Theilen Kleinasien. Von geologisch gebildeten Reisenden ist der Andesitzug vor mir nur zweimal besucht worden. Der gute Beobachter WILLIAM AINSWORTH berührte auf einer Reise im Herbst 1838, von Tschangry kommend, den südlichsten Theil desselben am Hüssein-Ghazi und führte von Angora aus eine eilige Tour nach den Minen am Ischikdagh mitten im Winter

aus. Zahlreicher sind die Routen P. v. TCHICHATCHEFF's, der das Gebirge 1849 und 1853 kreuzte. Seine Beobachtungen sind sehr beachtenswerth und trotz der Schnelligkeit seines Reisens reichhaltig. Ich konnte in denjenigen Theilen, in welchen ich Strecken des Reiseweges von v. TCHICHATCHEFF wiederholen musste, seine Beobachtungen bestätigen. Leider fehlte ihm die tektonische Auffassung. v. TCHICHATCHEFF hat nicht unterwegs kartirt, so dass seine Tagebuchaufzeichnungen erst viel später (1867) durch HEINRICH KIEPERT in mühevoller Zusammenstellung auf einem Blatte im Maassstabe 1 : 2 000 000 Verwerthung finden konnten. v. TCHICHATCHEFF hat seine Reisewege nur unsicher beschrieben und ohne Verständniss des Terrains; auch hatte er ein unglückliches Ohr für die türkischen Ortsnamen. Daher liegen seine Reiserouten oft ganz anders, als H. KIEPERT vermuthen konnte, und so sind v. TCHICHATCHEFF's Beobachtungen erst durch nochmalige Be- reisung und genaue Aufnahme seiner Reisewege nutzbar zu machen.

Das Andesitgebiet ist seither nur in topographischer Hinsicht durch preussische Offiziere, v. DIEST, ANTON u. A. in einzelnen Theilen besser bekannt geworden. Unsere Kenntniss vom geologischen Bau dieses Landstriches erweiterte sich dagegen nicht. Auf zwei Reisen, im Herbst 1899 und im Herbst 1900, habe ich ausser anderen Gegenden des nördlichen Kleinasiens dieses nordgalatische Andesitgebiet in fast allen Theilen durchzogen. Die von mir heimgebrachten Gesteinssuiten — ein Theil ging unterwegs verloren — hatte Herr Prof. MILCH die Freundlichkeit, zu untersuchen; ich beziehe mich auf seine Untersuchungen, die in dem folgenden Aufsätze veröffentlicht sind. Die Kartenskizze in 1 : 1 000 000, welche ich beilege, beruht auf einer inhaltsreicheren Construction einer Karte des nördlichen Kleinasiens, die fast ausschliesslich auf meine eigenen Aufnahmen begründet ist und das bisherige Kartenbild z. Th. stark verändert. Der Übersichtlichkeit wegen sind in die vorliegende Kartenskizze nur die Hauptzüge des Flussnetzes, sowie die Lagen der höchsten Gipfel und der im Texte erwähnten Orte aufgenommen worden. Ferner habe ich versucht, die Ausdehnung des Andesitgebietes anzugeben, wobei die beobachteten Theile

der Grenzen von den vermutheten nicht unterschieden sind. Die innerhalb des Andesitgebietes auftauchenden Inseln des Grundgebirges, sowie die den Andesit oberflächlich verhüllenden jungen Bildungen konnten auf der Skizze nicht ausgedrückt werden. Die auf der Skizze enthaltenen Ziffern geben die Fundorte der unter der gleichen Nummer in der Abhandlung von MILCH beschriebenen Gesteine an. Ausserhalb des Rahmens der Karte fällt nur der Basalt südlich von Kastamuni.

Der galatische Andesitzug hat im Wesentlichen seine grösste Ausdehnung (160 km) in ostwestlicher Richtung zwischen den Städten Mudurnu und Tschangry. Er ist durchschnittlich 50 km breit. Nur gegen Angora hin ändert er seine Gestalt, indem hier ein von N. gegen S. gestrecktes Andesitgebiet sich mit ihm vereinigt.

Den Untergrund der Andesitmasse bilden die gefalteten Gebirgszüge, die EDMUND NAUMANN als westpontischen Bogen zusammengefasst hat. Die Züge derselben sollen in einheitlichem Sinne von Mysien aus bis nach Paphlagonien streichen<sup>1</sup>.

Dieser westpontische Bogen ist jedoch keineswegs so einheitlich gebaut, wie ihn die Karte NAUMANN's darstellt. Es sind nach meiner Auffassung mehrere Bogenstücke vorhanden, welche sich durch stark voneinander abweichendes Streichen zu erkennen geben. Etwa an der Stelle, wo zwei solcher Gebirgsbogen aneinander scharen, trat der Erguss andesitischer Laven zu Tage<sup>2</sup>.

Die älteste sichtbare Formation in unserem Gebiete ist eine Serie von Schiefern, in welchen Fossilien nicht nachgewiesen werden konnten. Die Schiefergruppe wird im Thale des Aladaghflusses, sowie im Tschatak-Boghaz nördlich von Düzköi am Sakaria von Schichten der Juraformation überlagert, ohne dass ich eine Discordanz bemerken konnte. Die Mächtigkeit der jurassischen (weissen und bräunlichen) Kalkmergel beträgt mehrere hundert Meter. Von Fossilien habe ich an zwei Stellen, südlich von Tutasch und im Tschatak-

<sup>1</sup> E. NAUMANN, Die Grundlinien Anatoliens und Centralasiens. Mit 2 Karten. Geogr. Zeitschr. 2. 1896. p. 7—25.

<sup>2</sup> Über die tektonischen Verhältnisse des nördlichen Kleinasien werde ich an anderer Stelle ausführlicher berichten.

Boghaz, wie anderwärts schon v. TCHICHATCHEFF, nur Ammoniten des Oxford finden können. Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass die sehr mächtige Schichtengruppe auch noch tiefere Lagen des Jura repräsentirt, zumal da in der Gegend westlich von Angora jetzt sämtliche Glieder des Lias nachgewiesen sind<sup>1</sup>.

Vermuthungsweise betrachte ich den Schiefercomplex als der Triasformation zugehörig, die bisher nur am Golf von Ismid und bei Balia in Mysien nachgewiesen ist. Ausser dem Jura nehmen obere Kreide und z. Th. Eocän an der Gebirgsbildung Theil. Es finden sich aber streckenweise ungefaltete eocäne Schichten.

Die Auffaltung des Gebirges war jedenfalls vor Ablagerung der pliocänen Seebildungen abgeschlossen, da deren Schichten nur stellenweise schwach gestört, aber nicht mehr gefaltet sind. Wir können daher annehmen, dass die Entstehung der bithynisch-galatischen Bogenstücke in der Miocänzeit abgeschlossen war.

Die andesitischen Massen sind erst nach der Auffaltung des Gebirges emporgedrungen. Das Eocän wird von ihnen theils durchbrochen, theils überdeckt. Die Neogenschichten lagern über den Andesiten.

Eine tektonisch bedingte Grenze findet das Andesitgebiet nur im N. Hier bricht das Eocän gegen S. in einem steilen Escarpement, auf welchem die Stadt Gerede gelegen ist, ab, das völlig geradlinig in einer Erstreckung von ca. 40 km verläuft. Südlich desselben ist der Untergrund der Ebene des Ulu-tschai, wie auch v. TCHICHATCHEFF bemerkte, durchaus noch vom Andesit gebildet. Das Escarpement scheint demnach durch Absinken des südlichen Flügels entstanden zu sein; parallel zu ihm liegt die Längsaxe der Andesitzone. Weiter westlich bildet der Wall des Semendagh das Ufer, an welchem die Ausläufer des Andesitergusses des Aladagh sich stauen. Solche natürliche Begrenzungen finden sich in den übrigen Theilen nicht.

Die Andesitzone besteht aus mehreren vulcanischen Bauen,

---

<sup>1</sup> J. F. POMPECKJ, Palaeontologische und stratigraphische Notizen aus Anatolien. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 49. 1897. p. 713 ff.



die ineinander übergreifen. Sie scheinen sämtlich der gleichen Ausbruchsperiode anzugehören. Es überwiegen die geflossenen Laven, doch wechseln sie mit Tuffen vielfach ab. Die Mächtigkeit der Massen ist naturgemäss äusserst wechselnd.

Den Haupttheil des Aladagh bildet ein ausgedehnter flacher vulcanischer Bau, dessen bewaldete Rücken eine gleichmässige Höhe von 1500—1800 m besitzen und ein nur durch die Flüsse zerschnittenes plateauartiges Massiv bilden, dessen Centrum der 2370 m hohe Köroglu darstellt. Ich habe denselben als erster am 4. October 1899 besucht.

Der Gipfelkegel erhebt sich inmitten einer grossen, ziemlich ebenen, kreisförmigen Senke, in welcher mehrere Flüsse ihren Ursprung nehmen und die fast allseitig von Höhen gekrönt wird, welche dem Köroglu an Grösse und Höhe nahekommen. Inmitten dieser Einsenkung, die besonders in ihrem nördlichen Theile völlig eben ist, steigt der runde Kegel des Köroglu noch 280 m höher auf, mit flacher Böschung, die bis zur Höhe mit Grasbüscheln bewachsen und von Ziegen beweidet ist. Nur eine wenig ausgedehnte, 25 m hohe Gipfelpyramide von stark verwittertem nacktem Andesitfels bekrönt ihn und von ihr aus fällt gegen S. der Berg schroff ab zu einem Thalcircus, den ich nur für eine Caldera halten kann. Der Abfall ist unvermittelt und erscheint fast senkrecht. Der Thalboden, der die Hütten einer Alm, der Köroglu-Jaila, enthält, liegt nach meiner Schätzung mindestens 400 m unter dem Gipfel<sup>1</sup>. In ihm nimmt der eine Quellfluss des Köroglu-su seinen Ursprung und verlässt die Umwallung der Caldera in einem überaus engen Durchbruche.

Der Köroglu ist der Ursprungsort für die meisten Flüsse der Aladagh, die nach allen Richtungen hin von ihm ausgehen. Da die Abflussverhältnisse sich definitiv nach Aufhören der grossen Ergüsse gebildet haben müssen, so zeigen sie uns diejenige Stelle an, an welcher die Ergüsse sich am höchsten aufstauten. Dieselbe dürfte meist mit dem Orte des Austrittes der Laven zusammenfallen. Der Unterlauf des Aladagh-su, des Siberis der Alten, bis aufwärts über Tutasch, gehört noch

---

<sup>1</sup> Ein nochmaliger Besuch des Köroglu wurde mir durch die feindliche Haltung der Anwohner unmöglich.

einem älteren, durch die Gebirgsfaltung bedingten Abflusssysteme an. Er verläuft völlig dem Streichen der Schiefer und des Jurakalkmergels (N. 10 O.) entsprechend und bildet somit ein Längsthal; desgleichen der ihm parallele Fluss von Nalluhan. Der Erguss der Köroglu-Masse sperrte das Längsthal des Siberis, das sich wahrscheinlich noch weiter gegen N. erstreckte. Die Gewässer des Aladagh sammelten sich am Südfusse des von Schiefer und Jurakalk gebildeten Semendagh und waren gezwungen, die Ergüsse des Köroglu in westwärts gerichtetem Bogen zu umgehen, wo der jetzige Hauptquellfluss sich durchaus in Jurakalk eingeschnitten hat. Auf den Höhen links vom Flusse keilen die Decken oder Ströme aus. Die Decken besitzen nur geringe Mächtigkeit, wie in den zerschnittenen Plateaus nördlich von Chodjak, wo sie in ca. 900 m Meereshöhe enden. Ausgedehnt sind hier die Tuffmassen, welche im Flussthale Ablagerungen von mindestens 200 m Mächtigkeit bilden (No. 28). Nur vereinzelte Ströme reichen noch weiter herab bis 700 m und werden vom Flusse durchbrochen, wie der Rücken, der die Krümmung des Aladagh-su westlich von Chodjak veranlasst. Ich glaube nicht, dass diese wenig mächtigen Ströme sich noch weit gegen W. fortsetzen.

v. TCHICHATCHEFF hat südöstlich von Mudurnu mitten im Kalke und ebenso ca. 4,5 km östlich von Nalluhan als ost-westlich gerichteten Rücken den Andesit, den er als Trachyt bezeichnet, gefunden und hat beide Vorkommen als Zungen der Aladagh-Masse aufgefasst<sup>1</sup>. Da er jedoch ausdrücklich von dem ersten Vorkommen angibt: „on voit percer les dolérites et les trachytes“<sup>2</sup>, so glaube ich, dass bei Mudurnu ein selbständiger Durchbruch des Andesits vorliegt, während das Vorkommen auf dem Plateau über Nalluhan noch ein Ausläufer der Ströme der Aladaghs sein kann. Ich habe beide auf der Skizze angedeutet.

Vom Köroglu aus zieht gegen NNW. bis zum Semendagh eine Reihe von Erhebungen, deren Gipfel die Höhe von 2000 m fast erreichen, Ramazan-Beyoglu genannt. Sie bilden die Wasserscheide zwischen den Zuflüssen des Aladagh-su und

<sup>1</sup> v. TCHICHATCHEFF, *Asie mineure, Géologie*. 1. 107.

<sup>2</sup> v. TCHICHATCHEFF, *Asie mineure, Géologie*. 2. 13.

dem des Ulu-tschai. Nach diesen hin gegen NO. erniedrigt sich das Gebirge gleichmässig in langen, nordnordöstlich verlaufenden Rücken. Die Ergüsse sind hier zwischen Sajyk und Karabazar in Bänken abgesondert, die annähernd horizontal liegen. Sie enden in der Ebene des Ulu-tschai in ca. 1200 m Meereshöhe. Das Gebiet zwischen Karabazar und Sajyk stellt die tiefste Einsattelung im Nordabfalle des Andesitgebietes dar, die jedoch nicht unter 1200 m sinkt. Östlich derselben erhebt sich der Aluschkdagh als selbständiges Gebirgs-glied.

Die von Herrn Prof. Dr. MILCH als Augit-Hypersthen-Andesite bezeichneten Gesteine gehören sämtlich dem Köroglu an.

Am Südabhange des Massivs erscheint nun eine andere Varietät, die in dem tief eingeschnittenen Flussthale des Ayryovatschai, zwischen Devören und Jazydja, welches das unregelmässige Plateau mit seinen Nebenflüssen zerschneidet, zuerst sichtbar wird. Dieses dichte, schwarze Gestein, das makroskopisch wie ein Basalt erscheint, ist nach Prof. Dr. MILCH ein Hypersthen-Andesit. Das Gestein wechselt, wie das Profil im Flussthale zwischen 930 und 1100 m Meereshöhe zeigt, mehrfach mit Tuffen, während das nach Devören herabziehende Thal durchweg in festem, geflossenem Gesteine steht. Die Mächtigkeit der ausgestossenen Massen beläuft sich im Aladagh, dessen mittlere Rücken-höhe 1500—1800 m beträgt, im centralen Theile mindestens auf 800 m.

Während das tiefe Thal des Köroglu-su noch in den zum Körogludagh gehörigen Ergüssen steht, welche das Plateau der Landschaft Kibrisdjik bilden, scheint die südwärts davon gelegene kleine Erhebung selbständig zu sein. Sie wird nach einem kleinen Seebecken, dem Karagöl, der kein Felsbecken, sondern ein flacher Teich mit niedrigen, sumpfigen Ufern ist, als Karagöldagh bezeichnet und gipfelt im Tepeli, einem ca. 1900 m hohen, tafelartig gestalteten Berge, der 6 km südwestlich von Karaschehr gelegen ist. Die Gesteinsprobe, westlich von Karaschehr entnommen (No. 7 von MILCH), ist ein Hornblende-Andesit. Die Oberfläche des Karagöldagh ist infolge der gegen S. rasch zunehmenden Trockenheit nur dürrtig bewachsen, bietet jedoch mit ihren zahllosen Blöcken

geradezu den Anblick einer Lavawüste. Gegen SW. im Thalkessel von Karaschehr (1100 m), sowie südlich dieser Stadt sind tertiäre Thone durch die andesitischen Ergüsse in Porcellan-Jaspis umgewandelt worden. 4,5 km südwestlich von der Haidarlar-Jaila verschwindet der Andesit unter den neogenen Mergeln.

Gegen Osten schliessen sich an den Karagöldagh grössere Erhebungen an, die wahrscheinlich ebenfalls andesitisch sind. Die höchste Erhebung bildet der Urusch-Kapakly. Nördlich von diesem liegen die Plateaus der Jabanova genannten Landschaft, die ich nicht besucht habe. Der Andesit tritt am weitesten gegen S. östlich des Marktfleckens Güdül, wo er das Plateau gegen Bajat hin zusammensetzt und auch noch bei diesem Orte ansteht.

Das mittlere Stück des Andesitzuges bildet eine zusammenhängende Masse, deren südlicher Theil Chedirdagh und dessen mittlerer und Haupttheil Aluschdagh heisst. Getrennt werden beide nur durch das tiefe Durchbruchsthal des Pertschin-tschai. Die mittlere Höhe bleibt in diesem Theile des Gebirges sehr gleichmässig auf 12—1300 m. Die höchsten Joche übersteigen kaum 1700 m. Das Gebirge trägt daher durchaus den Charakter eines Plateaus, das nur durch die steil sich einschneidenden Flüsse gegliedert und dadurch schwer passirbar wird. Auf den Hochflächen geht die Abtragung sehr gleichmässig vor sich. Der Andesit zerfällt hier schliesslich in eine weisse, mehligte Masse. Widerstandsfähigere Partien erhalten sich in der Form wollsackartig abgesonderter Felsmassen, die oft an diejenigen des Riesengebirgsgranitits erinnern. An den Thalgehängen haben sich auch Tuffe erhalten. Auch eine glasige Ausbildung des Gesteins, die wie Pechstein erscheint und die ebenfalls weiss verwittert, konnte ich bei Sazach beobachten<sup>1</sup>. Bemerkenswerth ist das nordsüdlich verlaufende Thal des vom Ischikdagh kommenden Baches, der in den Pertschin-tschai mündet. In ihm tritt ein Basaltdurchbruch auf, der säulenförmige Absonderung zeigt (nach AINSWORTH und v. TCHICHATCHEFF). In den Seitenthälern desselben ent-

---

<sup>1</sup> Die Gesteine aus dem Aluschdagh sind sämmtlich auf der Reise abhanden gekommen.

springen die warmen, schwefelhaltigen Quellen von Sei-hamam und Kisildja-hamam. Auch Erdbeben sollen in diesem Thalzuge besonders häufig sein.

Im oberen Theile des Thales von Aktasch tritt in einer Höhenlage von 13—1400 m eine Insel des Schiefers zu Tage, welcher den Untergrund des gesammten Andesitgebietes zu bilden scheint, hier mit einem Streichen O. 30' N. und steilem Fallen gegen SO. Diese Partie ist allseitig von Andesit umflossen, der im Markudja-Thale horizontale Bankung zeigt. Das Gestein desselben (bei Salyr) ist von MILCH als ein mit dem von Aktasch übereinstimmender Augitandesit bestimmt worden.

Über die Nordgrenze dieses Gebietes ist mir nichts bekannt. Der Andesit reicht über Gebeler hinaus, bedeckt wahrscheinlich den grössten Theil des Gebietes bis zum Flusse von Tscherkesch und bildet die Haupterhebungen südlich des Ischikdagh. Der Gipfelkegel dieses 1900 m hohen Berges ist ein Andesitdurchbruch durch eocänen thonigen Kalk. Bruchstücke von Glimmerdacit (No. 2) sind in der Ebene gegen Tscherkesch hin verstreut, vielleicht als Reste eines dünnen Stromes, der von den andesitischen Höhen, die das Thal von Tschörbasch umgeben, herabkam. Auch die an den Ischikdagh sich östlich und südlich anschliessenden Erhebungen Göktepe und Semerdagh stehen an Höhe hinter ihm nur wenig zurück. Sie werden noch übertroffen von dem mehr als 2000 m hohen Jilderimdagh, welcher der Mittelpunkt der ganzen Gruppe ist. Von diesem gehen wohl die andesitischen Massen aus, welche bis in die Ebene von Bujudüz am Devrez herabreichen. Hier vereinigen sie sich mit einem östlicheren ausgedehnten Massive, welches ich in Ermangelung eines Gebirgsnamens als Gebirge von Tasch-Karadjalar bezeichnen will. Das Liegende desselben ist wieder Schiefer. Der obere Theil des Devrez-Flusses steht durchweg im Andesit. Die Nordgrenze desselben kenne ich nicht. Er bildet Plateaus, die sich in flache Wellen von 50—100 m relativer Höhe gliedern. Gegen O. streicht er an den Schieferrücken, z. Th. von Neogen bedeckt, aus, welche nunmehr als hohe Gebirgszüge des Gülektagh zwischen Tschangry und dem Devrez bei Kotschissar erscheinen. In diesem Gebirge finden sich noch ver-

einzelte Durchbrüche eines Hornblende-Andesites durch den Schiefer (No. 13 und 14 bei MILCH). Derartige Durchbrüche finden sich allenthalben in einiger Entfernung vom Aussenrande der zusammenhängenden Andesitzone. v. TCHICHATCHEFF hat solche nördlich von Baındir und bei Kaledjik am Halys etc. gefunden. Die Andesitmassen am rechten Ufer des Devrez-Flusses besitzen keine grosse Mächtigkeit mehr. Der Untergrund tritt stellenweise zu Tage. An den Quellflüssen des Devrez fehlt die Andesitdecke sogar meist. Nur vereinzelte Durchbrüche, wie die südlich von Bujudüz und bei Bughia, finden sich in der Ebene, ohne sich zu einer grösseren Masse zusammenzuschliessen.

Auch im Aidosdagh, der sich südlich an den Jilderimdagh anschliesst, sind die andesitischen Ergüsse von geringer Mächtigkeit. Sie finden sich fast in allen Theilen, bilden aber theils nur kleine, stockförmige Durchbrüche wie bei Hadjilar, theils wenig mächtige Decken, wie diejenige beiderseits des Hauptquellflusses des Tschibuk-tschai, welcher der Glimmerandesit von Tachtayazi (No. 4 bei MILCH) angehört. Diese Ergüsse füllen jedoch nur die tieferen Lagen aus. Die Berg Rücken sammt der höchsten Erhebung des Aidosdagh, dem 1800 m hohen Aktepe, bestehen aus älteren Sedimenten. Erst weiter gegen O. wird die Umrandung der Tschibuk-ova, östlich vom Orte Tschibuk, von Andesit gebildet, der auch 7—8 km nordöstlich von Tschibuk auftritt, wie Handstücke KANNENBERG's zeigen, die von LINCK bestimmt wurden. Andesit bildet wahrscheinlich auch die Westumrandung der Tschibukebene.

Der Unterlauf des Tschibuk-Flusses von der Enge südlich von Sarai an steht durchaus im Andesit. Er ist in ein Plateau eingeschnitten, welches in dem dreigipfeligen Hüssein-Ghazi culminirt, der sich 9 km östlich von Angora fast 400 m über dieser Stadt erhebt und das Landschaftsbild mehr beherrscht, als die bisherigen Karten zum Ausdruck bringen. Er ist, wie AINSWORTH<sup>1</sup> und TCHICHATCHEFF<sup>2</sup> angeben, trachy-

<sup>1</sup> WILLIAM AINSWORTH, Notes on a journey from Constantinople by Heraclea to Angora in the autumn of 1838. Journ. of the Geogr. Soc. 9. 273. London 1839.

<sup>2</sup> l. c. I. p. 96. Auf der Karte colorirt ihn v. TCHICHATCHEFF als Serpentine, Hypérite.

tisch, d. i. andesitisch. Er scheint das Centrum des südlichsten Ausbruchsgebietes darzustellen, indem nach NO. der breite, niedrige Rücken des Idrizdagh von ihm ausstrahlt, gegen W. die Berge der Festung Angora und gegen NW. die Massen, durch welche der Tschibuk-Fluss, der oberhalb ein älteres Längsthal (im Streichen der Schichten) durchfliesst, erst in gewundenem Laufe durchbrechen musste. Die Gehänge rechts des Flusses, unmittelbar nördlich von Angora, heissen Kalabagh; hier befinden sich die Weinberge und Landhäuser der Bewohner dieser Stadt. Von diesem über 4 km gegen N. sich ausdehnenden fruchtbaren Gebiete stammen die Gesteinsstücke 3, 10, 11, 15, von denen das erste nach Milch ein hornblendeführender Glimmerdacit ist.

Südlich von Baghlum bilden die andesitischen Massen noch ein ausgedehntes Plateau (No. 16), an dessen Aufbau auch Bimstein und Tuffe (wie der Dacittuff No. 27) einen grossen Antheil nehmen. Im Übrigen tritt in der Hochebene zwischen Angora und Tschorba fast nur Eocän zu Tage, und nur ausnahmsweise, wie bei Sirkeli, ist ein schmaler, von O. nach N. laufender Andesitstrom sichtbar.

Erst jenseits der eocänen Terrassenlandschaft der Murtadova treffen wir das erste Ergussgestein, einen Glimmerdacit (No. 1) in einem Rücken südwestlich von Tschorba, an, der im Durchbruchsthal des Kurtboghaz aufgeschlossen ist und der geologisch bereits einen Theil des Gebietes des Chedirdagh bildet.

---

## Die Ergussgesteine des galatischen Andesitgebietes (nördlich von Angora).

Von

**L. Milch** in Breslau.

Herr Dr. LEONHARD hat die von ihm auf mehreren Reisen in Kleinasien gesammelten Gesteine mir zur Untersuchung übergeben; im Anschluss an die von ihm in der vorhergehenden Abhandlung gegebene Schilderung des nordgalatischen Andesitgebietes gebe ich im Folgenden eine Beschreibung der mir vorliegenden Ergussgesteine aus dem genannten Eruptivgebiete.

Es wurden folgende Gesteine untersucht:

### **A. Dacite.**

#### Glimmerdacite.

1. Glimmerdacit von Kurt Boghaz, südwestlich von Tschorba.
2. Glimmerdacit von Tschörbaschy, südlich von Tscherkesch.
3. Hornblendeführender Glimmerdacit von Kalabagh, 7 km nördlich von Angora.

### **B. Andesite.**

#### I. Glimmerandesite.

- a) Ohne Hornblende.
  4. Felsitischer Glimmerandesit von Tachtayazy, südlich vom Aidosgebirge.
  5. Glimmerandesit von Bujudüz, nördlich vom Aidosgebirge.
- b) Mit Hornblende.
  6. Hornblendeführender Glimmerandesit von der Jaila von Kaikdjivi zwischen Aidosgebirge und Tschangry.

#### II. Biotithornblendeandesite.

7. Biotithornblendeandesit vom Plateau zwischen dem Devrezflusse und der Ebene von Kaikdjivi, westlich von der Jaila von Kaikdjivi.

#### III. Hornblendeandesite.

- a) Ohne Pyroxen.
  8. Hornblendeandesit von Hadjilar, SO.-Abhang des Aidosdagh.



## b) Mit Pyroxen.

9. Hornblendeandesit mit spärlichem Pyroxen und Biotit von Karaschehr.

## c) Pyroxen- und quarzführend.

10. } Pyroxen- und quarzführende Hornblendeandesite von Kala-  
 11. } bagh, 7 km nördlich von Angora.  
 12. Pyroxen- und quarzführender Hornblendeandesit zwischen Taschkaradjalar und der Jaila von Kaikdjivi (wenig westlich von No. 7).

## d) Frei von Quarz und Biotit.

13. Pyroxenführender Hornblendeandesit von Kotschissar im Devrezthal.  
 14. Pyroxenführender Hornblendeandesit, 1 km südlich von Inekoi am Devrez.  
 15. Augitführender Hornblendeandesit von Kalabagh, 7 km nördlich von Angora.

## IV. Hypersthenandesite.

## a) Saurer Hypersthenandesit.

16. Eutaxit von Baghlum, nordwestlich von Angora.

## b) Basischere Hypersthenandesite.

*α.* Fast augitfrei.

17. Hypersthenandesit, Thal des Köroghlu-Flusses, nördlich von Jazydja.

*β.* Augitführende Hypersthenandesite.

18. Augitführender Hypersthenandesit, Wasserscheide zwischen Bajat und Güdül.  
 19. Augitführender Hypersthenandesit, Thal des Köroghlu-Flusses, nördlich von Jazydja.  
 20. Augitführender Hypersthenandesit von Bajat.

## V. Augithypersthenandesite.

21. Augithypersthenandesit von Kis Göldjök.  
 22. Augithypersthenandesit von Devören.  
 23. Augithypersthenandesit von Tscharschamba.

## VI. Augitandesite.

## a) Hypersthenführend.

24. Hypersthenführender Augitandesit, südlich von Bughia.

## b) Hypersthenfrei.

25. Augitandesit von Aktasch zwischen Schyklar und Gerede.  
 26. Augitandesit von Salyr, südlich von Gerede.

## C. Tuffe.

## a) Dacittuff.

27. Dacittuff von Baghlum.

## b) Andesittuff.

28. Andesittuff zwischen Chodjasch und Tutasch.

## D. Basalte.

29. Basalt, südwestlich von Bughia.  
 30. Basalt von Kavadjyk, 6 km südlich von Kastamuni.

Die den Gesteinsnamen vorgesetzten Zahlen 1—29 finden sich auch auf der von Dr. LEONHARD entworfenen Karte (Taf. I) und bezeichnen auf dieser den Fundpunkt der betreffenden Gesteine; der Basalt von Kavadjyk (30) liegt ausserhalb des Kartengebietes.

## A. Dacite.

### Glimmerdacite.

#### 1. Glimmerdacit von Kurt-Boghaz, südwestlich von Tschorba.

Das Gestein von Kurt-Boghaz enthält zahlreiche bis 4, selten bis 5 mm grosse Feldspathe und, an Menge nur wenig hinter dem Feldspath zurücktretend, 2—3, selten 4 mm im Durchmesser erreichende rauchgraue Quarzkörner in einer dichten lichtblaugrauen porcellanartigen Grundmasse, aus der sich für das unbewaffnete Auge noch einige Rostflecke herausheben — auch einige Feldspathe erscheinen ganz oder theilweise durch Eisenoxydhydrat bräunlich oder gelblich gefärbt.

Die Feldspathe erscheinen theils wasserhell mit glänzenden Spaltungsflächen, theils weisslich getrübt; bisweilen sind Partien desselben Kornes ungleich erhalten, so dass das verschiedene Verhalten der Feldspathindividuen nicht auf primär verschiedene Zusammensetzung zurückgeführt werden kann.

Ein Theil der Feldspathe lässt deutlich, ein anderer nicht sehr auffallend Zwillingstreifung erkennen; sehr viele Spaltungsblättchen nach M liessen eine Mittellinie ohne merkliche Abweichung von der Normalen auf diese Fläche austreten, der Winkel der Auslöschungsrichtung, gegen die Spaltungsrisse nach P gemessen, war sehr klein ( $0-2^{\circ}$ ), so dass offenbar vielfach basischer Oligoklas vorliegt.

Bei der Untersuchung im Dünnschliff erkennt man unter den Feldspatheinsprenglingen neben Durchschnitten mit deutlicher Zwillinglamellirung und anderen, welche die Lamellen nur undeutlich oder auf einen kleinen Theil des Durchschnitte beschränkt zeigen, die Anwesenheit von Feldspath ohne merkliche Zwillingbildung, die nach ihrem optischen Verhalten nicht nach M getroffen sind. Da sich unter den Spaltungsblättchen nach M auch Gebilde finden, die bei gleichem

Verhalten in convergentem Licht wie die oben besprochenen Blättchen einen Winkel der Auslöschungsrichtung gegen die Spaltungsrisse von  $5-6^\circ$  zeigten, so musste geprüft werden, ob sich unter den Einsprenglingen vielleicht auch Kalifeldspath befindet. Zu diesem Zwecke mit Flusssäure behandelte Spaltungsstücke und Fragmente von zahlreichen theils wasserhellen, theils weisslich getrübten Individuen liessen neben den hexagonalen Säulchen des Kieselfluornatriums und viel spärlicheren Würfeln des Kieselfluorkaliums in überwiegender Menge die monoklinen rhomboëderähnlichen, stark lichtbrechenden Kryställchen erkennen, die ROSENBUSCH als eine Modification des Kieselfluorkaliums aus sehr natronreicher Lösung (Mikroskopische Physiographie. I. p. 262), WEINSCHENK als „ein rhomboëdrisch krystallisirendes, offenbar alkalihaltiges Doppelsalz . . ., dessen Zusammensetzung nicht bekannt ist“, bezeichnet (Die gesteinsbildenden Mineralien. Freiburg 1901. p. 22). Bei mehrfachem Umkrystallisiren war zweifellos eine Zunahme der Kieselfluornatriumkryställchen zu beobachten, doch erschienen die rhomboëderähnlichen Kryställchen in der überwiegenden Mehrzahl wieder; eine Zunahme der Kieselfluorkaliumkryställchen war nicht zu erkennen. Der durch die Bauschanalyse nachgewiesene geringe Kaligehalt des Gesteins beweist, dass die rhomboëderähnlichen Kryställchen, die alle übrigen Bildungen an Menge weit übertrafen, im vorliegenden Falle nicht eine Modification des Kieselfluorkaliums waren; andererseits lässt sich mit Bestimmtheit feststellen, dass Kalifeldspath unter den Einsprenglingen keinesfalls eine grosse Rolle spielt.

Der Quarz tritt fast immer rundlich begrenzt auf, nicht selten wie zersprungen, wobei schalige Partien abgesprengt erscheinen.

Farbige Gemengtheile sind trotz der Frische des übrigen Gesteins unverändert nicht mehr vorhanden; sie werden vertreten durch nicht häufige, bis 0,5 mm lange und bis 0,1 mm breite, skelettartig lockere Anhäufungen von Erzkörnchen, die nach ihrer Gestalt und der Anordnung der einzelnen Körnchen bestimmt auf Biotit hinweisen.

Die Rostflecke und die Färbung der Feldspathe durch Eisenoxydhydrat, das auf Sprüngen in die Feldspathe ein-

gedrungen ist, sind wohl auf die gleiche Entstehungsweise zurückzuführen.

Vereinzelt finden sich noch einige grössere Magnetitkörner; kleinere sind in grosser Anzahl in der Grundmasse verstreut.

Die Grundmasse, die an Menge die Einsprenglinge erheblich übertrifft, ist durchaus holokrystallin, und zwar zum weitaus grössten Theile granophyrisch entwickelt, vereinzelt treten homogene Körnchen von gestreiftem und ungestreiftem Feldspath sowie Quarz mit einem um 0,5 mm schwankenden Durchmesser auf, die Hauptmasse besteht jedoch aus Verwachsungen von Feldspath und Quarz, die sich theils netzförmig, theils parallelfaserig durchdringen. In jedem dieser Complexe, deren Grösse gewöhnlich zwischen 0,05 mm und 0,1 mm liegt, verhält sich jede Substanz für sich, sowohl der Feldspath wie die eingebetteten Quarzfasern, im Allgemeinen optisch als ein Individuum; betrachtet man jeden dieser Complexe als Einheit, so ist die Gesamtanordnung der Grundmasse als panidiomorph zu bezeichnen.

Sehr erhebliche Schwierigkeiten bereitet wieder die Erkennung der chemischen Beschaffenheit des Feldspaths: bisweilen liess sich unzweideutige Zwillingsstreifung, verhältnissmässig sehr oft Zonarstructur resp. gleichmässig von den centralen Theilen nach aussen fortschreitende Änderung der chemischen Zusammensetzung ohne scharfe Abgrenzung der einzelnen Schalen nachweisen, in vielen Fällen scheint jedoch der Feldspath durchaus optisch homogen struirt zu sein. Erschwerend fällt für die Untersuchung noch die nicht seltene Durchwachsung von Feldspath und Quarz in parallelen Fasern in das Gewicht; wie sich Fälle scheinbarer Zwillingsstreifung gar nicht selten durch eine derartige Anordnung hervorgebracht erwiesen, kann umgekehrt wirkliche Zwillingsstreifung des Feldspaths durch sie verdeckt werden: wenn einem nach dem Albitgesetz verzwillingten Feldspath häufige Quarzlamellen parallel der Längsfläche eingelagert sind, so wird man, durch die Lichtbrechung auf das Vorhandensein derartig angeordneter Quarzfasern aufmerksam gemacht, bei der überaus geringen Breite der einzelnen Lamellen die ganze Erscheinung der Verwachsung von Quarz

und homogenem Feldspath zuschreiben oder wenigstens sich in diesem Falle nicht von der Anwesenheit von gestreiftem Feldspath überzeugen können, besonders wenn ein Theil des Grundmassfeldspathes sicher ungestreift ist.

Dass auch in der Grundmasse Plagioklas der herrschende Feldspath ist, beweist die Analyse, ausgeführt im chemischen Laboratorium der Universität Breslau durch Herrn cand. phil. HANS SCHÄFER unter freundlicher Beaufsichtigung des Herrn Privatdocenten Dr. HERZ, der gleichzeitig die Güte hatte, einige Controlbestimmungen (Alkalien) und ergänzende Bestimmungen (Wasser) selbst vorzunehmen. Die Analyse ergab:

SiO <sup>2</sup> . . . . .	70,7	
Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	16,0	
Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> } . . . . .	2,8	{ als Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> bestimmt
FeO } . . . . .		
MgO . . . . .	0,2	
CaO . . . . .	1,1*)	
Na <sup>2</sup> O . . . . .	5,0	
K <sup>2</sup> O . . . . .	1,5	
H <sup>2</sup> O . . . . .	0,9	
Summa . . . . .	98,2	

\*) Bei der Kalkbestimmung ist offenbar ein Verlust eingetreten.

## 2. Glimmerdacit von Tschörbaschy, südlich von Tscherkesch.

Mit dem Gestein von Kurt Boghaz nahe verwandt, aber sehr stark zersetzt ist ein Vorkommen von Tschörbaschy, südlich von Tscherkesch; in einer weissen, löcherigen und abfärbenden Hauptmasse erkennt das unbewaffnete Auge zahlreiche Quarzeinsprenglinge mit einem Durchmesser bis zu 2½ mm; Feldspatheinsprenglinge sind offenbar gänzlich verwittert und entziehen sich der Beobachtung — vielleicht ist ein Theil der Hohlräume auf derartig pulverig verwitterte und herausgefallene Feldspathe zurückzuführen.

Das Mikroskop lehrt, dass bis auf die Quarzeinsprenglinge und vielleicht einen Theil der kleinen Quarzkörnchen der Grundmasse das ganze Gestein aus Verwitterungsproducten aufgebaut ist; im Dünnschliff besteht die Hauptmasse aus helleren und dunkleren bräunlichgrauen Tupfen, untermischt mit kleinen Quarzkörnchen. In diesen Tupfen erkennt man Carbonat und kaolinähnliche Substanzen, die eng ver-

bunden auftreten; überwiegt das Carbonat, so erscheint der betreffende Theil des Schliffes etwas heller und durchsichtiger. Auch im Schliff ist es nicht möglich, umgewandelte Feldspathe mit Sicherheit nachzuweisen; vielleicht kann man einige grössere hellere Partien, in denen Quarzkörnchen zurücktreten oder fehlen und die Zersetzungsproducte in etwas grösseren Individuen auftreten, auf Feldspathe zurückführen. Auf Biotit weisen wohl scharf abgegrenzte Gesteinstheile hin, die von dunklen, mehr oder weniger gewundenen Flasern durchzogen werden; der Raum zwischen den Flasern ist von Quarzkörnern erfüllt.

Für die Deutung des Gesteins ist der Carbonatgehalt wichtig, da man ohne ihn das Gebilde wohl auch für einen stark zersetzten Liparit halten könnte; bei der erheblichen Menge an Carbonat, die das Gestein an jeder Stelle mit Salzsäure deutlich brausen lässt, kann es nicht zweifelhaft sein, dass der herrschende Feldspath ein Plagioklas war, das Gestein somit zu den Daciten gestellt werden muss.

Trotz seines zersetzten Zustandes ist das Gestein interessant wegen der grossen Menge an Quarzeinsprenglingen; derartig saure Gesteine sind in dem gesammten Eruptivgebiet — wenigstens nach den mir vorliegenden erheblichen Aufsammlungen Dr. LEONHARD's — recht selten, und offenbar auf den östlichen Theil des Gebietes beschränkt.

### 3. Dacit von Kalabagh, nördlich von Angora.

Aus der Umgegend von Angora liegen verhältnissmässig zahlreiche Gesteinsproben vor, unter welchen drei ganz nahe beieinander auftretende, aber sehr verschieden aussehende Gesteine besonderes Interesse beanspruchen; sie wurden von Dr. WYSOGÓRSKY, der Dr. LEONHARD im Anfang seiner ersten Reise begleitete, in der unmittelbaren Nähe von Angora bei den Landhäusern von Kalabagh, 7 km nördlich von der Stadt, gesammelt und mir freundlichst zur Untersuchung übergeben.

Die von Dr. WYSOGÓRSKY gesammelten Gesteine stammen von kleinen Brüchen her, die vorübergehend zur Materialgewinnung für den Häuserbau eröffnet wurden und nur 30—40 m von einander entfernt sind; gemeinsam ist ihnen, wie schon TCHICHATCHEFF erkannte, eine deutlich porphyrische Structur,

hervorgebracht durch zahlreiche, in den mir vorliegenden Proben 5—9 mm erreichende Feldspathe in einer dichten Grundmasse. Diese Feldspathe sind aber nicht, wie TCHICHATCHEFF (Asie Mineur. IV Part. Géologie I. p. 89, 90) ausdrücklich angiebt, Kalifeldspath, sondern Plagioklas, die Gesteine daher nicht Trachyte, wie sie TCHICHATCHEFF l. c. bezeichnet: ein in allen 3 Gesteinen vorkommender Quarzgehalt würde bei rein schematischer Einordnung alle unter die Dacite stellen; eine eingehende Untersuchung lehrt jedoch, dass unter den drei in mehreren Beispielen vorhandenen Gesteinen, trotz der grossen Nähe ihres Auftretens und des gemeinsamen Quarzgehaltes, Glieder zweier, nicht nur äusserlich, sondern auch ihrem Wesen nach durchgreifend von einander verschiedener Familien vorliegen. Nur eine Varietät ist wirklich als Dacit zu bezeichnen; die übrigen sind quarz- und pyroxenführende Andesite und daher erst an späterer Stelle zu besprechen.

#### **Hornblendeführender Glimmerdacit von Kalabagh.**

Das Gestein sieht bei der ersten Betrachtung typisch trachytisch aus; in einer rauhen hellgrauen Grundmasse liegen zahlreiche, bis 9 mm lange Feldspatheinsprenglinge, seltenere, bis 2 mm im Durchmesser erreichende Biotitblättchen, und, dem unbewaffneten Auge nur ausnahmsweise erkennbar, bis 1,5 mm im Durchmesser besitzende Quarzkörnchen.

Die Plagioklase erscheinen in gut ausgebildeten, gewöhnlich nach M tafelförmigen, von P, M, x, T und l begrenzten Krystallen; sie sind nicht selten zonar struiert, doch ist der Unterschied zwischen den inneren und äusseren Theilen niemals sehr bedeutend. Gelegentlich wurde auch ein Aufbau aus zwei chemisch verschiedenen Plagioklasmischungen beobachtet, die in häufig abwechselnden Schalen den Krystall zusammensetzen. Bestimmungen an Schnitten ohne Zwillingbildung im Schliiff, wie an zahlreichen Spaltungsblättchen nach M machen es wahrscheinlich, dass die herrschenden Plagioklasmischungen der Reihe der basischen Oligoklase und Andesine angehört.

Der Biotit tritt in braun durchsichtigen, stark pleochroitischen Individuen auf, die gewöhnlich einen mehr oder

weniger breiten Opacitrand besitzen. Nur ein Theil der grössten Krystalle besteht herrschend aus Biotitsubstanz, je kleiner die Krystalle sind, desto mehr herrscht der Opacit. Sehr interessant sind die Umwandlungsvorgänge grosser Biotite: mehr als die Hälfte der Biotitsubstanz ist verschwunden, das neu gebildete Eisenerz und die primären Einschlüsse des Biotit liegen zusammen mit Biotitfetzen in einer an die Stelle der ursprünglichen Substanz getretenen Feldspathmasse, die auf verhältnissmässig weite Strecken hin sich als einheitliches Gebilde erweist. In einem Falle konnte ich im Mikroskop einen Durchschnitt durch derartig entstandene, vollständig einheitliche Feldspathsubstanz von 0,5 mm Länge und 0,2 mm Breite nachweisen; rechnet man die mit diesem Theil gleichzeitig auslöschende, aber durch grössere Biotitpartien (wenigstens im Schliff) völlig getrennten, neu gebildeten Feldspathmassen innerhalb desselben Glimmerkrystalls hinzu, so wachsen die Dimensionen um mehr als das Doppelte.

Ausser den aus Biotit hervorgegangenen Opacitanhäufungen finden sich andere, die nach ihrer Gestalt unzweifelhaft als Reste von Hornblende aufzufassen sind, wenn auch nirgends mehr primäre Substanz sich nachweisen lässt. Die Länge der kleinen, aber offenbar zahlreich vorhanden gewesenen Hornblendesäulchen wächst bis über 1 mm, die Breite bis zu 0,4 mm. Untersucht man diese Opacithäufchen mit starken Systemen, so zeigt sich, dass in vielen Fällen, aber nicht ausnahmslos, mit dem Opacit eine faserige, licht lederfarbene, schwach licht- und mässig stark doppelbrechende Substanz auftritt, die nach ihrem ganzen Verhalten als Serpentin anzusprechen ist und sich auch ohne den Opacit in kleinen Partien im Gestein weit verbreitet findet.

Die in ziemlich erheblicher Menge vorhandenen Quarze sind niemals idiomorph, sondern erscheinen immer in gerundeten, theilweise zersprungenen Körnern, in welche die Grundmasse in breiten Schläuchen eindringt; an Menge stehen sie hinter dem Feldspath sehr weit zurück, sind aber in diesem Gestein doch häufiger, als man nach ihrem völligen Zurücktreten bei der Untersuchung des Gesteins mit dem unbewaffneten Auge oder der Lupe erwarten sollte.



Die Grundmasse besteht aus einem Gemenge von Plagioklasleistchen von durchschnittlich 0,05 mm Länge, oft mit deutlicher Zwillingstreifung und zonarer Structur, dabei bisweilen mit grossen Differenzen zwischen Kern und Schalen, die in einem panidiomorphen Gemenge von Quarz, gestreiftem und ungestreiftem Feldspath liegen; ferner sind hierher wohl kleine Serpentinhäufchen zu rechnen, von der gleichen Beschaffenheit, wie sie als Zersetzungsproducte der farbigen Einsprenglinge auftreten, aber mit viel geringeren Dimensionen, die sie vollständig der Grundmasse einreihen, der nach ihrem structurellen Verhalten wohl auch die farbigen Gemengtheile, aus denen sie hervorgegangen sind, zugerechnet werden müssen.

Erze finden sich in grösseren Körnern und kleinsten Körnchen in der Grundmasse, Apatit in Säulen und Eiern ist verhältnissmässig nicht selten.

## B. Andesite.

### I. Glimmerandesite.

#### a) Ohne Hornblende.

##### 4. Felsitischer Glimmerandesit von Tachtayazy, südlich vom Aidosgebirge.

Das lichtröthliche Gestein von Tachtayazy, südlich vom Aidos gelegen, lässt das unbewaffnete Auge langgestreckte Biotitblättchen erkennen, die bis 3 mm in ihrer grössten Ausdehnung erreichen, und zeigt ferner noch vereinzelt 3—4 mm erreichende Spaltungsflächen von weisslichem Feldspath, an denen man bisweilen Zwillingstreifung erkennen kann; zahlreicher blitzen bei geeigneter Beleuchtung ganz kleine Spaltungsblättchen eines farblosen Feldspaths aus der weitaus vorherrschenden dichten, aber zahlreiche isolirte Poren enthaltenden Grundmasse auf.

U. d. M. erweist sich der Biotit als sehr stark in ganz hellgelben und rothbraunen Tönen pleochroitisch; er ist reich an Einlagerungen von röthlichbraunem Eisenerz, die in der Tafelfläche nach den 3 Seiten des Sechseckes, ausserdem aber, wie sich in Querschnitten zeigt, in mehreren, schief zur Tafelfläche stehenden Streifenzügen angeordnet sind.

Die Einsprenglingsfeldspathe sind sämmtlich gestreift; über ihre Stellung innerhalb der Plagioklasreihe konnte bei der Kleinheit und Spärlichkeit der Individuen nichts Bestimmtes ermittelt werden.

Die Hauptmasse des Gesteins ist die im Schliff grau und trübe erscheinende Grundmasse, in der man mit stärksten Systemen vereinzelt ganz kleine, überaus dünne Feldspath-mikrolithe erkennt. Der weitaus grösste Theil wirkt scheinbar auf das polarisirte Licht nicht ein, bei Anwendung des Gypsblättchens erkennt man jedoch ganz schwache Aggregatpolarisation und streifenweise erheblich deutlichere Doppelbrechung; die Grundmasse ist somit typisch mikrofelsitisch. Zahllose kleinste dunkle Körnchen und Stäubchen sind theils regellos vertheilt, theils gleichfalls zu Strängen angeordnet; wo sie etwas grösser werden, und besonders dort, wo sie durch Zersetzung in Eisenoxydhydrat übergehen, lassen sie sich als Eisenerze erkennen. Das aus ihm hervorgegangene Eisenoxydhydrat beeinflusst auf seiner Wanderung im Gestein auch die Einsprenglinge, zwingt sich zwischen die Biotitblättchen parallel den Spaltungsebenen, dringt von diesen aus weiter in das Mineral ein und findet sich auch als typische Einwanderung in den Feldspatheinsprenglingen.

Das der Untersuchung zugänglich gemachte Handstück wird von einem ca. 1 cm breiten Streifen durchzogen, der sich durch intensive braune und rothe Färbung auszeichnet; gewöhnlich ist der eine Theil des Streifens braun, der andere roth, wobei bald die eine, bald die andere Färbung den grösseren Theil des Streifens einnimmt, doch findet sich auch ein schmaler Streifen gelb gefärbter Substanz innerhalb des rothen Antheils. Die Einsprenglinge treten in dem Streifen ebenso wie in der Hauptmasse auf; u. d. M. erweist sich als einziger Unterschied gegenüber der Hauptmasse eine bedeutende Zunahme an Eisenerz, sowohl regellos vertheilt, wie in zahlreichen, verhältnissmässig breiten Strängen angeordnet, das durch Umwandlung in Eisenoxydhydrat die intensive Färbung hervorruft. Der Reichthum an Eisenerz ist zweifellos primär, nicht etwa durch nachträgliche Imprägnation hervorgerufen, wie die Structur des Erzes und das gesammte Verhalten des Streifens zeigt; auch die seitliche Begleitung des

Streifens durch eine schmale Partie von hellerer, fast weisser Färbung zwischen Streifen und röthlicher Hauptmasse spricht für diese Auffassung.

**5. Glimmerandesit von Buyudüz, südlich vom Orte, nordöstlich vom Aidosgebirge.**

Das südlich von Buyudüz anstehende Gestein enthält in einer dichten grauen Hauptmasse zahlreiche Biotite und kleine gelbliche Feldspathe als Einsprenglinge.

Die Gestalt und Grösse der Biotite wechselt auffallend; neben Blättchen von appr. 1 mm Durchmesser finden sich leistenförmige Gebilde, deren bis 5 mm betragende Länge die Breite um das Vielfache übertrifft, so dass fast strichartige Gestalten entstehen; als Seltenheit treten auch nahezu regelmässig hexagonal umgrenzte Blättchen von 5 mm Durchmesser und rubellanartigem Aussehen auf.

Auch die Feldspatheinsprenglinge sind sehr klein; neben zahlreichen weisslichen, 1—2 mm im Durchmesser zeigenden Gebilden treten wasserhelle grössere Krystalle, die leistenförmige Durchschnitte bis zu 5 mm Länge mit deutlicher Zwillingsstreifung aufweisen, nicht unerheblich zurück.

Im Dünnschliff wird der Biotit mit brauner Farbe durchsichtig; die meisten Individuen sind mehr oder weniger stark resorbirt, erscheinen durchlöchert und enthalten zahllose kleine, durch die Resorption entstandene Erzkörnchen eingelagert.

Der Feldspath gehört nach seinem optischen Verhalten der Oligoklasandesinreihe an; neben homogenen Durchschnitten finden sich deutlich zonar struirt — da die homogenen Schnitte, soweit es sich im Schliff feststellen liess, der saureren Substanz angehören, ist es möglich, dass die Feldspathe sämmtlich zonar struirt sind und die homogenen Durchschnitte lediglich den saureren Zonen zuzurechnen sind.

Die Grundmasse besteht zum grössten Theil aus Feldspath, dessen Durchschnitt gewöhnlich mehr oder weniger breit leistenförmige, seltener mehr gleichseitige Gestalt aufweisen; die Dimensionen wechseln, bleiben aber zum grössten Theil hinter 0,1 mm Länge und 0,02 mm Breite zurück. Zwillingsstreifung ist nicht selten, Zonarstructur recht häufig

wahrzunehmen, so dass jedenfalls der grösste Theil der Grundmasse dem Plagioklas, wegen der Seltenheit grösserer Winkel der Auslöschungsrichtung gegen die Längsrichtung der Leistchen wohl dem Oligoklas zuzurechnen ist. Zwischen den einzelnen gut begrenzten Leistchen liegen ganz kleine, farblose, schwach licht- und mässig doppelbrechende Blättchen, die wohl als kaolinartige Substanzen anzusprechen und als Zersetzungsproducte eines auch primär nicht in erheblicher Menge entwickelten Glases aufzufassen sind; von unzersetztem Glas ist offenbar nichts mehr vorhanden. Für die Zurechnung der aus ihm entstandenen Blättchen zu kaolinähnlichen Bildungen spricht auch der sehr intensive Thongeruch, den das sonst recht frische Gestein beim Anhauchen wahrnehmen lässt.

#### b) Glimmerandesite mit Hornblende.

##### 6. Hornblendeführender Glimmerandesit von der Jaila (Alm) von Kaikdjivi zwischen Aidosgebirge und Tschangry.

Etwas östlich von dem soeben beschriebenen Vorkommen tritt an der Jaila von Kaikdjivi ein äusserlich nahestehendes Gestein auf, das sich primär wesentlich nur durch seinen Hornblendegehalt und die glasige Ausbildung seiner Grundmasse unterscheidet.

In einer grau mit einem Stich nach röthlich gefärbten dichten Grundmasse beobachtet das unbewaffnete Auge sehr zahlreiche weisse, verhältnissmässig kleine Feldspatheinsprenglinge und spärliche Biotitblättchen, ausserdem mehr oder weniger scharf umschriebene kleine Rostflecken, die offenbar der Zersetzung farbiger Gemengtheile ihre Entstehung verdanken.

Die Biotite erreichen in den grössten von mir gemessenen Blättchen einen Durchmesser von kaum 1 mm, auch einige in einer Richtung langgezogene Individuen überschreiten in ihrer grössten Ausdehnung diesen Werth nur unerheblich; die Spaltungsflächen leuchten zwar auf, erscheinen aber stumpfer, als man es bei frischem Biotit zu sehen gewohnt ist. U. d. M. lassen abgehobene Spaltungsblättchen einen für Biotit recht grossen Axenwinkel und eine deutliche Verschiedenheit der Absorption der parallel *b* und *c* schwingenden

Strahlen erkennen; in Schnitten senkrecht zur Basis bewegt sich der Pleochroismus in hellgelben und braunen Tönen.

Nur wenig Individuen sind noch ganz frisch oder bestehen zum grössten Theil aus frischer Substanz; die weitaus meisten sind in einen dicken Mantel von Eisenoxydhydrat und weiter nach innen in gewöhnlich parallel faserigen, selten unregelmässig verflochtenen Serpentin umgewandelt, in dem nicht selten, aber keineswegs in der Mehrzahl der Fälle Fetzen von frischer resp. mehr oder weniger veränderter Biotitsubstanz liegen. Die Mehrzahl der Biotite ist ganz erheblich kleiner als die relativ frischen, makroskopisch sichtbaren Individuen: Schnitte durch Krystalle mit 0,3 mm Durchmesser fallen schon durch ihre Grösse auf, besonders wenn sie gleichzeitig eine erheblichere Dickenausdehnung der Tafel erkennen lassen.

Reste von frischer Hornblendesubstanz konnte ich nur in einem einzigen Falle auffinden, in dem sich der Amphibol in braunen Farben pleochroitisch erwies; nicht spärliche, aber an Menge hinter dem Glimmer weit zurückstehende Durchschnitte von den Dimensionen der kleineren Biotite dieses Gesteins, die wegen ihrer Umgrenzung auf Hornblende bezogen werden müssen, zeigen denselben Eisenoxydhydratmantel und die gleiche Umwandlung in Serpentin, so dass man keineswegs von jedem Durchschnitt mit Bestimmtheit die Zugehörigkeit zum Glimmer oder Amphibol erkennen kann.

Der Feldspath zeigt in vielen Fällen schon dem unbewaffneten Auge Zwillingsstreifung und gehört wohl in allen Individuen dem Plagioklas an. Er tritt in sehr zahlreichen, aber nicht grossen Tafeln auf; nur selten erreicht die längste Seite der Tafel 5 mm, gewöhnlich schwanken die entsprechenden Werthe um 2—3 mm, bleiben auch erheblich hinter diesen Zahlen zurück. U. d. M. zeigt ein grosser Theil der Feldspathe deutliche Zonarstructur, oft mit sehr erheblichen Differenzen der äusseren und inneren Theile, wobei die Übergänge bald allmählich, bald scharf, und dann gern mit mehrfacher Wiederkehr der einzelnen Zonen erfolgen. Auffallend ist das nicht seltene Fehlen, oder richtiger, das Zurücktreten und die undeutliche Entwicklung der Zwillingsstreifung; es scheint, als ob in dem vorliegenden Gestein die Zwillings-

bildung um so undeutlicher ausgeprägt ist, je vollkommener der Feldspath zonar struirt ist.

Die Grundmasse, die etwas mehr als die Hälfte des Gesteins bildet, besteht im Wesentlichen aus einem grauen porösen Glas, in dem an Menge stark zurücktretend ganz kleine dünne Feldspathmikrolithen und ferritischer Staub neben unbestimmbaren Zersetzungsproducten mit stärksten Vergrößerungen beobachtet werden kann.

## II. Biotithornblendeandesite.

### 7. Biotithornblendeandesit vom Plateau zwischen dem Devrezfluss und der Ebene von Kaikdjivi, westlich von der Jaila (Alm) von Kaikdjivi.

In dem Hochlande östlich von Tasch-Karadjalar tritt ein in der Hauptmasse röthlichweisses, sich trachytisch anführendes Gestein auf, in dem das unbewaffnete Auge zahlreiche dunkle, theilweise auch tiefdunkelroth schimmernde Biotitblättchen mit einem 2 mm erreichenden, gewöhnlich aber weit hinter dieser Grösse zurückbleibenden Durchmesser, spärlichere, bis 2 mm Länge erreichende Hornblende-säulchen und zahlreiche, bis 5 mm lange und 3 mm breite Spaltungsflächen von Plagioklas mit wenigen, aber deutlichen Zwillingsriefen erkennt. U. d. M. erweist sich das Gestein als ein vitrophyrischer Biotithornblendeandesit, da die Zahl der im Schliff erscheinenden Biotite im Vergleich zur Menge der makroskopisch sichtbaren nicht erheblich, die Zahl der mikroskopisch nachweisbaren Hornblenden aber sehr bedeutend zunimmt.

Der Biotit wird in Schnitten parallel zur Basis mit tiefblutrothen, senkrecht hierzu in intensiv citronengelben Farben durchsichtig, der Winkel der optischen Axen ist ziemlich gross, eine deutliche Abweichung der Mittellinie von der Normalen auf die Basis konnte ich nicht wahrnehmen. Von Einschlüssen sind besonders ziemlich breite und kurze Apatitsäulen im Biotit recht verbreitet.

Die Hornblende erweist sich als typisch basaltisch und zeigt im durchfallenden Licht dieselben Farben und den gleichen Pleochroismus wie der Biotit. Diese schon früher mehrfach beobachtete eigenthümliche Erscheinung ist hier

nicht nach Analogie der Versuche von SCHNEIDER und BELOWSKY durch die Annahme zu erklären, dass die Hornblenden, dem Gestein ursprünglich fremd, durch Einwirkung der hohen Temperatur des sie aufnehmenden Magmas die charakteristischen optischen Eigenschaften erhalten haben: ihre Krystallform, ihr Herabsinken zu mikroskopischen Dimensionen und ihre Stellung im Gesteinsverband lassen sie als unzweifelhaft primäre Gemengtheile erscheinen. Vielleicht ist die eigenthümliche Färbung und der charakteristische Pleochroismus bei der Hornblende wie bei dem Biotit hervorgerufen durch den Beginn der Umwandlung des Eisenoxyduls in Eisenoxyd, ein Vorgang, der ja beim Olivin in seinen Anfangsstadien die gleiche Färbung und entsprechenden Pleochroismus hervorzurufen vermag. In dem vorliegenden Gestein machen besonders Spaltungsflächen des Biotit trotz seiner vollständigen Durchsichtigkeit und Homogenität ganz entschieden den Eindruck, als ob das Mineral sich im Zustande beginnender Zersetzung befände.

Bei dieser Hornblende ist der Winkel, den die Axe kleinster Elasticität mit der Verticalen bildet, sehr klein, das Licht geht parallel *c* mit tiefblutrother, parallel *b* mit braunrother und parallel *a* mit intensiv citronengelber Farbe hindurch. Da auch die Spaltbarkeit recht vollkommen ist, macht bei einigen Schnitten die Entscheidung, ob Hornblende oder Biotit vorliegt, nicht unerhebliche Schwierigkeiten, doch hilft in der Regel die immerhin noch vollkommenere Spaltbarkeit des Biotits, in anderen Fällen, in denen rothe tafelartige Durchschnitte Spaltungsrisse nicht erkennen lassen, die Untersuchung in convergentem polarisirtem Licht zur sicheren Bestimmung.

Der Plagioklas erscheint in dicken Tafeln nach *M*; die ihn aufbauenden, nach dem Albitgesetz verzwillingten Lamellen sind nicht zahlreich, sondern verhältnissmässig dick, wie schon die makroskopische Betrachtung erkennen lässt. Allgemein verbreitet ist zonarer Bau; Substanz von gleicher Zusammensetzung kehrt in selbständigen Zonen mehrfach wieder, doch ist im Ganzen die Zunahme des Albitmolekels nach dem Rande unverkennbar. Die optische Untersuchung an zahlreichen Schnitten nach *M* führte stets auf Glieder der Andesin- und Oligoklasreihe.

Die Grundmasse besteht fast ausschliesslich aus einem farblosen, schuppig schaumigem Glase; spärliche Feldspathmikrolithe scheinen dem Oligoklas anzugehören.

### III. Hornblendeandesite.

#### a) Ohne Pyroxen.

#### 8. Hornblendeandesit von Hadjilar, Südostabhang des Aidosdagh.

Das Gestein vom Südostabhang des Aidosdagh ist überaus feinkörnig; nur ganz vereinzelt sieht das unbewaffnete Auge ganz kleine glänzende schwarze Punkte und Spaltungsflächen von Feldspath aufblitzen, die in ihrer grössten Ausdehnung höchstens 1 mm erreichen. Die Grundfarbe des Gesteins ist ein schmutziges Hellgrau, in der hellgrauen Hauptmasse liegen zahlreiche kleine, schmutzig braungrüne Flecken und Streifen. Das Gestein macht auf den ersten Blick somit nicht den Eindruck eines jungen Ergussgesteins, sondern erinnert zunächst vielleicht mehr an das Aussehen gewisser feinkörniger schuppiger Gneisse in stark zersetztem Zustand.

Im Schliff erweist sich das Gestein sofort als ein holokrystalliner Hornblendeandesit.

Hornblende ist der einzige farbige Gemengtheil des Gesteins; sie ist pleochroitisch in olivingrünen und hellgelblichen Tönen (c dunkelolivengrün, b bräunlicholivengrün, c hellgelblich, fast farblos), der Winkel, den die Richtung kleinster Elasticität mit der Verticalen bildet, beträgt ca.  $12^{\circ}$ . Die Säulen erreichten bis 0,75 mm Länge und bis 0,2 mm Breite; gegenwärtig besteht jedoch keines dieser Gebilde mehr ausschliesslich aus Hornblende, sondern es ist in grösserem oder geringerem Grade in eine hellgrünliche faserige, schwach licht- und mässig stark doppelbrechende Substanz, ihrem ganzen Verhalten nach wohl Serpentin, umgewandelt. In manchen Fällen nimmt der Serpentin nur die randlichen Theile der ursprünglichen Hornblende ein und wahrt somit dem Gebilde die primäre Gestalt, in anderen breitet er sich jedoch von einem derartigen Centrum fleckig und in Strängen aus, niemals allerdings auf weite Strecken hin. Auf derartige Gebilde sind offenbar die makroskopisch sichtbaren, schmutzig braungrünen Flecken und Streifen zurückzuführen.



Plagioklaseinsprenglinge sind, wie das Mikroskop lehrt, im Gestein in bedeutender Menge, aber nur mit verhältnissmässig kleinen Dimensionen entwickelt; Durchschnitte von 1 mm Länge und 0,4—0,5 mm Breite gehören zu den Seltenheiten, die Länge und Breite der meisten dieser Gebilde schwanken um 0,3 resp. 0,1 mm. Die Plagioklase sind gewöhnlich zonar struirt, die Differenzen zwischen den innersten und den äussersten Theilen oft recht bedeutend; z. Th. sind sie sehr reich an zonar angeordneten gelblichen Glaseinschlüssen.

Die Grundmasse macht einen durchaus holokrystallinen Eindruck; mit starken Vergrösserungen erkennt man schmale Plagioklasleistchen, die bis 0,07 mm Länge erreichen, und breitere Tafelchen von entsprechenden Dimensionen, die Zonarstructur besitzen und offenbar auf häufige Tafelform der Grundmasse-Plagioklase hinweisen. Neben diesen gut idiomorphen Gebilden finden sich Durchschnitte durch ungestreifte, mehr körnerartig umgrenzte Körper, die erheblich geringere Dimensionen aufweisen und wohl zum grossen Theil auf Kalifeldspath zurückzuführen sind, doch ist unter ihnen vielleicht auch Quarz vertreten. Trotz des holokrystallinen Eindrucks, den die Structur der Grundmasse macht, glaubt man doch bisweilen zu beobachten, dass zwischen den einzelnen Körnchen noch dünne Häutchen liegen, die eventuell auf zersetztes Glas zurückzuführen sind.

Erze treten in verhältnissmässig grossen Körnchen im Gestein gleichmässig verstreut auf; sie kommen bei makroskopischer Betrachtung für die Färbung des Gesteins nicht zur Geltung, weil das vorhandene Erzmaterial in relativ grösseren Individuen — gewöhnlich um 0,02 mm Durchmesser schwankend, aber gelegentlich in Körnern von einem 4—5 mal so grossen Durchmesser — concentrirt und nicht staubförmig im Gestein vertheilt entwickelt ist.

#### b) Hornblendeandesite mit Pyroxen.

##### 9. Hornblendeandesit von Karaschehr, spärlich biotit- und pyroxenführend.

In einer ziemlich porösen und daher etwas trachytisch aussehenden dunkelgrauen Grundmasse liegen zahlreiche, bis

5 mm grosse, weissliche Feldspathe, bis 3 mm lange Hornblendesäulen und vereinzelt kleine Blättchen von Biotit. Die Feldspathe sind im Handstück nur selten von Spaltungsflächen begrenzt, gewöhnlich erscheinen sie unregelmässig durchgebrochen; in den spärlichen Fällen, in denen Spaltungsflächen auftreten, besitzen sie die Zwillingsstreifung der Plagioklase.

Zu den genannten Einsprenglingen gesellt sich noch, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, ein Pyroxen.

Die in der Prismenzone scharf begrenzte Hornblende gehört, wie die Stärke ihrer Doppelbrechung und ihres Pleochroismus zeigt, zur basaltischen Hornblende: parallel der Axe kleinster und mittlerer Elasticität geht das Licht mit dunkelbrauner, parallel der Axe der grössten Elasticität mit hellgelber Farbe hindurch.

Der Biotit findet sich nur in einzelnen, gewöhnlich mehr oder weniger resorbirten Blättchen, die gleichfalls starken Pleochroismus in braunen und gelben Tönen besitzen. Die Resorptionsvorgänge geben bisweilen zu interessanten Neubildungen Veranlassung: die Buchten und Hohlräume in dem Glimmer sowie seine nächste Umgebung sind erfüllt von einem farblosen Mineral, offenbar einem Feldspath, der z. Th. einem Individuum angehört, von Erzkörnern und hellgrünlichen, fast farblosen Pyroxensäulchen, die sämmtlich aus dem Biotit hervorgegangen sind. Da der Feldspath keine Zwillingsstreifung zeigt, das Axenbild aber durchaus nicht auf einen Schnitt nach der Längsfläche irgend eines Plagioklases hinweist, halte ich es für wahrscheinlich, dass der Feldspath Kalifeldspath ist — seine Entstehung wäre ja, da das Eisenerz und das Magnesium des Glimmers als Erz, resp. im Pyroxen ausgeschieden ist, aus der Zusammensetzung des übrig bleibenden Restes des Biotits nicht schwer zu erklären. Der ganze Complex der Neubildungen mit dem Biotitrest wird von fluidal angeordneten Plagioklasleistchen rahmenartig umgeben.

Der Pyroxen ist lichtgrünlich bis farblos; er tritt nur vereinzelt auf und findet sich bisweilen unter Verhältnissen, die seine Entstehung aus Hornblende oder Biotit wahrscheinlich erscheinen lassen. Seines spärlichen Auftretens wegen

konnte ich ihn nicht mit voller Sicherheit bestimmen; seine der Hornblende gegenüber schwache Doppelbrechung, die gerade Auslöschung der meisten Schnitte mit annähernd parallelen Spaltungsrisen und die Beobachtung, dass eine Mittellinie in einem Schnitt mit durchaus parallelen Spaltungsrisen gerade austritt, macht es wahrscheinlich, dass ein rhombischer Pyroxen vorliegt.

Erz, das nicht aus den farbigen Gemengtheilen durch Zersetzung oder nachweisbare Resorption hervorgegangen ist, ist nur in sehr geringen Mengen im Gestein vorhanden.

Die Plagioklaseinsprenglinge zeigen ausser den Zwillingstreifen nach dem Albitgesetz nicht selten auch die annähernd senkrecht auf diesen stehenden Lamellen, die gewöhnlich auf das Periklingesetz bezogen werden; neben Verwachsung nach dem Karlsbader Gesetz findet sich verhältnissmässig nicht häufig offenbar unregelmässige Durchwachsung mehrerer Individuen. Die Vollkommenheit der krystallographischen Begrenzung wechselt stark: neben vollkommen ausgebildeten Krystallen finden sich andere, die auf einer oder mehreren Seiten durch treppenförmige Bildungen abgeschlossen sind, wobei die einzelnen Treppen krystallographische Begrenzung zeigen; weiterhin treten aber rundlich gestaltete Gebilde auf, deren mangelnde Krystallbegrenzung nicht auf Resorption zurückgeführt werden kann, da auch die inneren Zonen dieselbe rundliche Begrenzung besitzen, die somit als Aneder angelegt sind.

Stofflich treten homogene und zonar struirte Krystalle auf; nach der Untersuchung sehr zahlreicher Spaltungsblätter und der im Schliff vorhandenen Schnitte nach der Längsfläche scheint das herrschende Mischungsmitglied basischer Oligoklas zu sein, doch wurden auch in einzelnen Spaltungsblättchen basischere und saurere Glieder, im Innern zonar struierter Gebilde sogar saurer Labradorit beobachtet.

Die Plagioklase sind reich an Glaseinschlüssen, die theils regellos gestaltet, resp. schlauchförmig, theils in der Gestalt des Wirthes im Feldspath liegen. Das Glas der Einschlüsse ist theils graubraun, theils lichtgräulich gefärbt; die Einschlüsse enthalten oft ein Gasbläschen, das bisweilen recht bedeutende Grösse erreicht; sie sind bald regellos in

dem Feldspath vertheilt, bald randlich derartig angehäuft, dass die äusseren Zonen des Krystalls durch sie grau gefärbt erscheinen. Diese glasreiche Zone ist nach aussen und innen gewöhnlich rundlich begrenzt, ihre Breite kann ganz erheblich werden.

Die Grundmasse besteht ausschliesslich aus Plagioklas-mikrolithen und einem reichlich vorhandenen, ganz lichtgrauen Glase. Die Substanz der Plagioklase scheint Oligoklas zu sein, die Gestalt der Leistchen ist verhältnissmässig ziemlich gedrunken, die grössten, deutlich verzwilligten Leistchen erreichen fast 0,05 mm Länge, die meisten bleiben aber erheblich hinter dieser Grösse zurück; andererseits finden sich auch in diesem Gestein Durchschnitte durch Tafeln, die nach ihren Dimensionen zwischen den Einsprenglingen und den Gemengtheilen der Grundmasse vermitteln.

#### c) Pyroxen- und quarzführende Hornblendeandesite.

##### 10. 11. Gesteine von Kalabagh, 7 km nördlich von Angora.

In die Gruppe der pyroxen- und quarzführenden Hornblendeandesite gehören zunächst die auf p. 116, 117 erwähnten Gesteine aus der Umgegend von Angora; obwohl sie unter den Einsprenglingen Quarz enthalten, glaubte ich sie doch ihrem ganzen Verhalten nach nicht als Dacite, sondern als quarzführende Andesite bezeichnen zu sollen. Maassgebend erschien sowohl das spärliche Auftreten von Quarz, wie auch die Thatsache, dass diese Gesteine in jeder Hinsicht petrographisch echten quarzfreien Andesiten des Aladagh ganz unverhältnissmässig viel näher stehen als dem räumlich benachbarten holokrystallinen Glimmerdacit.

Trotz ihrer Übereinstimmung in den meisten wesentlichen Eigenschaften sehen die beiden hierher gehörigen Varietäten auf den ersten Blick recht verschieden aus: das eine frischere Gestein besitzt eine grauschwarze, das andere, stärker zersetzte Vorkommen eine violetttröthliche Grundmasse.

##### 10. Gestein von Kalabagh mit grauschwarzer Grundmasse.

Das frischere Gestein enthält in einer dichten grauschwarzen Grundmasse in bedeutender Menge Plagioklaseinsprenglinge ungefähr von der Grösse und Gestalt der aus

dem holokrystallinen Glimmerdacit (No. 3, vergl. p. 117 ff.) beschrieben; ausserdem sieht man mit dem unbewaffneten Auge noch zahlreiche bis 5 mm lange, gewöhnlich ziemlich schlanke Hornblendesäulen.

Die Plagioklaseinsprenglinge enthalten zahlreiche Glaseinschlüsse, die bisweilen sich randlich anhäufen und die äussersten Zonen dichtgedrängt erfüllen; sie sind häufiger und deutlicher zonar gebaut als die Feldspathe des Glimmerdacites und besonders ist der Unterschied zwischen den inneren und den äusseren Theilen bei ihnen bedeutend grösser. An einem Schnitt parallel M konnte ich einen deutlich krystallographisch abgegrenzten Kern von Labradoritsubstanz feststellen, umgeben von zahlreichen saureren Zonen, die mit gelegentlicher Wiederholung basischerer Mischungen von innen nach aussen zunächst aus Andesin, sodann aus basischem Oligoklas bestehen; auch Spaltungsblättchen zeigten nicht selten das Verhalten des Labradorit, wenn auch Andesin und basischer Oligoklas unter den abgespaltenen Theilen sich häufiger vorfanden.

Quarzeinsprenglinge treten in kleinen, ca. 1 mm Durchmesser besitzenden, gerundeten, zersprengten und eingebuchteten Körnern nicht häufig auf.

Die Hornblendeeinsprenglinge gehören zur basaltischen Hornblende, der Winkel  $c:c$  wurde zu  $8-10^\circ$  gemessen, der Pleochroismus ist stark:  $c$  und  $b$  braun,  $a$  gelb, die Doppelbrechung sehr hoch. Randlich ist die Hornblende oft resorbirt und in monosymmetrischen Pyroxen umgewandelt, der sich ausnahmsweise auch in einem grösseren Krystall, vielleicht aus Hornblende hervorgegangen, als Einsprengling findet; oder die randlich angegriffene Hornblende ist von einem Kranz aus Erzkörnchen und -stäbchen mit farblosem bis hellgelblichem rhombischem Pyroxen umgeben.

Vereinzelt treten als Einsprenglinge Biotite auf, die gewöhnlich stark resorbirt und theils in Hornblende, theils in rhombischen Pyroxen und Eisenerz umgewandelt sind. Besonders mannigfaltig ist ein Biotitblatt umgewandelt, das mit einem Durchmesser von appr. 0,9 mm im Schliff liegt. Der äusserste Rand von 0,06 mm Breite ist von theilweise radial

gestellten Erzstäbchen gebildet, auf diese folgt eine 0,15 mm breite Zone, die zum grössten Theil aus noch zusammenhängendem Biotit besteht. Der centrale Theil baut sich auf aus selbständig begrenzten rhombischen Pyroxenen bis zu 0,1 mm Länge und 0,04 mm Breite, ferner Erzstäbchen, bis 0,08 mm lang, und ziemlich grossen Erzkörnchen, eingebettet in ein die Zwischenräume erfüllendes Gemenge von Feldspathkörnern, die gegen einander panidiomorph abgegrenzt sind und unter denen der grösste Durchschnitt in der grössten Ausdehnung 0,5 mm, senkrecht dazu 0,2 m erreicht.

Die Grundmasse baut sich auf aus farblosen bis graugrünlischen Säulen von rhombischem und monosymmetrischem Pyroxen, sowie nicht zu schlanken Plagioklasleisten in einer reichlich vorhandenen, durch Körnelung grau erscheinenden Glasmasse; auch kleine basaltische Hornblenden und vereinzelte Biotitblättchen finden sich, die sich jedoch von den Einsprenglingen nur durch ihre geringeren Dimensionen unterscheiden und daher nicht mit Bestimmtheit von ihnen getrennt werden können.

Die Pyroxene treten als mehr oder weniger schlanke Säulen von 0,1—0,2 mm Länge auf; die rhombischen und die monosymmetrischen Pyroxene sind nach Farbe, Gestalt und Lichtbrechung sehr ähnlich, unterscheiden sich aber deutlich durch ihre Doppelbrechung, die Lage der Auslöschungsrichtungen und das Verhalten von Querschnitten in convergentem polarisirtem Licht. Bisweilen sind beide Arten der Pyroxene miteinander verwachsen; dann liegt gewöhnlich der rhombische Pyroxen innen, der monosymmetrische aussen.

Die Plagioklasse der Grundmasse treten in Säulen und Tafeln auf, deren längste Dimension in den meisten Fällen um 0,15 mm schwankt, oft hinter diesem Werth zurückbleibt; doch finden sich auch erheblich grössere Individuen, die zu den Grössen der kleineren Einsprenglinge hinüberleiten. Die grösseren Individuen zeigen gewöhnlich deutliche Zwillingsstreifung und oft zonaren Bau mit bedeutenden Unterschieden zwischen Kern und Schale, die tafelförmigen Durchschnitte erweisen sich durch Fehlen der Zwillingsbildung als Schnitte nach M.

In dem Glas erkennt man mit stärksten Systemen ganz kleine Stäbchen und Körnchen, die offenbar die Trübung verursachen.

Erze treten in grösseren Körnern und kleinsten Körnchen auf; Apatit findet sich in nicht spärlichen Körnern.

#### 11. Gestein von Kalabagh mit violetttröthlicher Grundmasse.

Das violetttröthliche Gestein unterscheidet sich nur in unerheblichen Eigenschaften von dem eben beschriebenen; seine Feldspatheinsprenglinge sind durchschnittlich etwas kleiner, die farbigen Gemengtheile so stark zersetzt, dass sie dem unbewaffneten Auge nur als rothe oder als schmutzig graugrüne Flecke erscheinen, seine Grundmasse ist, wie das Mikroskop lehrt, etwas ärmer an Glas und reicher an Feldspathmikrolithen, die im Allgemeinen länger und schlanker sind als die entsprechenden Componenten des schwärzlichen Gesteins, wodurch sich die Grundmasse mehr der typisch hyalopilitischen nähert. Die röthliche Färbung rührt von fein vertheiltem Eisenerz her, das offenbar farbigen Gemengtheilen entstammt.

Die farbigen Gemengtheile selbst sind in diesem Gestein nirgends mehr frisch, aus den Umgrenzungen der an ihre Stelle getretenen Neubildungen geht hervor, dass herrschend in grossen Individuen Hornblende und Biotit entwickelt waren; statt ihrer finden sich jetzt Anhäufungen von röthlichbraunem Eisenoxydhydrat und in geringerer Menge vorhandenem rhombischem Pyroxen.

Eine gewisse Gesetzmässigkeit bei dieser Umwandlung liess ein grosser, 1,5 mm im Durchmesser erreichender Schnitt durch einen farbigen Einsprengling, wahrscheinlich eine Hornblende, erkennen: die äusserste Zone wird von rhombischem Pyroxen in bis 1 mm langen und 0,05 mm breiten, gewöhnlich aber etwas kleineren lichtgelblich gefärbten Kryställchen gebildet, die krystallographisch gut ausgebildet mit ihren Prismenflächen aneinander stossen und deren Längsrichtung schief gegen die Umgrenzung des ganzen Complexes liegt. Weiter nach innen folgt eine ganz schmale, nur bisweilen durch Zurückdrängen der äussersten Pyroxenzone etwas breiter werdende Feldspathzone, auf diese, wenigstens auf

einer Seite, wieder eine zusammenhängende Pyroxenzone und dann, die Hauptmasse des Complexes bildend, ein unregelmässiges Gemenge von Eisenoxydhydrat und rhombischem Pyroxen. Studirt man die einzelnen Pyroxenkryställchen, so findet man, dass sie sehr oft durch Eisenoxydhydrat gefärbte braune Flecke enthalten und theilweise völlig in diese Substanz übergehen; so bilden besonders die am meisten nach aussen gelegenen Theile der äussersten Pyroxenzone geradezu einen Rahmen von Eisenoxydhydrat um den ganzen Complex. In den meisten anderen Durchschnitten durch ehemalige Hornblenden und Biotite überwiegt das Eisenhydroxyd noch mehr, bisweilen sind spärliche Körnchen von Pyroxen vorhanden, in sehr vielen fehlen auch diese; offenbar ist dieses Vorherrschen des Eisenhydroxyd durch Verwitterung zu erklären, während die Bildung von Pyroxen, Feldspath und primärem Eisenerz Vorgängen bei der magmatischen Resorption zuzuschreiben ist: das primäre Eisenerz und der Pyroxen geht secundär in Brauneisen über und dieses verhüllt oft noch den Feldspath, so dass lediglich Körnchen und Häute von Eisenoxydhydrat die Stelle des alten Einsprenglings einnehmen.

Vereinzelte kleine Körner und Kryställchen bestehen aus einer gelblichen, ziemlich stark doppelbrechenden Substanz, deren Auslöschungsrichtungen mit den Umgrenzungselementen ziemlich grosse Winkel bilden; vielleicht liegen in diesen Gebilden Producte der beginnenden Umbildung primärer Augite vor — ganz frisch ist die Substanz keineswegs, wie auch der fast nie fehlende Rahmen von Eisenoxydhydrat erkennen lässt.

## 12. Gestein zwischen Tasch-Karadjalar und der Jaila von Kaikdjivi (wenig westlich von No. 7).

Unmittelbar an das zuletzt beschriebene Gestein schliesst sich ein Vorkommen vom Anstieg zur ersten Jaila, östlich von Karadjalar (zwischen Tschangri und Bujudüz, also im östlichsten Zipfel des Andesitgebirges gelegen). Das Gestein ist röthlich, aber an Stelle des violetten Tones des Vorkommens von Angora ist hier ein gelblicher getreten; Feldspathesprenglinge sind sehr zahlreich, aber etwas kleiner als bei dem verwandten Gestein von Angora: nur



ausnahmsweise erreichen die weissen Tupfen und Spaltungsflächen 5 mm, gewöhnlich schwanken sie um 3 mm in ihrer grössten Ausdehnung. Andeutungen von farbigen Gemengtheilen erblickt das unbewaffnete Auge nur spärlich in rothen oder schmutzigrünen Tupfen.

Das Mikroskop zeigt, dass dieses Gestein im frischen Zustande mit dem Vorkommen von Angora in allen wesentlichen Punkten übereinstimmte — vielleicht war die Grundmasse in dem vorliegenden Gestein etwas reicher an Glas; hingegen ist die Umwandlung der farbigen Gemengtheile in Eisenoxydhydrat noch weiter vorgeschritten.

Nur der grösste Biotit, ein Durchschnitt von 1 mm Ausdehnung parallel der Spaltbarkeit und 0,4 mm Breite senkrecht dazu, lässt in dem vorliegenden Schliff kleine Fetzen von primärer, tiefrot und hellgelb pleochroitischer Substanz beobachten, ebenso wie nur in einem einzigen Querschnitt durch eine der grössten Hornblenden, die 1 mm Länge und 0,6 mm Breite erreichen, noch Reste der Substanz der basaltischen Hornblende sich nachweisen lassen. Im Allgemeinen ist an Stelle der farbigen Gemengtheile Eisenoxydhydrat, theils in scheinbar zusammenhängenden Massen, theils als mehr oder weniger compactes Haufwerk von Körnern getreten; ob, wie es im Gestein von Angora der Fall war, auch hier ein Zwischenstadium der magmatischen Resorption der Verwitterung vorausgegangen ist, liess sich nicht mehr entscheiden.

Quarz tritt auch in diesem Gestein nur überaus spärlich auf; in dem ca. 4 qcm grossen Schliff fand ich einen einzigen Durchschnitt durch ein allerdings ziemlich grosses Korn — der Durchschnitt erreichte nahezu 2 mm Länge, erscheint aber durch eingedrungene Grundmasse in mehrere, von einander scheinbar unabhängige Theile zerlegt.

An diese Gesteine schliessen sich andere an, die sich in ihren ersten Gliedern lediglich durch das Fehlen der Quarze und Biotite von dem Vorkommen von Angora unterscheiden, weiterhin jedoch durch die Zunahme des Pyroxengehaltes zu basischeren Gliedern hinüberführen.

## d) Quarz- und biotitfreie pyroxenführende Hornblendeandesite.

13. Pyroxenführender Hornblendeandesit von Kotschissar  
im Devrezthal.

Das schmutzig violettgraue Gestein lässt das unbewaffnete Auge zahlreiche, bis 5 mm in der grössten Dimension erreichende Spaltungsflächen von Plagioklasen, die in nicht sehr dicken Tafeln entwickelt sind, spärliche, bis  $2\frac{1}{2}$  mm lange Hornblendesäulchen und zahlreiche Flecke von Zersetzungsproducten nach farbigen Gemengtheilen, besonders eisen-schüssige Massen nach Hornblendesäulchen und grüne Substanzen in Säulen von mehr gedrungener Gestalt erkennen. Durch das Herausfallen der Zersetzungsproducte erhält das Gestein ein mässig löcheriges Aussehen.

Unter dem Mikroskop erweist sich als herrschender farbiger Gemengtheil Hornblende von der primären Beschaffenheit der Hornblende aus dem Gestein von Angora, aber in zahlreichen Individuen gänzlich, in anderen z. Th. in Eisenoxydhydrat umgewandelt; nur verhältnissmässig wenig Krystalle sind ganz frisch. In seltenen Fällen findet sich neben dem Eisenoxydhydrat als Umwandlungsproduct auch Serpentin; charakteristisch ist aber auch in diesen Fällen die erhebliche Menge des den Serpentin begleitenden, gewöhnlich einen breiten Mantel bildenden Eisenerzes.

Neben der Hornblende treten Pseudomorphosen von Serpentin ohne Erz in der Form gedrungener Säulen auf; ich glaube als primäres Mineral Pyroxen, der Gestalt nach wohl herrschend rhombischen Pyroxen, in diesem Gestein annehmen zu müssen.

Die Plagioklase bauen sich aus zahlreichen dünnen Lamellen nach dem Albitgesetz auf; zonarer Bau ist sehr verbreitet, doch liess die Untersuchung nach den üblichen optischen Methoden sehr oft auf eine Andesinzusammensetzung schliessen. Die krystallographische Ausbildung ist recht vollkommen, doch kommen auch deformirte und unregelmässige Gestalten vor. Ein Theil der Plagioklase ist sehr reich an Einschlüssen, besonders von Glas; es ist wohl kein Zufall, dass sehr oft gerade diese erhebliche Unregelmässigkeiten in der äusseren Umgrenzung erkennen lassen.

Die Grundmasse besteht zum grössten Theil aus zahllosen kleinen Feldspathmikrolithen in einem lichtgelblichen Glase; die Feldspathe löschen annähernd gerade aus, stehen also wohl dem Oligoklas nahe. Das Glas enthält ferner sehr zahlreiche, ganz kleine Erzkörnchen, die der Grundmasse an nicht ganz dünnen Stellen des Schliffes ein bräunliches Aussehen verleihen.

**14. Pyroxenführender Hornblendeandesit, 1 km südlich von Inekoi am Devrez.**

Das Gestein von Inekoi macht seinem ganzen Wesen nach einen etwas basischeren Eindruck: in einer compacten, dunkel braunvioletten dichten Grundmasse liegen bis 4 mm lange, gewöhnlich schlanke, selten etwas dickere Hornblendesäulen und zahlreiche, oft bräunliche Feldspathe, deren Plagioklasnatur deutlich zu erkennen ist. Die Plagioklase sind typisch tafelig entwickelt, die Seiten der Tafel erreichen 5—6 mm, die Dicke ist gering und geht selten über 1—2 mm; die Anordnung der Feldspatheinsprenglinge ist deutlich fluidal.

U. d. M. erweist der in erheblicher Menge, aber von einzelnen Ausnahmen abgesehen in kleinen Individuen entwickelte, um 0,5 mm Länge und 0,1 mm Breite schwankende Amphibol seine Zugehörigkeit zur Gruppe der basaltischen Hornblende; er besitzt sehr starken Pleochroismus in tiefbraunen und gelben Tönen, die Auslöschungsrichtung ist nur wenig gegen die Verticale geneigt, die Doppelbrechung ist recht hoch. Auffallend sind nicht seltene, etwas keilförmige Schnitte durch einen Zwilling; die beiden Längsseiten des Keils convergiren unter einem recht spitzen Winkel und es lässt sich bisweilen feststellen, dass die Spaltungsrisse in dem einen Theil des Keils parallel der einen Grenze, in dem zweiten Theil parallel der anderen Fläche verlaufen. Falls diese Anordnung auf einer krystallographischen Verwachsung beruht, deutet sie auf eine Zwillingsbildung nach einer gegen die Verticale endlich liegenden Fläche, doch ist auch eine zufällige Verwachsung möglich und auf Grund anderer, weiter unten zu besprechender Beobachtungen nicht unwahrscheinlich. Fast alle Hornblenden sind von einem schmalen, nur selten etwas breiteren Erzrand umgeben.

Unter den farbigen Gemengtheilen findet sich nicht selten, aber an Menge weit hinter der Hornblende zurücktretend, monosymmetrischer Augit, und noch etwas spärlicher rhombischer Pyroxen, beide in gut ausgebildeten Kristallen, deren Durchschnitte im Schliff nahezu farblos erscheinen.

Die Dimensionen der Individuen beider Minerale sind nicht gross; der grösste Durchschnitt durch einen selbständigen Augit wies 0,5 mm Länge und 0,3 mm Breite auf, beim rhombischen Pyroxen ergaben die entsprechenden Werthe sogar nur 0,3 und 0,2 mm.

Sehr interessant sind in diesem Gestein Hinweise auf die Entstehung der Pyroxene, sowie schliesslich auch der Hornblende. Im Schliff fallen schon bei flüchtiger Beobachtung bräunlichgraue, undurchsichtige Flecken auf, die häufig am Rand intensiver gefärbt sind als im Centrum, aber auch in den hellsten Theilen undurchsichtig bleiben; mit starker Vergrösserung erkennt man kleine bräunliche Erzkörnchen und feinsten bräunlichen Staub in einer helleren Grundmasse, die offenbar durch den Staub undurchsichtig erscheint. Die Grösse dieser Flecken ist wechselnd, aber oft nicht unbedeutend — einzelne Flecken erreichten in einer Richtung des Schnitts 1 mm, andere einen Durchmesser bis zu 0,6 mm —, ihre Gestalt oft unregelmässig, bisweilen aber deutlich einem regelmässigen Sechseck nahestehend; ihre Art des Auftretens lässt auf eine Entstehung aus Biotit schliessen und diese Deutung gewinnt durch die Umwandlungsvorgänge der Biotite in dem Gestein (No. 10) von Kalabagh (vergl. p. 130 ff.) entschieden an Wahrscheinlichkeit. Mit derartigen Flecken treten nun die Pyroxene fast immer vergesellschaftet auf; sie umschliessen grössere oder kleinere Putzen der undurchsichtigen Substanz, sie finden sich in der unmittelbaren Nähe dieser Flecke häufiger als in dem übrigen Gestein, sie sind nicht selten auch, so vollkommen idiomorph sie im übrigen entwickelt sind, gegen die trübe Substanz ganz unregelmässig abgegrenzt. Besonders bezeichnend ist die Art des Auftretens der spärlichen grösseren Pyroxene: das grösste Augitkorn, das im Schliff nachzuweisen war — der Durchschnitt besitzt in der Länge 1 mm, in der Breite 5 mm —,

ist nirgends idiomorph begrenzt, sondern rundum von der undurchsichtigen bräunlichen Substanz umgeben; in anderen Fällen findet sich Augit und diese braune Substanz geradezu schriftgranitisch oder poikilitisch verwachsen. Alle diese Thatsachen sprechen für eine Entstehung der Pyroxene aus primärem Biotit während der Bildung des Gesteins: die auf diesem Wege entstandenen compacten grösseren Pyroxene sind erhalten geblieben, während die Reste des primären Biotit oder die aus ihm hervorgegangenen erzeichen Anhäufungen der übrigen Resorptionsproducte der Verwitterung anheimgefallen sind und die undurchsichtigen trüben Flecken geliefert haben.

Auch eigenthümliche Mineralaggregationen finden auf diese Weise ihre beste Erklärung: ein ziemlich grosser Augit, überaus reich an grossen Magnetitkörnern und trübe Putzen in erheblicher Menge enthaltend, ist mit zwei Individuen von rhombischem Pyroxen — unter diesen der grösste von mir in diesem Gestein überhaupt beobachtete Durchschnitt von 0,2 mm Länge und 0,25 mm Breite — derart verbunden, dass alle drei Gebilde völlig idiomorph sind bis auf die durchaus allotriomorph gestalteten Berührungsflächen des Augits mit den beiden rhombischen Pyroxenen.

Studirt man nach diesen Beobachtungen noch einmal die basaltische Hornblende, so fallen auch hier eigenthümliche Verhältnisse auf, die allerdings nicht so constant, andererseits der tiefen Färbung der Hornblende wegen weniger in die Augen fallend sind, wie die geschilderten Erscheinungen an den Pyroxenen; sie genügen jedoch, um eine entsprechende Entstehung für einen Theil der Hornblende zu beweisen, für den Rest, da die Hornblenden unter sich keine Unterschiede erkennen lassen, wenigstens wahrscheinlich zu machen. Putzen der trüben Substanz sind auch in der Hornblende zu erkennen, ebenso eine Vergesellschaftung des Amphibols und der geschilderten Flecke, ferner lässt sich nicht selten eine durchaus unkrystallographische Abgrenzung sonst streng idiomorpher Hornblende gegen diese trübe Substanz nachweisen. In manchen Fällen stiessen im übrigen durchaus idiomorphe Hornblenden mit gleichfalls idiomorphem Feldspath in einer ganz unregelmässigen zackigen Grenze zusammen; als

ihrer Entstehung enthalten dann diese Hornblenden grössere oder kleinere Einschlüsse der trüben Substanz. Weiterhin fällt auf, dass sich Apatit in Säulchen und Eiern in und unmittelbar neben der Hornblende in erheblicher Menge einstellt, und schliesslich finden sich durchaus verschieden orientirte idiomorphe Hornblenden, von trüber Substanz umgeben und nur durch sehr wenig trübe Substanz oder Feldspath getrennt, genetisch eng unter sich und mit den bräunlichen Flecken verbunden vor. Diese letzte Beobachtung legt bei der Deutung der oben besprochenen zwillingsähnlichen Bildungen Vorsicht auf: es ist möglich, dass das Aneinanderstossen zweier Individuen mit nicht parallelen Spaltungsrisen durch gleichzeitige Entstehung zweier krystallographisch von einander unabhängiger Krystalle aus der Substanz eines einzigen, der magmatischen Umbildung zum Opfer fallenden Biotits seine Erklärung findet.

Schwarzes Eisenerz findet sich in verhältnissmässig grossen Körnern und Kryställchen.

Die Grundmasse baut sich auf aus zahllosen kleinen Feldspathmikrolithen in einem bräunlichen, an dünnsten Stellen des Schliffs licht bräunlichgrauen Glase, in dem kleinste Erzkörnchen liegen; die Dimensionen der Feldspathleistchen sind so gering, dass einzelne Leistchen von 0,05 mm Länge und 0,01 mm Breite schon durch ihre Grösse sich erheblich, fast wie Gemengtheile einer anderen Generation, von der Hauptmasse der Mikrolithe unterscheiden.

#### 15. Augitführender Hornblendeandesit von Kalabagh (nördlich von Angora).

Das vorliegende Gestein von Kalabagh steht sowohl den auf p. 133 ff. beschriebenen Gesteinen von Kalabagh wie dem Vorkommen von Inekoi recht nahe, nur der monosymmetrische Augit spielt in ihm eine etwas grössere Rolle.

In einer dichten bräunlichen, durch Zersetzung röthlich werdenden Grundmasse liegen sehr zahlreiche Plagioklasse, die ihre Zwillingsriefung schon mit unbewaffnetem Auge sehr deutlich erkennen lassen. Da diese Feldspathe recht gross werden — gelegentlich erreicht eine Seite der Tafelfläche 1 cm, sinkt aber auch bis auf 1—2 mm herab —,

und ferner die bis 2 cm grossen Partien der unzersetzten Grundmasse sich für das unbewaffnete Auge scharf gegen die zersetzten Theile abgrenzen, so macht das Gestein bei flüchtiger Betrachtung einen unruhigen arkose- oder breccienartigen Eindruck.

U. d. M. erkennt man, dass die unter den farbigen Gemengtheilen herrschende und bisweilen in verhältnissmässig grossen, bis 0,1 mm langen und 0,6 mm breiten Individuen entwickelte Hornblende nirgends mehr frisch erhalten ist; ihre Stelle wird von lockeren Eisenoxydhydrathäufchen, bisweilen mit Serpentin, aber auch mit Feldspath eng verbunden, eingenommen. Ähnliche Mineralaggregate lassen es als nicht gänzlich ausgeschlossen erscheinen, dass möglicherweise auch Biotit im Gestein enthalten war.

Frisch findet sich von farbigen Gemengtheilen nur lichtgrünlich durchsichtiger monosymmetrischer Augit, der in dicksäulenförmigen Krystallen, in der Längsrichtung um 0,6 mm, in der Dicke um 0,4 mm schwankend, theils isolirt, theils local angehäuft nicht reichlich im Gestein auftritt.

Die Plagioklase sind in den meisten dieser Gesteine zonar, oft mit mehrfacher, gerade in diesem Vorkommen besonders deutlich entwickelter Wiederkehr der basischeren Substanz struirt.

Erze sind, wie in den nahestehenden Gesteinen, ziemlich reichlich vorhanden; sie sind zum grossen Theil in Eisenoxydhydrat umgewandelt.

Die Grundmasse, die ungefähr drei Viertel des Gesteins zusammensetzt, besteht aus einem grauen Glase mit zahlreichen, aber an Menge hinter dem Glase zurücktretenden Feldspathleistchen; in den makroskopisch röthlich erscheinenden Theilen der Grundmasse wird die Färbung durch überaus fein vertheiltes und local angehäuftes Eisenoxydhydrat hervorgebracht, während in den frischen, makroskopisch braunen Partien das Erz noch zum grössten Theil in einzelnen schwarzen Körnchen auftritt.

#### IV. Hypersthenandesite.

Als reine, augitfreie bis -arme Hypersthenandesite sind unter dem mir übergebenen Material nur verhältniss-

mässig wenig Vorkommen zu bezeichnen: in den meisten spielt Augit neben dem rhombischen Pyroxen eine nicht ganz unerhebliche Rolle; trotz der geringen Zahl der Einsprenglinge und des Glasreichthums der meisten dieser Gesteine kann man wohl annehmen, dass auch bei stärkster Entwicklung der Gemengtheile der ersten und der zweiten Generation rhombischer Pyroxen der herrschende farbige Gemengtheil geblieben wäre, da er in fast allen Gesteinen dieses Gebiets, wo er mit anderen farbigen Gemengtheilen auftritt, sich als der jüngste unter ihnen erweist.

Schon nach ihrer makroskopischen Erscheinung kann man in dieser Gruppe saurere und basischere, basaltisch aussehende Glieder unterscheiden; die Mehrzahl der mir vorliegenden Stücke gehört der basischeren Abtheilung an, nur ein Vorkommen der saureren.

#### a) Saurer Hypersthenandesit.

##### 16. Eutaxit von Baghlum nordwestlich von Angora.

Das Gestein von Baghlum erscheint typisch eutaxitisch; es besteht aus einer schwarzen und einer röthlichen Substanz, die theils fluidal in annähernd parallelen Strängen, theils ineinander verknetet erscheinen und reichlich annähernd gleichmässig vertheilte, bis 1 mm grosse Plagioklaseinsprenglinge enthalten.

Die Plagioklaseinsprenglinge sind sehr reich an Glaseinschlüssen, gewöhnlich nicht gut krystallographisch begrenzt, sondern gerundet, eingebuchtet und nicht selten in splitterähnlichen Formen erscheinend, die sich nur durch Zerspringen grösserer Krystalle erklären lassen. Zu diesen Plagioklasen gesellen sich von krystallisirten Gebilden nur noch spärlich kleine rhombische Pyroxene in langen Leisten, sowie Apatit und Erzkörnchen; die Hauptmasse des Gesteins besteht aus Glas.

Die schwarzen Gesteinstheile enthalten die genannten Gemengtheile in einem an sich farblosen Glase, das aber durch zahllose, bis zu feinstem Staub herabsinkende Erzkörnchen gewöhnlich dunkel erscheint; die Farblosigkeit erkennt man besonders in Partien, in denen die Erze durch



fluidale Anordnung zu dunklen Strängen zusammentreten, die zwischen sich das farblose Glas freilassen.

Die röthlichen Gesteinstheile erscheinen im Schliff durchaus undurchsichtig, aber auch ohne jede Andeutung, die etwa auf herrschenden Mikrofelsit schliessen liesse; die Hauptmasse erscheint wolkig graubraun, an den Rändern der einzelnen Streifen und rundlich begrenzten Partien röthlichgelb durch ausgeschiedenes Eisenoxydhydrat. Dieselbe Färbung findet sich ferner um die Einsprenglinge und auch in Streifen, die unter sich annähernd parallel die verschiedenen graubraunen Partien durchsetzen. Die Undurchsichtigkeit ist demnach offenbar durch überaus feine Vertheilung der färbenden Eisenverbindungen zu erklären.

Die verhältnissmässig hohe Acidität des Gesteins wurde durch die Analyse bestätigt; einige unter Aufsicht von Herrn Privatdocent Dr. HERZ im chemischen Institut der Universität Breslau angefertigte Bestimmungen ergaben übereinstimmend 63,0%  $\text{SiO}_2$ .

#### b) Basischere Hypersthenandesite.

Als basischere Hypersthenandesite sind vier nicht sehr weit von einander entfernt anstehende Gesteine zu bezeichnen. In dem an erster Stelle beschriebenen Gestein von Jazydja, das lediglich aus Bildungen der Ergussperiode sich aufbaut, tritt monosymmetrischer Pyroxen ganz zurück; wenn er sich in grösserer Menge, besonders gern als Gemengtheil erster Generation einstellt, bilden die Gesteine Übergänge zu den Augithypersthenandesiten.

##### α. Hypersthenandesit, fast augitfrei.

#### 17. Hypersthenandesit. Thal des Kōroghluflusses nördlich von Jazydja.

Das makroskopisch durchaus dichte, tiefschwarze und fettglänzende Gestein, das in jeder Hinsicht wie ein dichter glasreicher Basalt erscheint, besteht, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, fast ausschliesslich aus Hypersthenmikrolithen, Plagioklasmikrolithen, sehr kleinen Erzkörnchen und reichlichen Mengen eines bräunlichen Glases.

Die Dimensionen der Mikrolithe sind sehr gering: Feldspathleistchen von 0,05 mm Länge und 0,01 mm Breite gehören zu den grösseren Bildungen, vereinzelte Durchschnitte von höchstens 0,4 mm Länge und 0,2 mm Breite machen den Mikrolithen gegenüber schon den Eindruck von Einsprenglingen. An diesen grösseren Gebilden kann man auch die Plagioklasnatur des Feldspaths durch gelegentliche Beobachtung von schaligem Bau und eventuell auch Zwillingsstreifung nachweisen. Unter den eigentlichen Mikrolithen erscheinen die längeren und schlankeren sehr oft gegabelt oder trichitisch.

Der rhombische Pyroxen erscheint gleichfalls in farblosen säulenförmigen Mikrolithen, die durchschnittlich etwas schlanker sind als die gleich grossen Feldspathe; ihre rhombische Natur ist durch die geringe Doppelbrechung in Verbindung mit der geraden Auslöschung sicher nachzuweisen. Auch unter den Hypersthenen kommen wie bei den Feldspathen einzelne grössere Individuen vor; in einem Falle fand sich zusammen mit einigen dieser grösseren Hypersthene ein erheblich stärker doppelbrechendes Körnchen von monosymmetrischem Pyroxen, der auch sonst gelegentlich im Gestein verstreut vorkommt.

Die genannten Gemengtheile erscheinen zusammen mit sehr kleinen Magnetitkörnchen theils einzeln eingebettet, theils dicht gedrängt und dann durchtränkt von einem bräunlichen Glase, so dass die Structur des Gesteins durchaus der Anordnung einer hyalopilitischen Grundmasse entspricht.

#### **β. Augitführende Hypersthenandesite.**

##### **18. Augitführender Hypersthenandesit, Wasserscheide zwischen Bajat und Güdül.**

Die eigentliche Gesteinssubstanz erscheint dem unbewaffneten Auge durchaus dicht, schwarz und fettglänzend; trotzdem macht das Gestein zunächst einen anderen Eindruck wie das in jeder Hinsicht nahe verwandte Vorkommen von Jazydja, weil es zahllose, sehr kleine Hohlräume enthält und diese von einem lichtgrünlichen Staube überzogen sind, wodurch das homogene Aussehen und der Fettglanz des eigentlichen Gesteins bei flüchtiger Betrachtung abgeschwächt wird.

U. d. M. unterscheidet sich dieses Gestein von dem nahe verwandten von Jazydja wesentlich durch die abweichende structurelle Stellung der farbigen Gemengtheile, die hier theils als Einsprenglinge, theils in einsprenglingsartigen Anhäufungen gewissermaassen concentrirt und im Gegensatz zur Hauptmasse des Gesteins erscheinen.

Als Gemengtheile einer ersten Generation findet sich hauptsächlich Hypersthen sowohl in schlankeren oder dickeren Säulen bis zu 0,5 mm Länge, wie auch in kleineren Individuen nesterartig zusammengelagert und in Glas eingebettet, das, soweit es zu dem Nest gehört, auffallend arm bis frei von Feldspathmikrolithen ist.

Augit tritt wesentlich in der an zweiter Stelle geschilderten Weise in kleinen, nesterartig angehäuften Körnchen auf; an dem grössten derartigen Nest maass ich einen längsten Durchmesser von  $1\frac{1}{4}$  mm.

Der weitaus grösste Theil des Gesteins wird gebildet von Plagioklasmikrolithen in einem braunen, wenig durchsichtigen Glase, das nur verhältnissmässig wenig Erzkörnchen enthält. Die Dimensionen der Plagioklase sind sehr gering; Leistchen von 0,3 mm Länge und 0,4 mm Breite fallen schon durch ihre Grösse auf, die meisten Individuen zeigen Werthe, die um den fünften Theil dieser Dimensionen schwanken. Die Auslöschungsrichtungen weichen nur wenig von der Längsrichtung der Mikrolithe ab, deuten somit wohl auf die Häufigkeit mittlerer Mischungsglieder der Plagioklasreihe.

#### 19. Augitführender Hypersthenandesit, Thal des Köroghlufusses nördlich von Jazydja.

Das Gestein erscheint dicht, graugrün und weisslich gefleckt und gestreift, das unbewaffnete Auge vermag, von vereinzelten Feldspathen abgesehen, keinen Gemengtheil zu erkennen.

U. d. M. sieht man, dass nur verschwindend wenig Einsprenglinge vorhanden sind; ganz vereinzelt erscheinen Durchschnitte durch zonar struirt, aus chemisch sehr verschiedenem Kern und Schale bestehende Plagioklase von höchstens 0,5 mm Länge und 0,2 mm Breite, und annähernd gleich grosse Pyroxene, bestehend aus einem Kern von

farblosem Augit und einer Schale von grünlichem rhombischem Pyroxen.

Die den Haupttheil des Gesteins bildende Grundmasse besteht hauptsächlich aus fast immer gerade auslöschenden Plagioklasleisten von verschiedener Grösse, zwischen denen schlanke Säulchen von rhombischem Pyroxen, an Menge erheblich hinter dem Plagioklas zurückstehend und nicht selten zersetzt, ferner zahlreiche Erz körnchen und -stäbchen sowie, wohl als Zersetzungsproduct der Feldspathe anzusprechen, grünlicher Glimmer in kleinen Blättchen liegen. Glas ist nicht zu erkennen, doch muss nach der gesammten Structur des Gesteins eine trübe feinschuppige Masse zwischen den Feldspathen wohl auf ursprünglich vorhandenes Glas zurückgeführt werden.

In der Structur des Gesteins machen sich an eutaxitische Anordnung anklingende Züge geltend: den makroskopisch weisslichen Flecken und Streifen entsprechen Gesteinstheile, in denen die Feldspathe eine Länge bis zu 0,2 mm und eine entsprechende Breite erreichen; in den feinkörnigeren grünen Partien schwanken sie um 0,05 mm Länge.

#### 20. Augitführender Hypersthenandesit von Bajat (300 m östlich vom Ort anstehend).

An der Grenze zwischen den augitführenden Hypersthenandesiten und den Augithypersthenandesiten steht das Gestein von Bajat; in einer dichten braunvioletten, von zahlreichen röthlichweissen Putzen und Streifen durchsetzten, schmutzig röthlichgelb anwitternden Hauptmasse kann man mit dem unbewaffneten Auge nur ganz vereinzelte dunkelgrünliche, bis 2½ mm lange Pyroxensäulchen und Nester von dünneren, deutlich grünlichen Säulchen erkennen, die offenbar gleichfalls dem Pyroxen zuzuweisen sind. Ausserdem beobachtet man noch bräunliche Flecken von Eisenoxydhydrat.

Bei dem mikroskopischen Studium erkennt man, dass unter den spärlichen Gemengtheilen der ersten Generation die grossen Individuen fast ausschliesslich einem lichtgrünlichen, nahezu farblosen Augit angehören; trotz seiner schwachen Färbung scheint der Augit reich an Eisen zu sein, da ich in einem Falle einen Übergang der äusseren Zone eines licht-

grünlichen Augits in bräunlichen, von offenbar secundär ausgeschiedenem Eisenerz durchspickten Augit, in einem anderen Falle eine sehr starke Ausscheidung von Eisenoxydhydrat eines sich zersetzenden farblosen Augits beobachten konnte. Bei der geringen Menge von Einsprenglingen und der Frische des Gesteins bleiben jedoch derartige Beobachtungen recht vereinzelt.

Der rhombische Pyroxen tritt in viel kleineren Individuen auf; recht selten findet er sich in isolirten, bis 0,4 mm langen dicksäulenförmigen Krystallen, verhältnissmässig häufiger in Verbindung mit Augit, bisweilen einen Mantel um ihn bildend, oder in unregelmässig begrenzten Körnchen zusammen mit dem häufigeren, in grösseren und besser ausgebildeten Kryställchen auftretenden Augit die erwähnten, makroskopisch sichtbaren grünlichen Nester aufbauend.

Der weitaus grösste Theil des Gesteins besteht aus Gemengtheilen der Effusivperiode, kleinen schlanken Säulchen von Pyroxen und leistenförmigen Plagioklasmikrolithen, in einem lichtgrauen, an dünnsten Stellen fast farblosen Glas mit Erzkörnchen und einem graulichen Staube. Nach seiner geraden Auslöschung und verhältnissmässig schwachen Doppelbrechung erweist sich sämmtlicher Pyroxen der Grundmasse als rhombisch, der Plagioklas scheint nach der geringen Abweichung der Auslöschungsrichtung von der Längsrichtung der Leisten mittleren Mischungsgliedern anzugehören.

Die Structur der Grundmasse ist hyalopilitisch mit einem an die Anordnung der Eutaxite erinnernden Gefüge; es wechseln glasreichere Partien, die kleinere Mikrolithen enthalten, mit glasärmeren ab, in denen die krystallisirten Ausscheidungen grössere Dimensionen erreichen; in ihnen schwanken die Plagioklasleisten um ca. 0,05 mm Länge, die rhombischen Pyroxene sogar um 0,08 mm in ziemlich weiten Grenzen. Den glasärmeren Partien mit grösseren Kryställchen entsprechen die röthlichweissen Streifen und Putzen, den glasreicheren die an Menge überwiegende braunviolette Hauptmasse.

Die makroskopisch sichtbaren bräunlichen Flecken stellen sich u. d. M. als ziemlich scharf umgrenzte Gesteinspartien von normaler Zusammensetzung dar, die durch Eisen-

oxydhydrat als Zersetzungsproduct einiger grösserer Erz-körnchen bräunlich bis gelblich gefärbt sind.

## V. Augithypersthenandesite.

Augithypersthenandesite von

21. Kis Göldjök,

22. nördlich von Devören,

23. Tscharschamba.

Von den der Untersuchung zugänglich gemachten Gesteinen sind drei Vorkommen, die sich in jeder Beziehung nahe stehen, als Augithypersthenandesite zu bezeichnen; zwei Vorkommen, das eine von Kis Göldjök, das andere nördlich von Devören, sind für das unbewaffnete Auge geradezu ident, das dritte Vorkommen, 2 km südlich von Tscharschamba, ist nicht durchgreifend, aber doch merklich von den beiden anderen verschieden.

Die beiden gleichen Gesteine von Kis Göldjök und Devören enthalten in einer dunkelgrauen dichten Grundmasse sehr zahlreiche Einsprenglinge von deutlich gestreiftem Feldspath, deren mässig dick tafelförmige Krystalle in der grössten Richtung der Tafel bis 4 mm Länge bei einer Dicke von höchstens  $1\frac{1}{2}$  mm erreichen, in der Regel aber erheblich hinter diesen Dimensionen zurückbleiben. Von farbigen Gemengtheilen sind nur vereinzelt dunkle kleine, nicht übermässig schlanke Säulchen erkennbar; infolge der sehr zahlreichen Feldspathe macht das Gestein einen erheblich helleren Eindruck, als der Färbung seiner Grundmasse entspricht.

Das Gestein von Tscharschamba enthält in einer gleichfalls dunkelgrauen und dichten Grundmasse etwas weniger, aber immer noch sehr zahlreiche Einsprenglinge von gestreiftem Feldspath, die tafelförmig, aber im Durchschnitt kleiner sind als die Feldspathe in den beiden anderen Gesteinen, nur selten übersteigen sie in der Richtung ihrer grössten Ausdehnung 2 mm; farbige Gemengtheile in der Gestalt dunkler Säulchen und Körner sind auch hier nur klein und spärlich vorhanden. Durch die geringere Feldspathmasse und die geringeren Dimensionen der einzelnen Feldspathe erscheint das Gestein erheblich dunkler als die beiden anderen.

Die farbigen Einsprenglinge sind in allen drei Gesteinen rhombischer und monosymmetrischer Pyroxen und besitzen in diesen gleiche Eigenschaften; nur in dem Gestein von Kis Göldjök wurde in einzelnen grossen Krystallen Hornblende beobachtet.

Der monosymmetrische Pyroxen ist ein ganz hellgrünlicher, nahezu farbloser Augit, der sich in fast immer krystallographisch gut begrenzten Säulen bis zu 1 mm Länge, in Ausnahmefällen sogar 2 mm lang, findet, gewöhnlich aber hinter dieser Grösse zurückbleibt und bis auf 0,2 mm sinkt. Bei aufmerksamer Betrachtung ist ein recht schwacher Pleochroismus in hellgrünlichen und hellröthlichen Tönen zu beobachten. Die Richtung kleinster Elasticität, der parallel das Licht mit grünlicher Farbe durch das Mineral hindurchgeht, bildet mit der Verticalen einen Winkel von über 40°. Zwillingsbildung nach dem gewöhnlichen Gesetz ist ziemlich verbreitet; durch diese Eigenschaft, in Verbindung mit der optischen Orientirung, ist der Augit von dem ihm sehr ähnlichen Hypersthen zu unterscheiden.

Der Hypersthen tritt in kleineren und schlankeren Säulen auf als der Augit, ist krystallographisch immer gut begrenzt und besitzt merklichen, aber nicht starken Pleochroismus in grünen und röthlichen Tönen. Deutlicher als durch diesen Pleochroismus unterscheidet er sich durch seine schwache Doppelbrechung und charakteristische Orientirung von dem Augit. Bisweilen hat die äussere Umgrenzung durch Umwandlungsvorgänge etwas gelitten; dann sind die Enden der Prismen in ein Gewirr von schwach lichtbrechenden und mässig doppelbrechenden sehr kleinen Blättchen aufgelöst. In einem Falle konnte auch beobachtet werden, dass die Umwandlung von Quersprüngen in einer Säule ausging und diese in drei scheinbar unabhängige und durch das Blätterwerk getrennte, aber gleichzeitig auslöschende Körnchen aufgelöst hat.

Hornblende tritt, wie erwähnt, nur in dem Gestein von Kis Göldjök in einzelnen Säulen von  $1\frac{1}{4}$  mm Länge auf; an dem einzigen geeigneten Schnitt wurde der Winkel  $c : c$  zu  $11^\circ$  gemessen, parallel  $c$  geht das Licht mit dunkelbraunen, senkrecht dazu mit hellgelber Farbe hindurch. Die Gestalt der Hornblenden ist etwas gerundet und jedes Individuum

von einem nicht breiten, scharf begrenzten, tiefdunkelbraunen Rand umgeben.

Erz, als Gemengtheil der ersten Generation in nicht grosser Menge vorhanden, tritt in Gestalten auf, die es als Magnetit erkennen lassen; der Durchmesser der Körnchen erreicht selten 0,2 mm, wird nur in Ausnahmefällen noch grösser und bleibt gewöhnlich hinter dem angegebenen Werth nicht unerheblich zurück.

Die Plagioklaseinsprenglinge lassen an der Gestalt ihrer Durchschnitte erkennen, dass sie tafelförmig nach M ausgebildet und wesentlich von P, M, T und x begrenzt sind. Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz, oft in Verbindung mit dem Karlsbader Gesetz, ist sehr verbreitet, andere Zwillingsverwachsungen konnten nicht beobachtet werden, so dass also der krystallographische Aufbau relativ einfach erscheint. Nach dem chemischen Aufbau lassen sich zwei Typen unterscheiden: chemisch homogene und zonar struierte, in der letzten Gruppe wieder zwei Unterabtheilungen, je nachdem die einzelnen Zonen so breit sind, dass sie im Mikroskop wahrgenommen werden können, oder so schmal, dass sich der Wechsel der chemischen Zusammensetzung ohne erkennbare Grenzen vollzieht.

Die chemisch homogenen Feldspathe lassen auf Schnitten parallel M nahezu senkrecht eine Mittellinie austreten und die Auslöschungsrichtung bildet mit den Spaltungsrisen nur einen sehr kleinen Winkel; die gleiche Erscheinung beobachtete ich an sehr zahlreichen Spaltungsblättchen und fand auch auf einzelnen Spaltungsblättchen nach P einen sehr kleinen Winkel der Auslöschungsrichtung; der Plagioklas steht somit offenbar an der Grenze zwischen Oligoklas und Andesin.

Bei den zonar struierten Feldspathen ist nicht selten, aber auch nicht herrschend eine Wiederkehr basischerer Zonen in dem saureren Mantel zu beobachten; der Wechsel des verschiedenen Materials findet in der Regel in concentrischen Schalen, nur selten in unregelmässiger Durchdringung oder durch Ausfüllung eines schwammartigen Gerüsts statt. Der Unterschied in der Auslöschungsrichtung und demgemäss in der chemischen Zusammensetzung der einzelnen zu einem Krystall zusammentretenden Zonen ist niemals gross, da auf-



fallenderweise unter den zonar struirten Feldspathen sich basischere und saurere unterscheiden lassen; bei den basischen ergiebt das Centrum Werthe, die basischem Andesin resp. saurem Labradorit entsprechen, während in dem Mantel die Werthe bis zu den geringen für basischen Oligoklas gültigen abnehmen; bei den sauren Krystallen wachsen die Winkel vom Centrum nach aussen von sehr geringen, dem Andesin entsprechenden Werthen bis zu grösseren, die auf sauren Oligoklas hinweisen. Krystalle, die etwa Substanz vom Labradorit bis zum sauren Oligoklas enthalten, konnte ich nicht beobachten.

Bei dem Gestein nördlich von Devören überwiegen die zonar struirten Plagioklase, bei dem Vorkommen von Kis Göldjök die homogenen; bei dem Gestein von Tscharschamba treten beide Arten der Feldspathe in gleicher Menge auf.

Die bei Andesiten nicht seltene Anhäufung farbiger und farbloser Einsprenglinge unter Verhältnissen, die beweisen, dass nicht eine mechanische Zusammenschwemmung, sondern eine gleichzeitige Auskrystallisation an Ort und Stelle stattfand, tritt hauptsächlich in dem Gestein von Devören auf; hier konnte ich im Schliff einen 2,5 mm langen, in seiner grössten Breite 5 mm breiten Durchschnitt durch einen rhombischen Pyroxen nachweisen, der von sechs untereinander unabhängigen und keineswegs gesetzmässig angeordneten Plagioklasen umgeben ist. Der grösste Durchschnitt durch einen dieser Plagioklase misst 0,6 mm Länge und 0,2 mm Breite; die Plagioklase sind ausserhalb des Wirkungskreises des Hypersthen idiomorph, besitzen aber dort, wo sie mit dem Pyroxen zusammenstossen, ebensowenig wie dieser krystallographische Umgrenzung.

Die Grundmasse besteht bei allen drei Gesteinen wesentlich aus Plagioklas, trägt aber bei jedem Vorkommen bis zu einem gewissen Grade ihren eigenen Charakter.

Die Grundmasse des Gesteins von Devören baut sich auf aus kleinen Plagioklasmikrolithen von höchstens 0,05 mm Länge und entsprechender Breite, denensich spärliche Pyroxenkörnchen und auffallend reichlich nicht zu kleine Magnetitkörnchen beigesellen; die genannten Gemengtheile sind durch geringe Mengen eines farblosen Glases verkittet.

Die Plagioklasmikrolithe löschen ziemlich schief aus, können daher unter Berücksichtigung der Verhältnisse der Einsprenglinge als recht saure Mischungsglieder bezeichnet werden. Vereinzelt finden sich in der Grundmasse grössere, ungefähr die dreifache Länge und Breite der grössten typischen Mikrolithe besitzende verzwillingte Feldspathleistchen. Ein fast farbloses Glas ist nur in sehr geringen Mengen vorhanden und recht schwer nachweisbar.

Die Grundmasse des Gesteins von Kis Göldjök unterscheidet sich von der beschriebenen wesentlich dadurch, dass die grösseren Feldspathe an Menge erheblich zunehmen, während die Dimensionen der Mikrolithe noch weiter sinken; der Gegensatz wird so deutlich, dass man zwei Plagioklas-generationen in der Grundmasse annehmen muss. Der Winkel, welcher die Längsrichtung der Leistchen mit der Auslöschungsrichtung bildet, ist hier allgemein recht klein, so dass wohl in der Hauptsache Oligoklas vorliegt; Erzkörnchen sind auch hier zahlreich vorhanden, aber erheblich kleiner als im Gestein von Devören. Pyroxen und Glas treten noch mehr zurück: Pyroxen ist nur selten zu sehen, das Glas mehr aus der Structur zu erschliessen, als direct zu beobachten.

Die Grundmasse des Gesteins von Tscharschamba endlich besteht aus kleinsten Feldspathmikrolithen mit zahllosen, überaus kleinen Erzkörnchen. Auf einige Entfernung hin sind die Feldspathe offenbar annähernd parallel geordnet, so dass die Grundmasse zwischen gekreuzten Nicols fleckenweise hell und dunkel wird und einige in diesen Flecken liegende, anders angeordnete Mikrolithe besonders deutlich heraustreten. Grössere Feldspathe finden sich auch hier, sind aber nicht häufig; Pyroxen und Glas scheint gänzlich zu fehlen.

Berücksichtigt man die Mengen der farbigen Gemengtheile in den drei Gesteinen, so zeigt sich, dass das hornblendeführende Gestein von Kis Göldjök verhältnissmässig am wenigsten Pyroxen enthält; unter den etwas reichlicher vorhandenen Pyroxenen des Gesteins von Tscharschamba überwiegt der rhombische Pyroxen, während das Gestein von Devören die grösste Menge von Pyroxen führt, und zwar beide Arten, Augit und rhombischen Pyroxen, annähernd im Gleichgewicht enthält. Sehr charakteristisch ist,

dass dieses offenbar an zweiwerthigen Metallen reichste Vorkommen das einzige ist, in dem ich Quarz in einem ziemlich grossen Korn — der Durchschnitt zeigt einen Durchmesser von 0,6 mm — ähnlich wie in den Gesteinen von Angora auffand.

## VI. Augitandesite.

### a) Hypersthenführend.

#### 24. Hypersthenführender Augitandesit südlich von Bughia.

In einer schmutzig dunkelbraunen Hauptmasse mit zahlreichen kleinen Poren, die zum grossen Theil durch gelblich feinfaserige Massen erfüllt sind, erkennt das unbewaffnete Auge Spaltungsflächen von tafelförmigem, aus zahlreichen Zwillingslamellen aufgebauten Plagioklas in erheblicher Menge. Die Spaltungsflächen nach M erreichen ausnahmsweise eine Länge bis zu 5 mm und schwanken in der Regel um 2—3 mm, die Spaltungsflächen nach der Basis sind stets schmal und zeigen somit, dass die Tafeln verhältnissmässig dünn sind; farbige Gemengtheile vermag das unbewaffnete Auge nicht zu erkennen.

U. d. M. erkennt man unter den Einsprenglingen als herrschenden farbigen Gemengtheil grünlichen Augit, der in isolirten, krystallographisch in der Prismenzone gut entwickelten dicken Säulen bis zu ca. 1 mm Durchmesser, häufiger jedoch in nesterförmig angeordneten Aggregaten von kleineren, gegeneinander panidiomorph begrenzten Individuen auftritt. Diese Nester enthalten auch rhombischen Pyroxen, der seltener sich auch in nicht grossen, krystallographisch gut ausgebildeten schlankeren Säulchen im Gestein findet; an dem Aufbau der Nester von panidiomorphem Gefüge nimmt nicht selten auch Plagioklas Theil.

Der Plagioklas, der an Grösse wie an Menge der Individuen die farbigen Gemengtheile übertrifft, zeigt eine sehr erhebliche Verschiedenheit in der Zusammensetzung der inneren und der äusseren Theile, ohne dass jedoch scharf begrenzte Zonen wahrzunehmen wären. Schnitte nach M, die diese Unterschiede in besonders deutlicher Entwicklung zeigen, also wohl annähernd durch die Mitte der Krystalle hindurchgehen, lassen in ihren inneren Theilen die Eigenschaften

basischer, mindestens Labradoritzusammensetzung besitzen; der Mischungsglieder erkennen; entsprechende Schnitte mit geringeren Differenzen, die somit die äusseren Zonen getroffen haben, weisen die Eigenthümlichkeiten der Andesin-, bisweilen auch der basischen Oligoklasreihe auf. Die Lamellen nach dem Albitgesetz sind im Allgemeinen recht dünn, die Feldspathe oft sehr reich an auffallend grossen, unregelmässig gestalteten und angeordneten Einschlüssen der Grundmasse.

Zu den Einsprenglingen sind schliesslich auch noch grössere, nicht sehr häufige Erzkörner zu rechnen.

Die Gemengtheile der Grundmasse muss man offenbar in zwei Gruppen theilen, von denen die eine, an Menge sehr erheblich zurückstehend, durch grössere Individuen und besonders auch durch grössere Breite der Plagioklase, die zweite, die Hauptmasse bildend, durch viel kleinere und schlankere Componenten charakterisirt ist. Beide Gruppen bestehen aus Plagioklasleisten und Pyroxen; die Plagioklase scheinen nach ihrem optischen Verhalten der Reihe des basischen Oligoklases und besonders des Andesins anzugehören. Die Länge der grösseren Plagioklasleisten schwankt in ziemlich weiten Grenzen um 0,2—0,3 mm — dabei sind die Leisten recht breit —, die der kleineren um 0,8—1 mm; bei den Pyroxenen machen sich ähnliche Unterschiede geltend. Unter den grösseren Pyroxenen konnte neben herrschendem Augit auch Hypersthen nachgewiesen werden; sehr zahlreiche, in beiden Gruppen der Gemengtheile der Grundmasse auftretende, aus wirrfaserigem Serpentin aufgebaute Pseudomorphosen müssen wohl ihrem ganzen Verhalten nach als umgewandelte Pyroxene angesprochen, und der ersten Generation der Grundmasse angehörige, nicht zu spärliche, schlank säulenförmige und terminal gut begrenzte Serpentinhäufchen wohl als Umwandlungsproducte von rhombischem Pyroxen aufgefasst werden.

Nach Zurechnung dieser Serpentinhäufchen zu der Menge des noch frisch vorhandenen Pyroxens erkennt man, dass der Pyroxen im frischen Gestein eine erheblich grössere Rolle gespielt haben muss, als man ihm jetzt auf den ersten Blick zuschreiben möchte; jedenfalls haben aber immer die Plagioklase an Menge die farbigen Gemengtheile nicht unerheblich übertroffen.

Neben den genannten Mineralen tritt in erheblicher Menge eine in nicht ganz dünnen Theilen des Schliffes schwarzbraune undurchsichtige Masse auf, in welche die übrigen Gemengtheile eingebettet sind; an dünnsten Stellen erkennt man, dass ein graues Glas mit zahllosen kleinsten Erzkörnchen und -stäubchen vorliegt, die zum grossen Theil in Eisenoxydhydrat übergegangen sind und durch den grösseren Raum, den auf diese Weise die undurchsichtigen Substanzen einnehmen, die dunkle Färbung des ganzen Complexes hervorgerufen haben.

Die Structur des Gesteins ist somit als hyalopilitisch zu bezeichnen.

Die makroskopisch sichtbaren gelblichen Tupfen sind zum grössten Theil mit feinfaserigem Serpentin erfüllte kleine Mandelräume, nur verhältnissmässig sehr wenige sind als zersetzte Einsprenglinge der farbigen Minerale anzusprechen.

Von diesem Gestein wurden, um auch chemisch den Beweis zu führen, dass es mit einem später zu besprechenden Basalt von demselben Orte nichts gemein hat, im chemischen Institut der Universität Breslau unter Aufsicht von Herrn Privatdocent Dr. HERZ mehrere Bestimmungen der Kieselsäure ausgeführt, die übereinstimmend auf 55,5 %  $\text{SiO}_2$  führten.

#### b) Augitandesite ohne Hypersthen.

##### Augitandesite von

25. Aktasch zwischen Schyklar und Gerede,

26. Salyr, südlich von Gerede.

Als Augitandesit sind zwei Vorkommen aus der Gegend von Gerede, von Aktasch und Salyr zu bezeichnen, die sich überaus nahe stehen: in einer dunkelvioletten Hauptmasse erkennt das unbewaffnete Auge sehr zahlreiche kleine Spaltungsflächen von Feldspath und spärliche Säulchen eines dunklen Gemengtheiles; u. d. M. erweist sich das Gestein zusammengesetzt aus Augit und Plagioklas.

Der Augit tritt in zahlreichen Individuen auf, deren Dimensionen in weiten Grenzen schwanken, ohne dass zwischen den grössten, makroskopisch sichtbaren und den kleinsten eine

Grenze besteht oder sich stofflich irgend ein Unterschied geltend macht. Die Krystalle sind gut begrenzt, mässig schlank säulenförmig; die Längsrichtung erreicht  $1\frac{1}{2}$  mm und sinkt bis unter 0,05 mm; die grossen wie die kleinen Krystalle besitzen nicht selten Zwillingsbildung nach dem verbreitetsten Gesetz: Zwillingsene ist (100); die beiden zum Zwillings zusammentretenden Individuen sind gewöhnlich gleich gross.

In ihren inneren Theilen sind die Krystalle oft farblos bis ganz lichtgraugrünlich, in den äusseren braun; obwohl ein zonarer Bau nicht selten in den farblosen wie in den bräunlichen Theilen zu erkennen ist und auch die Auslöschungsrichtungen gelegentlich in beiden Theilen ein wenig verschieden sind, glaube ich doch, die bräunliche Färbung auf einen von aussen nach innen eindringenden Verwitterungsvorgang zurückführen zu müssen. Für diese Auffassung spricht die gewöhnlich unscharfe Grenze des dunkleren gegen den helleren Theil der verhältnissmässig niedrige Grad von Durchsichtigkeit der dunkleren Ränder, der sich wohl nicht durch die Intensität der Färbung erklären lässt, sondern mehr auf sehr fein vertheilte, aus der primären Substanz ausgeschiedene undurchsichtige Neubildungen, vielleicht Eisenoxydhydrat, hinweist, und besonders das Auftreten von unregelmässig begrenzten bräunlichen Partien in den inneren farblosen Theilen. Diese secundäre Braunfärbung deutet ebenso wie die weit verbreitete theilweise oder vollständige Umwandlung ganzer Krystalle in Eisenerz auf grossen Eisengehalt des Augits; von dem eisenreichen farblosen, fälschlich als Salit bezeichneten Augit, wie er im Hunne-Diabas auftritt, unterscheidet er sich durchgreifend durch den grossen Winkel seiner optischen Axen.

Der Plagioklas ist in dicken Tafeln nach M entwickelt und offenbar von P, x, T und l begrenzt, die grösste Dimension erreicht in seltenen Fällen 2 mm, bleibt aber gewöhnlich erheblich unter dieser Grösse zurück; die meisten, dem unbewaffneten Auge erkennbaren Krystalle schwanken in ihren Dimensionen um 1 mm. U. d. M. erkennt man auch hier, dass die grösseren Individuen durch Übergänge mit erheblich kleineren verbunden sind, bei denen man zweifeln

kann, ob man sie als kleinere Gemengtheile der ersten Generation auffassen oder sie einer zweiten zutheilen soll; sieht man aber von diesen ab, so bleibt immer noch Feldspath übrig, den man im Gegensatz auch zu den kleinsten Augiten in diesem Gestein mit Sicherheit als jüngere Bildung ansprechen muss.

Die grösseren Plagioklaskrystalle besitzen sehr complicirten Bau; sie bestehen aus abwechselnden Zonen und schwammig sich durchdringenden Partien von basischerer und saurerer Substanz — leider stehen einer ganz genauen Untersuchung ihres Aufbaues sehr erhebliche Schwierigkeiten im Wege. Die Kleinheit der Individuen und die feste Verwachsung auch der grössten mit der violetten Hauptmasse des Gesteins liess alle Versuche zur Erzielung geeigneter Spaltungsblättchen scheitern; dazu kommt, dass die Zwillingbildung nach dem Albitgesetz nur sehr unvollkommen entwickelt ist, so dass im Schliff Schnitte nach (010) durch das Fehlen der Zwillingstreifung nicht mit Sicherheit erkannt werden können, und schliesslich fehlen oft auch die Spaltungsrisse, resp. sind überhaupt nur in relativ seltenen Fällen unzweideutig vorhanden. Trotzdem beobachtete ich häufig, jedenfalls zu oft um es für einen Zufall halten zu können, für die basischeren Theile das optische Verhalten eines Labradorits, für die saureren die Eigenschaften eines basischen Oligoklases.

Im Schliff erscheint das Bild des Aufbaues der Plagioklasse natürlich nach der grösseren oder kleineren Entfernung vom Mittelpunkt des Krystalls sehr wechselnd; während Krystalle, die nahe dem Mittelpunkt geschnitten sind, einen drei- bis vierfachen Wechsel der basischen und der sauren Substanz erkennen lassen, zeigen vom Mittelpunkt entfernt liegende Schnitte nur einen Rahmen von abweichender Substanz. Andere Unterschiede liegen in dem Bau selbst begründet: während bei zahlreichen Individuen die einzelnen Zonen homogen sind, bestehen bei anderen die einzelnen Theile aus unregelmässig schwammartig verwachsener basischer und saurer Substanz; während in den meisten Fällen in einem und demselben Individuum das Material sämtlicher basischer Zonen einerseits, das der sauren Zonen andererseits gleich-

artig erscheint, ändert sich in anderen die Zusammensetzung der einzelnen Zonen stetig, und bei dieser Ausbildung treten dann scharf begrenzte Zonen niemals in grösserer Zahl auf. In seltenen Fällen verschwindet in den inneren Theilen eines Krystalls sogar die concentrische Anordnung der verschiedenen zusammengesetzten Partien, ohne dass die regellose, oder vielleicht richtiger schriftgranitische Verwachsung an ihre Stelle träte: es strahlen von einem Punkte im Innern, nach aussen anschwellend, verschiedene von einander unabhängige und selbständig nach aussen ihre Zusammensetzung ändernde Keile aus, die von einem gemeinsamen, auch nach innen krystallographisch begrenzten Rahmen abgeschnitten und zusammengefasst werden. Gemeinsam ist allen diesen Feldspathen, dass nahe der äussersten Begrenzung, sehr oft als äusserste Schale, eine basische Zone auftritt, die somit einem ziemlich späten Stadium der Gesteinsverfestigung angehören muss; ferner zeigen alle Feldspathe, dass die einzelnen Zonen zwar im Allgemeinen von den Krystallflächen des Individuums nach aussen und innen begrenzt werden, dass aber die Grenzflächen im einzelnen niemals eben, sondern unregelmässig gestaltet sind, oft ausgezackt oder ausgebogen erscheinen, so dass sie auf eine dem Absatz der Zone vorangehende Resorption der bisher auskrystallisirten Substanz hindeuten. Für eine Ausscheidung basischen Feldspaths in einer späten Periode der Verfestigung des Gesteins spricht auch der Umstand, dass kleinere Feldspathe, die man nach ihren Dimensionen als Gemengtheile zweiter Generation bezeichnen möchte, sehr häufig auch einen basischen Rand haben, so dass sie in ihrem Verhalten mit den zweifellosen Einsprenglingen übereinstimmen und zu demselben Zweifel Veranlassung geben wie die kleinen Augite.

In den Räumen, welche die genannten Minerale übrig lassen, zu denen sich noch Eisenerz in Körnchen gesellt, findet sich als jüngster Gemengtheil krystallographisch nicht begrenzter und schwächer lichtbrechender, also saurer Feldspath in nicht unbedeutender Menge.

Glas konnte ich in der Grundmasse nicht mit Sicherheit nachweisen; wenn überhaupt, kann es nur in geringer Menge vorhanden sein.



Von Zersetzungsproducten treten in dem im Allgemeinen frischen Gestein auf: aus Augit hervorgegangen schwarzes Eisenerz und Brauneisen, in seltenen Fällen wurde auch in kleinen Partien ein strahliges, gelbgrünes Mineral von ziemlich hoher Doppelbrechung, wahrscheinlich Celestit, beobachtet; aus Feldspath, besonders aus seinen basischeren Theilen, entwickelt sich recht selten und nur in kleinen Partien Kalkspath. Die Trübung, die der Feldspath bei schwächerer Vergrößerung oft zonenweise erkennen lässt, ist nur sehr selten auf Neubildungen oder Glaseinschlüsse zurückzuführen, sondern gewöhnlich eine Folge der engen Durchdringung von basischer und saurer Substanz.

Die grosse Rolle, die der Augit in beiden Gesteinen sowohl als einziger farbiger Gemengtheil wie auch in seinem Mengenverhältniss dem Feldspath gegenüber spielt, zeigt, dass hier zweifellos recht basische Andesite vorliegen; vergleicht man die Gesteine von Aktasch und Salyr untereinander, so ergibt sich, dass beide wohl die gleiche Menge Augit enthalten, dass aber das Gestein von Salyr grössere Augitindividuen enthält und die kleineren gern nesterförmig zusammengehäuft sind, während im Gestein von Aktasch die Unterschiede zwischen den grösseren und den kleineren Individuen geringer und die zahlreichen kleinen Augite mehr gleichmässig im Gestein vertheilt sind.

### C. Tuffe.

Als Beispiele für die in diesem Gebiete auftretenden Tuffe soll je ein Dacittuff und ein Andesittuff beschrieben werden.

#### a) Dacittuff.

##### 27. Dacittuff von Baghlum.

Der ziemlich leicht abbröckelnde und abfärbende Tuff von Baghlum erscheint dem unbewaffneten Auge als ein lichtgelbliches, etwas poröses Gestein, in dem man nur kleine, mehr oder weniger zersetzte Glimmerblättchen und einige kleine Bruchstücke eines dichten, bräunlichen bis grauen Gesteins erkennt.

U. d. M. erweist sich das Vorkommen als ein Dacittuff, aufgebaut aus Dacitlapilli, die in einem durch Entglasungsproducte graulich gefärbtem Glase bis 0,5 mm grosse

Plagioklase, theils krystallographisch begrenzt, theils gerundet und eingebuchtet, aber auch in Gestalt von abgesprengten Splittern enthalten. Die Plagioklase sind gewöhnlich sehr reich an grossen, farblosen bis graulichen Glaseinschlüssen und gewöhnlich zonar struirt; die herrschende Mischung scheint der Andesin- resp. basischen Oligoklasreihe anzugehören. Zu den Feldspathen gesellt sich verhältnissmässig selten Quarz in rundlichen Körnchen und abgesprengten Splittern, ferner brauner, oft zersetzter Biotit, der auch in grösseren Individuen isolirt im Tuff auftritt.

Neben diesen Lapilli eines einsprenglingsreichen Dacites spielen Bimssteinlapilli, die nur aus einem farblosen Glase bestehen, eine sehr erhebliche Rolle; die an Menge zurücktretenden, makroskopisch bräunlichen Gebilde endlich, deren Zahl sich u. d. M. nicht unbedeutend vermehrt, die aber doch an Menge hinter den beiden anderen Gemengtheilen weit zurückbleiben, erweisen sich als Bruchstückchen eines Thonschiefers.

#### b) Andesittuff.

##### 28. Andesittuff zwischen Chodjasch und Tutasch.

Das als Andesittuff zu bezeichnende, zwischen Chodjasch und Tutasch anstehende Gestein sieht äusserlich einem Grauwackesandstein ähnlich; in einer schmutzig bräunlichgrauen Grundmasse liegen zahlreiche weisse Körner, theils recht klein, theils bis 5 mm Durchmesser erreichend, dunkle und gelbliche, unregelmässig begrenzte Fragmente anderer Gesteine, Bruchstücke von grünlichen und violetten Schiefern und schliesslich kleine isolirte Kryställchen von schwarzen, gut spaltenden Mineralen, zum grössten Theil von monosymmetrischem Augit. Die grösseren weissen Körner erweisen sich z. Th. als Quarz, neben diesem kommt Kalkspath in grossen, dem unbewaffneten Auge erkennbaren Partien vor; die kleinen, an Zahl überwiegenden gehören zum grössten Theil dem Plagioklas an.

Das Studium des Schliffes zeigt, dass die Hauptmasse aus eruptivem Material besteht und sich das Gestein wesentlich aus Plagioklas und grünem monosymmetrischem Pyroxen, theils in Krystallform, theils in Fragmenten auf-

baut, die durch ein hauptsächlich kalkiges Cäment zusammengehalten werden. Der Feldspath ist gewöhnlich, der Augit bisweilen stark zersetzt und dann zum grössten Theil in Carbonat umgewandelt. Neben Augit findet sich unter ganz ähnlichen Verhältnissen grüne Hornblende und selten Biotit, der gewöhnlich auch sehr stark zersetzt ist. Erz ist in zahlreichen grossen Körnern vorhanden.

Lapilli von andesitischen Gesteinen, gewöhnlich mit grossen Plagioklaseinsprenglingen, zersetzten, bisweilen nicht mehr erkennbaren farbigen Gemengtheilen und sehr feinkörnigen, oft wohl secundär entglasten Grundmassen, treten in erheblicher Menge auf.

Das an Menge sehr stark zurückeretende sedimentäre Material besteht aus den bereits erwähnten, makroskopisch sichtbaren grossen Quarzkörnern, ferner aus kleinen Quarzkörnchen, die an dem Aufbau der bräunlichgrauen Grundmasse einen nicht ganz unerheblichen Antheil nehmen, und den erwähnten violetten und grünen Schieferbrocken, die sich u. d. M. als feinkörniger quarzreicher Schiefer mit glimmerigem, resp. thonigem Cäment erweisen.

## D. Basalte.

Unter den von Dr. LEONHARD gesammelten Proben befinden sich zwei Handstücke von Gesteinen, die nach ihrem typisch basaltischen Mineralzusammenhang und Structur von allen bisher beschriebenen Gebilden scharf unterschieden sind. Auch ihr geologisches Auftreten zeigt ihre Unabhängigkeit von den Andesitergüssen: das Vorkommen von Bughia durchbricht den Andesit, das Gestein von Kavadjyk, 6 km südlich von Kastamuni, tritt ausserhalb des Andesitgebiets auf. Obwohl somit diese Gebilde von den andesitischen Ergüssen scharf zu trennen sind, werden sie hier als Anhang beschrieben, da sich andere junge Ergussgesteine unter den mir vorliegenden Aufsammlungen nicht befinden.

### 29. Basalt südwestlich von Bughia, einen Durchbruch durch den Andesit bildend.

Das dunkel schwarzgraue Gestein zeigt dem unbewaffneten Auge zahlreiche grosse Spaltungsflächen von schwarzem

Pyroxen; deutlicher noch erkennt man die sehr erhebliche Rolle, welche die grossen Pyroxene für den Aufbau des Gesteins spielen, auf angewitterten Flächen, die überaus zahlreiche Augite in plumpen, nur selten schlankeren Säulen aus braungelbem Grunde herausragend hervortreten lassen. Die Grösse der Augite schwankt in sehr weiten Grenzen; neben Krystallen von 5 mm Länge kommen andere vor, die in keiner Dimension 0,5 mm erreichen und doch structurell dieselbe Rolle wie die grossen Gebilde spielen. Ausser diesen herrschenden Augitkrystallen beobachtet man noch vereinzelt rothe Flecken bis etwas über 1 mm Durchmesser, sowie offenbar als secundären Gemengtheil und als Ausfüllung von primären Hohlräumen bräunliche eisenhaltige Carbonate, deren Spaltungsflächen Durchmesser von mehreren Millimetern erreichen.

U. d. M. zeigt sich, dass das Gestein als Basalt bezeichnet werden muss, da Feldspathe fast ausschliesslich auf die Grundmasse beschränkt erscheinen, ohne in ihr zu herrschen, und Olivin am Aufbau des Gesteins einen erheblichen Antheil nimmt.

Unter den Einsprenglingen tritt Olivin in grossen idiomorphen Individuen auf, deren Dimensionen um 1 mm schwanken; er erscheint farblos mit ganz lichtgelblichen oder lichtgrünlichen Tönen durchsichtig, Spaltbarkeit ist nicht gut entwickelt. Auf Querrissen beginnt die Serpentinisirung, die aber bei den grossen Individuen nicht über das Anfangsstadium hinausgelangt ist: spärliche, ganz schmale Stränge von dunkelgrüner, parallel angeordneter und daher deutlich doppelbrechender Substanz, einzeln oder zu zwei oder drei annähernd gleich verlaufend, durchsetzen den Krystall, von Streifen heller gefärbten, wirr durcheinander liegenden Serpentin begleitet; nur selten pflanzt sich von diesen Hauptsprüngen aus die Serpentinisirung auf Quersprüngen in die Olivinsubstanz hinein auf kurze Strecken fort. Sehr eigenthümlich sind ganz seltene hellgrün und dunkelgrün gestreifte blätterige Gebilde im Olivin, die auch als Umwandlungsproducte aufzufassen sind, und zunächst an Chlorit erinnern, von ihm sich aber durchgreifend durch sehr starke Doppelbrechung unterscheiden und vielleicht als gefärbter Talk angesprochen werden können.

Der Augit, dem die meisten Gemengtheile der ersten Generation angehören, zeigt die typischen Eigenschaften der Basaltangite. Bei jedem Individuum kann man deutlich Kern und Schale unterscheiden; der Kern besteht aus ganz hellgrünlicher, die Schale aus bräunlich lederfarbener Substanz, deren chemisch verschiedene Zusammensetzung auch durch ihr optisches Verhalten deutlich erkennbar ist. Das Verhältniss von Kern und Schale ist sehr abwechselungsreich: in der Mehrzahl der Fälle nimmt die Braunfärbung der Substanz langsam nach aussen zu, so dass eine scharfe Grenze nicht vorhanden ist, in anderen Fällen ist eine derartige Grenze vorhanden, wobei wieder der Kern krystallographische Umgrenzung zeigen oder ganz unregelmässig gestaltet sein kann; auch Sanduhrstructur findet sich, wenn auch verhältnissmässig selten. Zwillingsbildung ist nicht häufig, gelangte jedoch zur Beobachtung. Trotz deutlicher Idiomorphie der Augite im Allgemeinen beobachtet man auch gelegentlich einen unregelmässigen Verlauf der äussersten Zone gegen die Grundmasse; dies deutet ebenso wie Einschlüsse der Grundmassegemengtheile, die sich nach ihrem ganzen Verhalten nicht als nachträglich auskrystallisirte Einschlüsse schmelzflüssigen Magmas erklären lassen — so finden sich isolirt im Mantel des Augits nicht selten lange schmale Feldspathleistchen —, auf verhältnissmässig sehr junges Alter der äusseren Theile der grossen Pyroxene.

Feldspathe konnte ich als Einsprenglinge nicht beobachten; nur an einer Stelle tritt eine eigenthümliche Combination von Plagioklas und Augit auf, in der auch die Feldspathe einen einsprenglingsartigen Eindruck machen. Durchschnitte durch zwei grosse Plagioklase, von denen der grössere im Schliff eine Länge von appr. 1,5 mm und eine Breite von 1 mm besitzt, sind zusammen mit einigen erheblich kleineren Plagioklasen von ringförmig angeordneten idiomorphen Augiten umgeben, deren Grösse innerhalb ziemlich weiter Grenzen schwankt — ich beobachtete Durchmesser in Schnitten senkrecht zur Spaltbarkeit von 1 mm Durchmesser bis zu 0,2 mm Durchmesser herab. Die Pyroxene dringen ganz verschieden weit in die Feldspathe hinein, einzelne erscheinen sogar in der Feldspathsubstanz schwimmend; an den

Stellen des Plagioklaskerns, die nicht von dem Augitkranz umschlossen sind, sondern die an die Grundmasse direct angrenzen, findet sich im Feldspath, wenig von der Grenze entfernt, eine an Glaseinschlüssen und Gemengtheilen der Grundmasse reiche Zone; der äusserste Theil des Plagioklases ist wieder frei von Einschlüssen.

Erz findet sich in zahlreichen kleinen Körnern.

Die Grundmasse baut sich auf aus nicht spärlichen, theilweise roth gefärbten oder in Serpentin umgewandelten Olivinkörnchen, sehr zahlreichen, etwas grösseren, im Allgemeinen um 0,05 mm Durchmesser schwankenden, aber auch 0,2 mm erreichenden Augitkörnchen, viel Plagioklas in polysynthetisch verzwilligten Leistchen, die häufig bis 0,4 mm lang sind, allmählich aber bis unter den fünften Theil dieser Länge herabsinken und die nach dem grossen Winkel der Auslöschungsrichtungen in symmetrisch zur Zwillingebeane liegenden Schnitten jedenfalls den basischen Mischungsgliedern zugerechnet werden müssen, und einem lichtgrauen bis farblosen Glas.

Die Grenze zwischen den Gemengtheilen erster und zweiter Generation ist nicht sehr scharf, wie das Auftreten der Plagioklasleistchen in den grossen Augiten und die Stellung der Augitindividuen mit dem Durchmesser von 0,2 und 0,5 mm zeigt, bei denen man stets zweifelhaft ist, ob man sie als Einsprenglinge oder Gemengtheile der Grundmasse bezeichnen soll. Auch ein anderer Umstand weist auf nähere Beziehungen zwischen den Gebilden der beiden Generationen: die nächste Umgebung der Augiteinsprenglinge ist auffallend reich an Plagioklasleisten — offenbar liegen ähnliche Beziehungen auch bei der Entstehung des oben beschriebenen Feldspathauges mit dem Augitkranz vor.

Betrachtet man die Grundmasse allein für sich, so kann man ihre Structur am besten als eine an die Grenze der Intersertalstructur gegen die hypokrystalline Ausbildung zu stellende Anordnung bezeichnen.

Die chemische Untersuchung zeigte, dass das vorliegende Gestein recht basisch ist; eine im chemischen Laboratorium der Universität Breslau unter Aufsicht des Herrn Privatdocenten Dr. Herz ausgeführte Bestimmung ergab 43,2%  $\text{SiO}_2$ .

**30. Basalt von Kavadjyk, 6 km südlich von Kastamuni.**

Das verhältnissmässig hell gefärbte graue Gestein, das trotz zahlreicher Mandelräume einen compacten Eindruck macht, zeigt dem unbewaffneten Auge lediglich zahlreiche roth gefärbte Olivine, die in ihrer grössten Ausdehnung nur ausnahmsweise 1 mm erreichen, gewöhnlich aber weit hinter diesem Werthe zurückbleiben.

Die Olivine sind, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, die einzigen Gemengtheile der ersten Generation; sie treten in gewöhnlich idiomorphen, manchmal aber krystallographisch unvollkommenen, immer aber durchaus selbständig begrenzten Individuen auf und sind fast sämmtlich durch Eisenaustritt roth gefärbt; nur wenige enthalten in der Mitte des Kornes noch Reste ungefärbter, aber offenbar auch schon angegriffener Substanz.

Die Grundmasse bildet den Haupttheil des Gesteins; sie ist überaus feinkörnig und setzt sich zusammen aus Olivin, Augit, Plagioklas, Erz.

Der Olivin, dessen Durchmesser um 0,05 mm schwankt, erscheint in selbständig begrenzten, immer rothgefärbten Körnchen; der Augit findet sich reichlich in Körnern und Säulchen bis zu 0,1 mm Länge, dem Feldspath gegenüber verhält er sich verschieden, da ein Theil der Körnchen vom Plagioklas in ihrer Umgrenzung beeinflusst wird, während ein anderer selbständig erscheint. Der Plagioklas tritt in kleinen, sehr dünnen Leistchen auf, die bis 0,15 mm Länge erreichen und sich um die Olivine der ersten Generation fluidal anordnen. Erze finden sich zahlreich in kleinen Körnchen.

---

## Petrographische Untersuchungen von Steinwerkzeugen und ihrer Rohmaterialien aus schweizerischen Pfahlbaustätten.

Von

A. Bodmer-Beder in Zürich.

Mit Taf. III—VI.

---

Auf den Pfahlbaustationen Vorstadt-Zug und St. Andreas bei Cham am Zugersee wurden neben fertigen auch unfertige Steinwerkzeuge und das dazu verwendete, z. Th. schon angeschnittene Rohmaterial gefunden. Diese für die Archäologie wichtige Entdeckung veranlasste Herrn Dr. HEIERLI mir das sämtliche Material<sup>1</sup>, dem er noch Werkzeuge aus den Pfahlbauten vom Bielersee, Neuenburgersee, Murtnersee, Bodensee und Zürichsee und Rohmaterial aus den Moränen und Gletscherablagerungen der westschweizerischen Seen beifügte, zur Untersuchung zu übergeben, wobei namentlich auch auf die Frage ihrer Herkunft einzutreten sei. Zum gleichen Zwecke übersandte mir Herr Dr. ED. v. FELLEBERG in Bern eine Anzahl Beile und Rohmaterial vom Bielersee und anderen bernischen Gletscherablagerungen.

Zum vergleichenden Studium erhielt ich ferner von Herrn HEIERLI: Rohnephrite von Neuseeland, Alaska, Turkestan und Jordansmühle (Schlesien), Rohjadeit von Mongkong (Tammaw), Ober-Birma und Saussurit aus dem

---

<sup>1</sup> Einige von diesem Material angefertigte Dünnschliffe wurden uns von Herrn Dr. O. SCHÖTTENSACK in Heidelberg zur Durchsicht freundlichst überlassen.



**Saasthal**; von Herrn Dr. **PIOLTI**, Turin: Rohjadeit von **Rivoli** (Piemont); von Herrn S. **FRANCHI**, Rom: 12 Proben von chloromelanitischen und eklogitischen Pyroxeniten und Jadeiten aus Piemont; von Herrn Prof. Dr. **GRUBENMANN** aus der Sammlung des eidgenössischen Polytechnikums einen Serpentin vom Gotthardtunnel.

Selbst gesammelt habe ich auf Gurschenalp und Gigenstaffel im Gotthardgebiet eine Suite Serpentine.

Summa rund 100 Stücke Werkzeuge und Rohmaterialproben.

Die chemischen Analysen und Gewichtsbestimmungen wurden im Laboratorium des mineralogisch-petrographischen Instituts am eidgenössischen Polytechnikum unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. **GRUBENMANN** durch Herrn Dr. H. **HIRSCHY** und Fräulein Dr. L. **HEZNER** ausgeführt. Es wurde hiebei möglichst reine Substanz herauspräparirt und, wo es anging, wurden die Sodaaufschlüsse durch Flusssäureaufschlüsse controlirt.

Mein lieber Freund **CARLO VIOLA** in Rom vermittelte die Sendungen der italienischen Geologen und erfreute mich durch seine Mitarbeit während einiger Ferientage im Sommer 1901.

Allen Genannten spreche ich anmit für ihre freundliche Beihilfe meinen aufrichtigsten Dank aus.

Fast ausnahmslos erscheint das Material der Pfahlbaustätten mehr oder weniger verwittert und zersetzt, die Oberfläche meistens oxydirt, die daraus erstellten Dünnschliffe sind daher oft unklar, was die petrographischen Bestimmungen und die Diagnose unsicher, ja hier und da geradezu unmöglich machte. Aus dem gleichen Grunde musste auf die Bestimmung des spec. Gewichts, weil in diesem Falle werthlos, öfters verzichtet werden.

Das vorliegende Material ist, gestützt auf die Untersuchung, einzutheilen in

- I. **Dichte Nephrite**,
  - II. **Dichte Jadeite**,
  - III. **Chloromelanite**, jadeitführende Pyroxenite, Eklogite, Pyroxengneisse,
  - IV. **Peridotite**, Serpentine,
  - V. **Saussuritgabbros**, Saussurite.
- Es gehören in die Classe

## I. Dichte Nephrite,

Gesteine, wesentlich nur feinfaserige, farblos-grünliche nephritische Amphibole führend, mit einer chemischen Zusammensetzung von ca. 55 % Kieselsäure, 12 % Kalk und 23 % Magnesia, dazu kommen noch kleine Mengen von Thonerde, Eisenoxyde und selten Alkalien, Mangan und Chrom. Spec. Gew. durchschnittlich 3,00.

Es wurden mikroskopisch untersucht:

No.	Spec. Gew.	Härte
16. Flachbeil von Zug, $36 \times 20 \times 10$ mm <sup>1</sup> . . . . .	2,982	3
17. 18. 19. Rohmaterial von Zug . . . . .	—	3
28. Flachbeil, Maurach, Bodensee, $56 \times 32 \times 11$ mm . . . . .	3,369?	5
29. Beilchen, Eschenz, Bodensee, $30 \times 20 \times 10$ „ . . . . .	—	7
30. Flachbeil, Lüscherz, Bielersee, $60 \times 20 \times 9$ „ . . . . .	—	6—7
31. Beil, Font, Neuenburgersee, $44 \times 32 \times 10$ „ . . . . .	2,996	6—7
41. Flachbeil, Mammern, Bodensee, $75 \times 42 \times 8$ „ . . . . .	2,996	3
52. Beilfragment, Zugersee, Cham . . . . .	3,080	7
54. „ „ „ . . . . .	—	4
55. Rohmaterial, „ „ . . . . .	—	4
56. „ „ „ . . . . .	—	4
57. „ erratisch bei Bern . . . . .	—	5—6
59. Beilfragment, Gerlafingen, Bielersee . . . . .	2,944	5
60. Beilchen, Gerlafingen, Bielersee, $34 \times 13 \times 4$ mm . . . . .	3,066	6

Chemisch analysirt No. 16, 31, 52.

Die Gesteinsart ist dicht, feinschieferig, feinfaserig, oft ähnlich derbem Asbest, hellgraugrünlich bis dunkelgrün, mit hellen wolkigen Einlagerungen, einzelne sind rostig angewittert. bei frischer Substanz kantendurchscheinend. Von dem vorliegenden Material weist keines die grosse Zähigkeit der Nephrite von Neuseeland und der anderen ausländischen Vorkommen auf. Für technische Zwecke konnten nur die Beile No. 29 von Eschenz und No. 31 von Font in Frage kommen, alles andere Material ist theils zu weich, theils zu feinschieferig.

Unter dem Mikroskop sehen wir im Allgemeinen eine farblose Grundmasse aus äusserst feinen wollig-filzig, meist gekrümmten Fäserchen, die mit kleinem Winkel auslöschen, mittlere Licht- und Doppelbrechung und optisch negativen Charakter zeigen. Diese Fäserchen aggregiren sich je nach der Art des Druckes, dem das Gestein im Gebirge unter-

<sup>1</sup> Dimensionen: Länge, grösste Breite und Dicke.

worfen war, bei No. 54 zu einer feinsten filzigen unauflösbaren Masse, bei No. 52 und 56 zu parallelen welligen Strängen (Taf. IV Fig. 8), bei No. 19, 41, 59, 60 zu einem wolligen Filz (Taf. IV Fig. 7), bei No. 16, 28, 29, 30 (Taf. III Fig. 1—4) zu radialstrahligen, wirr durcheinander liegenden Büscheln. Dieses ist wohl die häufigst auftretende Structur und dann z. B. von der des vorliegenden Neuseeländer Nephrits (Taf. III Fig. 1) nicht zu unterscheiden; ganz ähnlich erscheinen die Structuren der mir vorliegenden Nephrite von Jordansmühle, Turkestan und Alaska. Bei No. 31 aggregiren sich die Büschel partienweise bis zu Sphäroiden (Taf. IV Fig. 5). Diese Fäserchen dürften einer strahlsteinartigen Hornblende angehören, die wenigen optischen Bestimmungen genügen allerdings nicht für einen Beweis, wohl aber die unten folgenden chemischen Analysen.

In dieser Grundmasse liegen eingesprengt bei allen Proben, mit Ausnahme von No. 31, mehr oder weniger zahlreich in unter sich paralleler oder divergenter Richtung, unabhängig von der Grundmassestructur, einzelne grössere und kleinere, dünne, spitz verlaufende oder ausgezackte, schüsselförmige, durch wenig höhere Licht- und Doppelbrechung hervortretende Leistchen oder Nadeln von farblosem bis schwach hellgrünem Tremolit mit  $10\text{--}17\frac{1}{2}^\circ$  Auslöschung, optisch positiv, Spaltbarkeit wie bei Hornblende, Zwillinge nach (100). Diese Tremolitnadeln sind selten gekrümmt, sie durchqueren die Grundmasse ohne alle Beziehung zu ihrer Structur, so dass man den Eindruck gewinnt, als ob hier eine secundäre, erst nach der Pressung entstandene Bildung vorläge. Als Accessorien sind noch wenige Magnetite und Pyrite anzuführen.

Von dieser Zusammensetzung etwas abweichend, zeigt das Material von

Beil No. 28, Maurach, bei wenigen Partien der nephritischen Grundmasse die Auslöschungsschiefe des Diopsids von  $45^\circ$ , feine farblos-hellgrüne Körner mit starker Licht- und mittlerer Doppelbrechung, scheinbar demselben Mineral angehörend, Eisenglimmer und Titaneisen mit Leukoxen. Damit würde sich das hohe, dem Nephrit nicht zukommende spec. Gew. von 3,369 vielleicht erklären lassen.

Beil No. 31 von Font (Taf. IV Fig. 5 u. 6), in der bereits oben besprochenen büschelig bis sphärolithischen Grundmasse sind eingesprengt, z. Th. schon mit blossem Auge bemerkbar, einzelne rostbraune Körner und Aggregate davon, die sich u. d. M. als skeletartige, aus Eisenerzen und Hornblendefasern zusammengesetzte, oft büschelartige oder sphäroidische Bildungen darstellen. Composition und die kugeligen, rechteckigen oder rhomischen Formen weisen auf das Product umgewandelter eisenreicher Olivine (Taf. IV Fig. 6). In der Nachbarschaft dieser Gebilde sieht man ferner Schaaren schwachgrünlicher bis farbloser kurzer Säulchen beidseitig stumpf zugespitzt oder ausgezaset, ca. 0,06 mm lang, scharfe Längsrissen; Querschnitte mit annähernd quadratischer Spaltbarkeit, die Auslöschung genau halbierend;  $c:c$  ca.  $43^\circ$  Schiefe, ziemlich hohe Licht- und Doppelbrechung, alles deutet auf Pyroxene der Diopsidreihe. Einzelne farblose Granate von etwa 0,30 mm Grösse, wenige Erze und unbestimmbare hellgrüne Säulchen mit hoher Lichtbrechung vervollständigen das Bild. — Die an Pikrolithserpentin erinnernden Partien veranlassten eine intensive Behandlung des Präparats mit heisser Salzsäure, das Ausbleiben jeder Reaction liess jedoch auf Abwesenheit von Serpentin schliessen. Die chemische Analyse dieses Gesteins folgt unten in Colonne III.

Beil No. 41 aus Mammern (Taf. IV Fig. 7). Die nephritische Grundmasse ist durchsetzt mit einzelnen farblosen feinsten starren bis 0,08 mm langen Metaxitnadeln. Indigoblaue Interferenzfarben lassen auf Chloritisirung einzelner Grundmassepartien schliessen. Accessorisch Ilmenit, Leukoxen und wenige Rutilssäulchen.

Nephritfels von Neuseeland, Südinsel (Taf. III Fig. 1). In diesem schon wiederholt beschriebenen Gestein fand ich unter den Interpositionen Individuen eines von diesen Autoren noch nicht aufgeführten stark pleochroitisch dunkelbraun bis schwarzen mono- oder triklinen Minerals. Es sind kurzsäulenförmige Längsschnitte mit flach abgestumpften Ecken, sechsseitige Querschnitte und unregelmässige Formen, Länge der Säulchen 0,005—0,020 mm, Längsspaltrisse mit Auslöschung von etwa  $45^\circ$ , breite scharfe Ränder, hohe Lichtbrechung. Diese Eigenschaften decken sich mit dem von

**FÖRSTNER**<sup>1</sup> aus dem Liparit der Insel Pantelleria bekannt gewordenen Cossyrit. Die erwähnten Durchschnitte würden auch die Flächen (110), (100), (010), (130) andeuten.

Die folgende Tabelle bringt unter Colonne I, II, III die Analysen der Beile No. 16, 52, 31. Zur Vergleichung mit ähnlichen Substanzen sind folgende Untersuchungen beigefügt über:

IV. Blassgrüner nadelförmiger Tremolit in derben Massen, Gotthard.

GOHL bei KENNGOTT, Übers. min. Forsch. 1862. p. 172.

HINTZE, C., Handb. d. Min. 1897. 2. 1216. Anal. LXXVII.

V. Nephritische Substanz aus dem Gotthardtunnel, Handstück No. 96 bei 4870,8 m, südlich des Nordportals.

COSSA, A., Sopr. alc. roccie serp. d. Gotthardo. Atti R. Acc. Torino. (16.) 11. 80.

HINTZE, C., a. a. O. p. 1098. Anal. CXXI.

VI. Lauch- bis grasgrüne stengelige bis faserige Tremolit-aggregate, Riffelberg.

SCHWALBE bei KENNGOTT, Übers. min. Forsch. 1861. p. 68.

HINTZE, C., a. a. O. p. 1216. Anal. LXXXIX.

VII. Nephritwerkzeug von der Station Robenhausen.

CLARKE and MERRILL, On Nephrit and Jadeit. Proc. U. St. Nat. Mus. 11. 118.

HINTZE, C., a. a. O. p. 1245. Anal. XXI.

VIII. Rohnephrit, Grundmasse, Neuseeland Südinsel, Greenstone Creek, Block, von dem wahrscheinlich auch unsere Probe stammt.

BERWERTH, F., Über Nephrit aus Neuseeland. Sitz. Wien. Ak. 1879/80. p. 109.

HINTZE, C., a. a. O. p. 1248. Anal. LXXII.

Die Vergleichung des Materials unserer Nephrite mit den ausländischen selbst untersuchten und den literarischen Angaben ergibt structurelle und chemische Übereinstimmung aller dieser Substanzen mit den Beilen No. 16 Zug, No. 29 Eschenz und No. 30 von Lüscherz, — grosse Ähnlichkeit in chemischer Beziehung des Beils No. 16 von Zug mit der von A. Cossa analysirten Substanz aus dem Serpentin vom Gotthard — Ähnlichkeit des Beils No. 52 von Cham mit dem Tremolit vom Gotthard (Anal. IV) und des Beils No. 31 von Font mit dem Tremolit von Riffelberg im Wallis (Anal. VI).

<sup>1</sup> FÖRSTNER, H., Über Cossyrit. Zeitschr. f. Kryst. 1881. 5. 348.

## Nephrit-Analysen.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
	Beil No. 16 Zug	Beil No. 52 Cham	Beil No. 31 Font	Roh- mat. Tremo- lit Gott- hard	Roh- mat. Mono- klin.M. Gott- hard	Rohmat. Tremolit Riffel- berg	Werk- zeug Station Roben- hausen	Roh- mat. Neu- seeld. Süd- insel
Si O <sub>2</sub> . . . .	53,21	57,37	58,37	57,27	51,73	57,25	56,87	57,35
Ti O <sub>2</sub> . . . .	Sp.	—	—	—	—	—	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . .	2,49	0,85	0,50	1,10	—	0,22	1,50	0,22
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . .	4,98	0,16	1,40	—	—	—	—	—
Fe O . . . .	1,02	5,65	1,38	1,68	8,78 <sup>1</sup>	6,67	6,33	5,94
Mn O . . . .	—	—	—	—	—	0,63	—	—
Ca O . . . .	11,09	11,72	13,32	13,83	11,75	12,40	13,45	13,47
Mg O . . . .	23,51	22,37	23,28	25,66	24,60	21,81	21,06	20,70
K <sub>2</sub> O . . . .	Sp.	—	—	—	—	—	—	—
Na <sub>2</sub> O . . . .	0,76	—	—	—	—	—	—	—
H <sub>2</sub> O unt. 110°	0,71	0,25	0,20	—	—	—	—	—
H <sub>2</sub> O über 110°	2,81	1,98	2,02	—	2,35	—	0,63	3,13 bei 120°
Fl . . . .	—	—	—	—	—	0,83	—	—
Summa . . .	100,58	100,35	100,47	99,54	99,21	99,81	99,84	100,81
Spec. Gew. .	2,982	3,080	2,996	—	—	—	3,015	3,084
Analyse von	L. HEZ- NER	L. HEZ- NER	L. HEZ- NER	GOHL	COSSA	SCHWAL- BE	HALLOK	BER- WERTH

In den geologischen Berichten<sup>2</sup> der Gotthardbahn-Unternehmung macht sodann Ingenieur Geolog F. M. STAFF aufmerksam auf eine aus verfilztem Strahlstein bestehende, etwa 0,9 m mächtige, ausserordentlich zähe und harte Schicht, die bei 6179 m südlich des Nordportals vom Tunnel durchfahren wurde; sie dürfte unter der Moräne des St. Annagletschers ausstreichen, von woher Gerölle aus gleichartigem Gestein durch den Felsenbach in die Reuss gelangen konnten. Leider waren Proben dieser Felsart aus dem Tunnel nicht mehr erhältlich. Weil das Material stark zerrissen war, musste die Schicht trotz Härte und Zähigkeit verkleidet werden. Auch A. Cossa, der für die Unternehmung die Serpentine untersuchte, war die Ähnlichkeit seiner Analyse mit einer solchen von Neuseeländer Nephrit aufgefallen.

<sup>1</sup> inbegriffen etwas Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub>.

<sup>2</sup> STAFF, F. M., Geol. Profil d. Gotthard-Tunnelaxe. Bern 1880, p. 35.

Aus allen diesen Untersuchungen und Berichten dürfte zur Evidenz hervorgehen, dass die Nephrite der Stationen am Zugersee im Gotthardgebiet anstehend sind, von wo sie durch Gletscher und Flusstransport in die Gegend von Zug gelangten. Fast ebenso sicher darf aus diesen Mittheilungen auch auf die Herkunft der Nephrite vom Bieler- und Neuenburgersee aus den Walliser Alpen geschlossen werden.

## II. Dichte Jadeite<sup>1</sup>.

Gesteine, wesentlich aus dem Mineral Jadeit bestehend, einem Natronpyroxen, der theoretisch berechnet 59,39% Kieselsäure, 25,56% Thonerde und 15,35% Natron enthalten sollte, jedoch immer noch kleine Mengen anderer Minerale mitführt. Spec. Gew. ca. 3,33.

Es wurden mikroskopisch untersucht:

No.			Spec. Gew.	Härte
32.	Beil von der Bauschanze in Zürich,	47 × 34 × 12 mm	3,361	6—7
33.	Beilfragment, Pfahlbau Mörigen	50 × 40 × 21 "	—	6—7
44.	Beil, " "	55 × 30 × 15 "	3,418	7
63.	Keil, " Gerlafingen	48 × 17 × 10 "	3,236	6—7
65.	Keil, " "	21 × 14 × 8 "	3,299	7
87.	Beil, " Bielersee	50 × 39 × 15 "	—	7

Chemisch analysirt No. 32 und 44.

Massige, feinkörnige bis dichte Gesteinsart, splittiger Bruch, kantendurchscheinend bei No. 32, 33, 44, 65, hellgrün wolzig bei No. 32, 33, 44, 65, dunkellauchgrün bei No. 63, hellgrün mit helleren Körnchen bei No. 87. Das Material ist durchweg noch frisch, hart und zähe, nur No. 44 zeigt randlich eine dünne Oxydationsschicht und No. 63 ist deutlich schiefrig. Auf dem Anschliff und besonders im Dünnschliff sind die charakteristischen faserigen, seidenglänzenden Jadeitkryställchen selbst in kleinsten Dimensionen dem unbewaffneten Auge noch bemerkbar.

Das Mikroskop enthüllt ein allotriomorphes Gemenge klar durchsichtiger, farbloser, in dickeren Plättchen schwach hellgrünlicher, pleochroitischer, regellos begrenzter, alle Erscheinungen hochgradiger Kataklase zeigender, 0,01 bis 0,30 mm

<sup>1</sup> Diese Benennung dürfte dem neuerdings gebrauchten „Jadeit“ vorzuziehen sein.

grosser, breitleistiger oder tafeliger Jadeitkryställchen vide Fig. 9—12 auf Taf. V. Oft sieht man, besonders schön in Fig. 11, radial zu büschelartigen Aggregaten auseinandergehende, faserige, an den Enden ausgezserte, meist gebrochene oder gekrümmte Leisten, die durchweg richtungslos auslöschen. Solche Verhältnisse erschweren genaue optische Bestimmungen. Der Winkel der Auslöschungsschiefe  $c:c$  auf Schnitten nach (010), welche den Austritt einer Axe von optisch positivem Charakter zeigten, ergab  $32^\circ$ . Die Stärke der Lichtbrechung reicht nahe an die des Olivins heran; die mittelstarke Doppelbrechung steigt in eisenreicheren Varietäten, so bei No. 44, bis zu den indigoblaugrünlchen Interferenzfarben dritter Ordnung. Meist im Centrum dieser Jadeite bei grösseren Individuen, z. B. No. 33 und 44 (Taf. V Fig. 11), machen sich dichte Aggregate zahlreicher mikrolithischer Einschlüsse geltend, gewöhnlich parallel den prismatischen Längsrissen, es sind scheinbar dünn ausgezogene Nadelchen, opak oder schwach röthlich durchsichtig, vielleicht Umwandlungsphänomene.

Von Accessorien ist nur der Rutil (Taf. V Fig. 10) unten ziemlich häufig in Dimensionen von 0,03/0,02 bis 0,18/0,10 mm in kurzen Säulen mit den Flächen (110), (111), (100), selten (221), (331), (311) vertreten. Durch zahlreiche opake, feinste Einschlüsse erscheinen die grösseren Exemplare graubräunlich, die kleineren sind wasserhell farblos bis meergrün. Als Interposition wurden in grösseren Rutilen rosenroth-farblose ( $E > 0$ ), stark licht- und doppelbrechende, parallel auslöschende Säulchen, wahrscheinlich Apatit, bemerkt. Ferner erscheint der Rutil noch in eigenthümlich aufgebauten, gelblich-braunen, oft opaken, an Sagenit erinnernden Aggregaten, in Körnchen und zwillingsartig verwachsenen Leistchen, selten sind Säulchen in der aus den krystallinischen Schieferen bekannten Form und Farbe. Neben den Rutilen zeigen sich etwa noch feinste rothe Eisenglanztäfelchen und opake Erz-mikrolithen.

Eine eigenthümliche porphyrische, offenbar durch hochgradige Katakklase entstandene Mikrostruktur weist das Material des Beils No. 87 vom Bielersee auf (Taf. V Fig. 16). Es liegen nämlich grössere, stark zerrissene und zerquetschte Jadeite in einer aus Körnchen derselben Substanz von



0,005 mm Diameter, Säulchen und Leistchen von ca. 0,015 mm Länge aus neugebildeter, farbloser Hornblende bestehenden Grundmasse. Dazu erscheinen noch grössere gelbbraune Rutil einzeln, als Zwillingengebilde und in Aggregaten mit corrodirt, zersetzten und eingebuchteten Rändern (Taf. VI Fig. 16).

Der auf Taf. V Fig. 12 abgebildete Jadeiteinschluss ist unten in Abschnitt V „Sausurite“ beschrieben.

Zur Vergleichung mit unseren beiden Analysen I und II auf der folgenden Tabelle habe ich noch beistehende chemische Untersuchungsergebnisse beigefügt:

III. Rohjadeit vom Mte. Viso in Piemont<sup>1</sup>, zur Zeit einzig bekanntes europäisches anstehendes Vorkommen, seine chemische Constitution steht der des Zürcher Beils (Anal. I) sehr nahe. Leider ist es nicht gelungen, von diesem Fundort Material zur mikroskopischen Untersuchung zu erhalten.

IV. Roh-Jadeit von Tammav in Ober-Birma<sup>2</sup>, der schönste, reinste, der theoretischen Formel am nächsten stehende Jadeit der Erde (Taf. V Fig. 9). Den Mittheilungen von M. BAUER über diese Felsart habe ich noch beizufügen, dass in meiner Probe die absolut farblosen Jadeitaggregate oft stromartig eingehüllt sind von einem zuckerkörnigen Gemenge desselben Minerals, begleitet von grünlichen Körnchen und Leistchen, welche die Eigenschaften des Epidots zeigen. Es scheint mir daher, ein durch Zersetzung der vorhandenen Chromspinelle erzeugter Chromepidot möchte die smaragdgrünen Flecken im Gestein erzeugt haben.

V. Jadeitobject von Oaxaca, Mexico<sup>3</sup>, diese Analyse, die photographische Aufnahme des Dünnschliffs und die Beschreibung der Mikrostructur dieses Materials stehen dem Beil von der Zürcher Bauschanze recht nahe, man möge das Bild bei CLARKE und MERRILL mit meiner Aufnahme vergleichen.

<sup>1</sup> DAMOUR, Bull. soc. min. 1881. 4. 161. — HINTZE, a. a. O. p. 1175.

<sup>2</sup> BAUER M., Jadeit v. Tammaw (dies. Jahrb. 1896. I. 18).

<sup>3</sup> CLARKE and MERRILL, a. a. O. — HINTZE, a. a. O. p. 1175.

## Analysen von dichtem Jadeit.

	I. Beil No. 32 Zürich Bau- schanze	II. Beil No. 44 Mürigen Bielersee	III. Rohjadeit Monte Viso Piemont	IV. Rohjadeit Tammaw Ober- Birna	V. Jadeit- Object Oaxaca Mexico
SiO <sub>2</sub> . . . .	58,41	58,39	58,51	58,46	58,18
TiO <sub>2</sub> . . . .	0,17	0,13	—	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . .	21,35	22,77	21,98	25,75	23,53
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . .	1,31	2,42	1,10	—	—
FeO . . . .	0,31	0,27	—	—	1,67
MnO . . . .	—	Sp.	—	—	—
CaO . . . .	3,45	1,70	5,05	0,63	2,35
MgO . . . .	2,01	1,27	1,70	0,34	1,72
K <sub>2</sub> O . . . .	0,77	0,27	—	—	0,77
Na <sub>2</sub> O . . . .	12,03	12,39	11,84	13,93	11,81
H <sub>2</sub> O unter 110°	0,09	0,08	—	—	—
H <sub>2</sub> O über 110°	0,31	0,24	—	1,00	0,53
Summa . . .	100,21	99,93	100,18	100,11	100,56
Spec. Gew. . .	3,361	3,418	3,35	3,332	3,190
Analysirt von .	HIRSCHY	HIRSCHY	DAMOUR	BUSZ	HALLOK

Bis heute ist meines Wissens in den Schweizeralpen noch kein dichter Jadeit oder ein jadeitführendes Gestein anstehend bekannt geworden. Man weiss nun aber, dass die Jadeite von Ober-Birma von Serpentin-Albit-Hornblendegesteinen und Glaukophanschiefer begleitet sind. Diese Gesteinssippe ist auch in den Alpen, namentlich im Wallis-, Gornergrat-, Allalin- und Monte Rosa-Gebiet vertreten, von wo Geschiebe dieser Felsarten durch Gletschertransport an den Genfer-, Neuenburger- und Bieler-See gelangten. In der That sind nun jadeithaltige Felsarten<sup>1</sup> in den Gletscherablagerungen der westschweizerischen Seen gefunden und in den folgenden Abschnitten eingereiht worden. Es ist ferner kein Grund vorhanden, warum nicht auch noch das Material der dichten Jadeite, wie es die beschriebenen Objecte aufweisen, in den gleichen Formationen vorkommen sollte.

## III. Chloromelanite.

Unter diesem Sammelnamen werden verschiedene dichte bis feinkörnige, massige, dunkelgrüne, wesentlich Jadeit

<sup>1</sup> s. Abschnitt V. „Saussurite“.

**und Amphibole führende eigentliche Chloromelanite, Chloromelanitische Pyroxenite, Pyroxengneisse und jadeitführende Amphibolgneisse bezeichnet.**

### Eigentliche Chloromelanite.

Im Sinne DAMOUR's sind es dunkelspinatgrüne fast schwarze Jadeitgesteine. Sie bestehen wesentlich aus Jadeit und einer blaugrünen Natronhornblende mit einem Gehalt von durchschnittlich 55 % Kieselsäure, 14 % Thonerde, 10 % Eisenoxyde, 5 % Kalk, 3 % Magnesia, 11 % Natron und haben ein spec. Gew. von ca. 3,40.

Es wurden mikroskopisch untersucht:

No.		Spec. Gew.	Härte
35.	Beil von Mörigen $60 \times 33 \times 16$ mm . . .	3,418	6—7
43.	„ vom Bielerse $35 \times 29 \times 13$ „ . . .	—	7

Chemisch analysirt No. 35.

Das Material ist massig, feinkörnig bis dicht; versteckt schiefbrig bei No. 35, schwarzgrün mit eingelagerten hellgrüngelblichen Körnchen bei No. 35, dunkelgraugrün mit hellen Körnern und röthlichen Granaten bei No. 43.

U. d. M. sehen wir ein allotriomorphes Gemenge, das bei No. 35 infolge starker Pressung aus deformirtem, feinkörnigem, kurzstengligem, farblos-grünlich geflecktem, in der Form dem Diopsid nahestehenden Jadeit und zum kleineren Theil aus leistenförmiger bläulicher glaukophanartiger Hornblende zusammengesetzt ist (Taf. VI Fig. 13). Letztere zeigt eine Auslöschungsschiefe von etwa  $13^\circ$  und scheint dem Arfvedsonit anzugehören. Die hohen Interferenzfarben und die vorgeschrittene Umwandlung einzelner Individuen lassen auf starkverbreitete Chloritisirung und Epidotisirung schliessen. In diesem Gemenge liegen noch viele Granate, Almandin, zahlreiche braune Rutil, wenige Pyrite, Eisenglanztafelchen und Magnetite.

Beil No. 43 verhält sich in der Zusammensetzung ganz ähnlich. Infolge der geringeren Deformation erscheint hier der Pyroxen als entschieden dem Jadeit zustehend. Eigenthümlich ist seine hellgrünliche nicht pleochroitische Färbung, die sich mehr als eine von einem äusserst feinen grünen Pigmente herführende Trübung der von Natur aus farblosen Kryställchen

darstellt. Hier ist diese Färbung gleichmässig vertheilt, während sie bei No. 35 nur theilweise als grüne Flecken erscheint. Sollte hier eine beginnende Uralitisirung der Pyroxene vorliegen?

Durch diese und die folgenden Untersuchungen bin ich zu der Ansicht gelangt, dass der Chloromelanit eigentlich einen mit einer blaugrünen Hornblende durchsetzten Jadeit, nicht, wie gewöhnlich angenommen wird, dunkelgrünen Jadeit darstellt.

Unserer unten folgenden Anal. I des Beiles No. 35 sind beigelegt unter II. die Untersuchung eines Gerlafinger Chloromelanitbeiles von L. R. v. FELLEBERG<sup>1</sup> und unter III. die Analyse DAMOUR's<sup>2</sup> von bei Ouchy am Genfersee gefundenem Fluss- oder Gletschergeschiebe, das in seiner Zusammensetzung unserem Chloromelanit sehr nahe steht. Dieses Vorkommen würde den Beweis leisten, dass auch chloromelanitische Gesteine in den Zuflussgebieten der Rhone anstehend zu finden sein müssen.

### Eigentliche Chloromelanite.

#### Analysen.

	I. Beil No. 35 Mörigen Bielersee	II. Beil Gerlafingen Bielersee	III. Geschiebe Ouchy Léman
SiO <sub>2</sub> . . . . .	55,11	55,88	56,45
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,86	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	13,49	13,64	17,02
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	10,09	—	7,62
FeO . . . . .	1,52	10,59	—
MnO . . . . .	0,45	0,99	—
CaO . . . . .	5,05	4,28	4,76
MgO . . . . .	2,54	3,19	2,32
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,37	—	—
Na <sub>2</sub> O . . . . .	11,42	11,43	11,46
H <sub>2</sub> O unter 110°	0,11	—	—
H <sub>2</sub> O über 110°	0,24	—	—
Summa . . . . .	100,75	100,00	99,63
Spec. Gew. . . .	3,418	3,40	3,17
Analyse von . . .	HIRSCHY	v. FELLEBERG	DAMOUR

<sup>1</sup> FISCHER, „Nephrit und Jadeit“. Stuttgart 1875. p. 381.

<sup>2</sup> DAMOUR, Bull. soc. min. 1881. 4. 161. — HINTZE, a. a. O. p. 1175. Anal. XXIV.

Eine etwas andere Stellung nimmt ein das

**Chloromelanitbeilfragment No. 61 vom Bielersee (Taf. VI Fig. 14).**

Feinkörniges, massiges, ausgezeichnet polirfähiges Material, grünschwarze Körnchen dicht gedrängt in einer spärlichen, lichtgrünen Grundmasse, feinste, in parallelen Lagen hervortretende Fäserchen deuten eine versteckte Schieferung an. Härte = 7. Spec. Gew. 3,452.

Das Mikroskop zeigt ein schwer auflösbares Gemenge feinkörniger, farblos-schwachröthlicher und farblos-schwachgrünlicher, allotriomorpher, in der Form lebhaft an pegmatitische Erscheinungen erinnernd, sich gegenseitig durchwachsende Kryställchen, von denen die röthlichen Pyroxennatur aufweisen und die grünen einer Hornblende angehören. So trifft man nicht selten Längsschnitte einzelner Individuen, deren Spaltrisse normal verlaufen, einen farblos-röthlichen Kern mit etwa  $38^\circ$  augitischer und eine breite grünliche Schale mit ca.  $15^\circ$  Hornblende-Auslöschung zeigend. Bei anderen geht die Grenze beider Minerale ganz unregelmässig durch die sonst normal gebauten Kryställchen, oft (Taf. VI Fig. 14 im Centrum) sind nur einzelne lichtgrüne Körner oder Zäpfchen im lichtröthlichen Pyroxen zu beobachten. Auch die kleinen Differenzen der Licht- und Doppelbrechung gelangen zur Erscheinung, die Interferenz tritt bei Amphibol in blaugrauen, bei Pyroxen in braungrauen Farben auf. Offenbar haben wir es hier wieder mit einer vorgeschrittenen Uralitisirung der Pyroxene zu thun. Dieses Mineral ist nicht sicher zu bestimmen, neben wesentlich Jadeit scheint auch Diopsid vorhanden zu sein.

Als Accessorien sind anzuführen: eigentliche Augite, breitleistig bis etwa 0,11 mm Länge, einzeln und in feinkörnigen Aggregaten, pleochroitisch nach c schwachziegelroth, senkrecht dazu dunkelviolet, mit  $43^\circ$  Auslöschungsschiefe. Rutil in idiomorphen Säulchen bis 0,26 mm Länge, farblos-schwachröthlich, dabei ein herzförmiger Zwilling. Magnetit, auch in Aggregaten den Rutil begleitend und umschliessend. Ilmenit mit Leukoxenrand.

Diese Zusammensetzung lässt das Gestein als einen jadeitischen oder chloromelanitischen Pyroxenit erscheinen.

Unserer folgenden Anal. I sind zur Vergleichung beigefügt unter II. die Composition eines von DAMOUR<sup>1</sup> untersuchten französischen Beiles von unbekanntem Fundort, das aus einem dem unseren ähnlichen und gewiss selten auftretenden Gestein hergestellt wurde. Diese Felsart entspricht in ihrem Habitus und chemischen Gehalt gewissen Concretionen in Graniten oder Syeniten, ich füge deshalb unter III. die Analyse bei eines solchen Einschlusses aus dem Granitit der Burg Landsberg bei Barr im Unterelsass<sup>2</sup>, wenn auch dessen mineralogische Zusammensetzung mit unserer Substanz nicht ganz übereinstimmt. Dies dürfte doch vielleicht auf die Herkunft des seltenen Materials führen.

### Chloromelanitische Pyroxenite.

#### Analysen.

	I. Beilfragment No. 61 Bielersee (Taf. VI Fig. 14)	II. Jadeitbeil französisch. Unbekannter Fundort	III. Basische Concretion im Granitit Barr.
SiO <sub>2</sub> . . . . .	57,86	57,99	57,89
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,57	—	0,57
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	21,23	20,61	16,82
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	4,01	2,84	5,61
FeO . . . . .	1,05	—	2,83
MnO . . . . .	—	—	0,14
CaO . . . . .	2,04	4,89	3,01
MgO . . . . .	2,85	3,33	3,51
K <sub>2</sub> O . . . . .	2,06	1,50	2,96
Na <sub>2</sub> O . . . . .	8,35	9,42	5,87
H <sub>2</sub> O unter 110° . .	0,05	—	—
H <sub>2</sub> O über 110° . .	0,24	—	1,38
Summa . . . . .	100,31	100,58	100,59
Spec. Gew. . . . .	3,452	3,16	—
Analysirt von . . .	L. HEZNER	DAMOUR	—

### Quarzfreier Pyroxen-Amphibolit.

Aus einer scheinbar dem Chloromelanit ähnlichen Substanz besteht das erratische Rohmaterial No. 58 vom Bieler-

<sup>1</sup> DAMOUR, Bull. soc. min. 1881. 4. 162. — HINTZE, a. a. O. 1175. Anal. XXX.

<sup>2</sup> ROSEBUSCH, H., Elem. d. Gest. 1898. p. 87. Anal. 1a.

see, ein massiges dunkelgraugrünes Gestein, in dem mit der Lupe feinste helle Körnchen und glänzende Flitterchen in einer dunklen Grundmasse zu erkennen sind. Härte = 7. Spec. Gew. = 3,089.

Mikrostructur hypidiomorph körnig-dioritisch bis diabasisch. Grüner, regellos oder divergentstrahlig im Gestein vertheilter Amphibol in langen Leisten einzeln und in Schaaren umschliesst und durchquert farblose, aus körnigem jadeit- oder diopsidartigem Pyroxen, Feldspath und selten Quarz bestehende Aggregate.

Der Amphibol erscheint in meist langen, dünnen, selten breiten Leisten mit scharfer Längsbegrenzung und fast immer ausgezaseten Enden, er ist stark pleochroitisch, lichtgrün mit einem Stich ins Bläuliche nach c, hellgelb bis farblos nach a und b. Die Auslöschung c:c variirt zwischen 21° und 23°. Oft sind interessante Umwandlungserscheinungen in Chlorit und Epidot zu beobachten.

Der dem Jadeit nahestehende Pyroxen bildet allotriomorphe Körner oder kurze Leisten mit einer Auslöschung auf scharfen prismatischen Spaltrissen c:c zwischen 32 und 38½° variirend. Der Feldspath, ein Plagioklas in kleinen Körnern, ist nicht genau bestimmbar; poikilitische Verwachsungen, stark schiefe Auslöschung leistenförmiger Individuen deuten auf eine basische dem Labrador nahestehende Art.

Accessorien: Wenig Magnetit, Titanit und Epidot in scharfen idiomorphen Kryställchen, Zoisit in Säulchen, wenig farbloser Granat nach (110), wenig Quarz, der in frischem Zustande Lücken ausfüllend offenbar secundären Bildungen angehört.

Diese Zusammensetzung und die Structur lassen auf einen quarzfreien Pyroxen-Amphibolit schliessen und ein gangförmiges Vorkommen in gabbroiden Formationen vermuthen.

Zu der eben beschriebenen Gesteinsfamilie sind sodann die von G. PIOLTI<sup>1</sup> und S. FRANCHI<sup>2</sup> eingesandten Proben

<sup>1</sup> PIOLTI, G., Sulla presenza della jadeite. — V. di Susa, Acc. Reale d. Sc. Torino 1899. 5.

<sup>2</sup> FRANCHI, S., S. alc. Giacimenti di rocce giadeitiche, Alpi occid. e Appennino Ligure. Boll. d. R. Com. Geol. Ital. 1900. 2.

piemontesischer Herkunft, meist in Linsen zwischen Glimmerschiefer auftretend, einzureihen. Um sie mit dem Material unserer Pfahlbauten vergleichen zu können, wurden einer mikroskopischen Prüfung unterzogen:

Jadeitpyroxenit amphibolführend (PIOLTI) No. 62, Block aus der Moräne von Rivoli, Susa-Thal.

Pyroxenit chloromelanitisch No. 73 (FRANCHI), vergl. Taf. VI Fig. 15. Le Sinette, Vallée de Susa, anstehend zwischen grünen Serpentin, Amphiboliten und Kalken.

Pyroxenit jadeitisch No. 74 (FRANCHI). Block bei Casaletta, Susa-Thal.

Chloromelanit No. 77 (FRANCHI). Monte Rosso, Vallon Elva bei Biella.

Pyroxenit jadeitisch No. 78 (FRANCHI). Block aus der Val d'Oropa bei Biella.

Pyroxenit-Chloromelanit in Eklogit übergehend No. 83 (FRANCHI). St. Marcel, Vallée d'Aosta.

Es sind alles graue, hell- bis dunkelgrünliche, feinkörnige bis dichte, selten versteckt schiefrige Gesteine mit einer Härte von etwa 7 und einem spec. Gew. von 3,30—3,40.

Sie zeigen allotriomorph bis hypidiomorphkörnige Structur, bestehen wesentlich aus farblosem oder schwach hellgrünlichem, oft in Uralitisirung begriffenen Jadeit und einer theils blaugrünen glaukophanartigen, theils grünen strahlsteinähnlichen Hornblende, beide in abwechselnden Mengen (Taf. VI Fig. 15, Gestein von Le Sinette).

Accessorisch: Muscovit; Biotit gebleicht, allotriomorph Lücken ausfüllend in No. 77, in langen Leisten in No. 78; Rutil einzeln in gelbbraunen Säulchen und in Aggregaten; Granat-Almandin; Manganepidot in kleinen bis zu 5 mm langen Kryställchen hellviolett in No. 78; Epidot farblos; Zoisit wahrscheinlich pseudomorph nach Feldspath (No. 73); Aggregate zerrissener Feldspäthe und Quarz; gestreifter Feldspath allotriomorph (Labrador), Pyrit, Magnetit, Ilmenit und Eisenglanz.

Nach Structur und Zusammensetzung dürften diese Gesteinsarten als jadeitführende **Amphibolpyroxenite** oder **Pyroxengneisse** eine besondere Stellung einnehmen. Gegen-



über den dichten Jadeiten und eigentlichen Chloromelaniten zeichnen sie sich aus durch Beimischung kalkführender Minerale (Tremolit, Feldspath, Epidot), daher der durch die Analysen bei FRANCHI, PIOLTI und DAMOUR<sup>1</sup> (Rohstücke vom Aosta-Thal und St. Marcel) constatirte erheblich höhere Gehalt an Kalk und Magnesia und die viel geringere Menge von Natron.

Zur Bestätigung meiner Diagnose führe ich unten neben der Analyse des Sinette-Gesteins (FRANCHI) die chemische Untersuchung über einen Augitgneiss aus dem Weilerthal (Elsass) an.

Die mikroskopischen Prüfungen übereinstimmend mit den chemischen Analysen ergeben also, dass diese piemontesischen Gesteine nicht identisch sind mit den Jadeiten resp. Chloromelaniten unserer Pfahlbaustationen, wie bis jetzt von einer Reihe von Forschern angenommen wurde.

**Pyroxengneisse.**

	I. Chloromelanit- ischer Pyro- xenit <sup>2</sup> No. 73 Le Sinette	II. Augitgneiss <sup>3</sup> La Hingrie Elsass
SiO <sub>2</sub> . . . . .	56,85	56,44
TiO <sub>2</sub> . . . . .	—	0,62
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	8,42	14,37
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	9,82	1,02
FeO . . . . .	1,12	4,68
MnO . . . . .	Sp.	—
MgO . . . . .	4,57	3,70
CaO . . . . .	12,16	13,15
Na <sub>2</sub> O . . . . .	6,91	4,30
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,28	1,23
H <sub>2</sub> O . . . . .	0,59	0,47
Summa . . . . .	100,72	99,98
Spec. Gew. . . . .	3,33	—
Anal. . . . .	G. AICHINO	—

<sup>1</sup> DAMOUR, a. a. O. — HINTZE, a. a. O. p. 1175. Jadeitanal. No. XXII, XXV und XXVI.

<sup>2</sup> FRANCHI, a. a. O. p. 27.

<sup>3</sup> ROSENBUSCH, Elem. d. Gesteinslehre p. 486. Anal. V.

## IV. Peridotite, Serpentine.

Gesteine wesentlich aus Olivin, Pyroxenen und Hornblende oder Serpentin, dem Umwandlungsproduct dieser Minerale, bestehend und ca. 40% Kieselsäure und 40% Magnesia neben Eisenoxiden, wenig Thonerde und selten Alkalien führend. Spec. Gew. ca. 2,68, Härte 3—5.

Es wurden mikroskopisch untersucht total: 31 Proben von Beilen und Rohmaterialien, davon 4 chemisch analysirt und bei folgenden das spec. Gew. bestimmt:

No.		Spec. Gew.	
24.	Rohmaterial, Stein mit Sägeschnitt, Cham . .	2,694	Serpentine
*46.	Beil, 90 × 60 × 35 mm, Station Cham . . .	2,677	
51.	Beilfragment, Station Cham . . . . .	2,678	
67.	Doppelkeil, 22 × 10 × 5 mm, Station Bielersee	2,681	
*93.	Rohmaterial, Serpentin, Gurschenalp . . . .	2,623	
*94.	" " " " " . . . . .	2,534	
*98.	" " Peridotit, Gotthardtunnel . . .	3,073	
* Analysirt No. 46, 93, 94, 98.			

Die Durchmusterung des sämtlichen Materials der Serpentine und Nephrite aus den Pfahlbaustätten am Zugersee ergab eine gewisse Ähnlichkeit mit den entsprechenden Gesteinen der Gurschenalp im Gotthardgebiet, was mich veranlasste, auf dieser Localität Vergleichungsmaterial zu sammeln. Von der ursprünglichen Felsart, aus der diese Serpentine entstanden sind, hat sich auf der Gurschenalp anstehend nichts vorgefunden, wohl aber zeigte sich noch frisches Material, in dem alle primären Componenten sicher bestimmt werden konnten, im Gotthardtunnel, welcher die im Ursernigneiss eingeschaltete Serpentinlinse der Gurschenalp durchfährt. Die bisherigen Arbeiten über dieses Gestein von STAFF<sup>1</sup>, FISCHER<sup>2</sup>, SJÖGREN<sup>3</sup> und COSSA<sup>4</sup> haben sich als unvollständig erwiesen, daher erschien mir eine neue Untersuchung, über welche ich das Folgende zu berichten habe, nothwendig.

<sup>1</sup> STAFF, F. M., Geol. Profil d. Gotthard-Tunnelaxe. Bern 1880. p. 34 u. s. f. Quartalberichte Bern 1881. 7. 115 u. s. f.

<sup>2</sup> FISCHER, H., Freiburg, Briefl. Mitth. an STAFF.

<sup>3</sup> SJÖGREN, A., Briefl. Mitth. an STAFF.

<sup>4</sup> COSSA, Atti R. Acc. Torino. 16. 11. 80.

Das Gestein im Gotthardtunnel bei 5185 m<sup>1</sup> südlich des Nordportals gebrochen qualificirt sich durch seinen wesentlichen Mineralbestand als einen zu den Peridotiten gehörenden amphibolführenden Harzburgit.

Das Handstück ist schwarzgrünlich, dicht bis feinkörnig, versteckt schiefrig, zeigt Harnischbildungen, die Rutschflächen mit einer hellgrüngelblichen, einfachbrechenden Gleitmasse, die durch zahlreiche feine Risschen und dann als Serpentin erscheinend in das Gesteinsinnere eindringt, überzogen. Härte 5, Spec. Gew. 3,073.

Mineralbestand wesentlich ca. 60% Olivin und 40% Enstatit, beide in beginnender Serpentinisirung, inbegriffen wenig Hornblende. Structur hypidiomorphkörnig, die Hauptgemengtheile durchdringen sich gegenseitig; öfteres Erscheinen von Enstatit, umschlossen von Olivin lässt auf ältere oder mindestens gleichzeitige Bildung des E. schliessen.

Der farblose Olivin, meist in Körnerform, an seiner höheren Licht- und Doppelbrechung und Angreifbarkeit durch HCl leicht vom Enstatit zu unterscheiden, ist stark zerklüftet und zerrissen, Risse und Klüfte sind mit Magnetit erfüllt. Als Einschlüsse figuriren nur wenige farblose Titanite. Serpentinbildungen sind nicht zahlreich.

Die ebenfalls farblosen, nur in dickeren Präparaten parallel c bräunlichgrau, senkrecht dazu hellgelb erscheinenden Enstatite sind meist ohne bestimmbare krystallinische Begrenzung, zeigen in Schnitten senkrecht zur Verticalaxe mehr oder weniger rechtwinklige Spaltbarkeit, parallel dazu und zur verticalen Faserung Auslöschung und grösstes Brechungsvermögen. Ähnlich wie bei Olivin mit Magnetit erfüllte unregelmässige Risse und Klüfte. Magnetiteinschlüsse selten. Überall ist unter dem Einflusse gleichzeitiger Olivinmetamorphose die Umwandlung der Enstatite in eine blättrig-faserige bastitartige Substanz von Centrum und Rändern aus und unter Abnahme der Doppelbrechung zu beobachten; schmale Streifen zwischen den faserigen Lamellen füllen sich aus mit Serpentin, Magnetit, Calcit, Talk und einer

<sup>1</sup> Von Cossa wurden in oben erwähneter Arbeit die Peridotite No. 98 bei 5125,0 und No. 99 bei 5220 m behandelt, unser Gestein liegt also zwischen den beiden lant Bericht olivinreichen Felsarten.

röthlichen isotropen Masse. Im weiteren Verlauf der Metamorphose scheinen sich dann die zahlreichen, überall immer in Gesellschaft von Magnetitmassen auftretenden faserigen glimmerartigen, leisten- und lappenförmigen Blättchen einer neuen Substanz herausgebildet zu haben.

Das neue Mineral zeigt keine bestimmte krystallographische Form, je nach der Lage im Gestein sind die Blättchen oder Leisten in die Länge gezogen oder sie durchkreuzen sich geflechtartig, oft sind die Leisten gebogen, gewunden oder geknickt, farblos bis schwachgrünlich, seidenglänzend, zur Faserung parallel auslöschend, schwache, nur wenig stärkere Lichtbrechung als der Antigorit zeigend, schwache Doppelbrechung eisengrau interferirend; annähernd isotrope, immer noch fasrige Querschnitte ergeben im Konoskop optisch positiven Axenaustritt. Das Mineral ist gegen HCl unempfindlich: auf Platinblech geglüht, wird die Probe braunröthlich. Alle diese Wahrnehmungen weisen auf Bastit. Nicht selten trifft man darin noch Reste unzersetzter Enstatite und Olivine, die dann ausser Serpentin namentlich Talkkörner, die an den lebhaften Interferenzfarben leicht erkennbar sind, ausscheiden.

Als dritter Hauptgemengtheil jedoch nur in geringem Quantum wurde noch Hornblende bemerkt, meist in idiomorph begrenzten breitsäuligen Individuen, einzeln und in Aggregaten, farblos bis schwachgrünlichgrau, in einfachsten Formen, Prismenwinkel  $124-125^\circ$ , Zwillinge nach (100); Auslöschung  $c:c = 17-18^\circ$ ; Magnetit und Rutileinschlüsse. Auch hier tritt Serpentinisirung in gewohnter Weise ein. Obwohl die Substanz tremolitische Natur zeigt, so dürfte dieselbe doch primärer Art sein und dann die älteste Ausscheidung aus dem Magma darstellen.

Die wesentlichen Gemengtheile 60% Olivin und 40% Enstatit rangiren das vorliegende Gestein in die Familie der Peridotite und zur Classe der Harzburgite, ferner durch die Anwesenheit von, wenn auch wenig zahlreich, Hornblende zu den amphibolführenden Harzburgiten.

Nach den Berichten der Gotthardgeologen variiren die wesentlichen Componenten in den verschiedenen Lagen an Menge; auch wurden monokline Pyroxene constatirt.

Die folgende Tabelle giebt die Analyse unseres Gesteins unter Colonne I; II. bringt die vergleichenden Resultate eines ähnlichen Harzburgits von Douglas; III., IV. und V. geben den Versuch auf dem Rechnungswege die Richtigkeit unserer Analyse zu prüfen. Es wurden nämlich in Rechnung gebracht die gefundenen 60% eines von DAMOUR analysirten Olivins aus pyrenäischem Lherzololith und 40% eines von PISANI untersuchten umgewandelten Enstatits aus elbanischem Serpentin, welche beide Minerale den unserigen in ihrem Vorkommen entsprechen. Die Rechnung ergab in allen Ansätzen, ja selbst im spec. Gew. eine überraschende Übereinstimmung mit dem Befund des Gotthardgesteins.

## Harzburgit vom Gotthard.

## Analysen.

	I.	II <sup>1</sup> .	III <sup>2</sup> .	IV <sup>3</sup> .	V.
	Harzburgit Gotthard- Tunnel	Harzburgit Douglas Co. Oregon U. S. A.	Olivin aus Lherzololith hiervon 60%	Enstatit in Um- wandl. aus Serpentin hiervon 40%	Resultat aus III und IV
SiO <sub>2</sub> . . . . .	40,40	41,43	24,35	15,64	39,99
TiO <sub>2</sub> . . . . .	Sp.	—	—	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	2,63	0,04	—	1,44	1,44
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	4,31	2,52	—	—	—
FeO . . . . .	4,98	6,25	8,24	3,21	11,45
MnO . . . . .	—	—	0,96	—	0,96
CaO . . . . .	1,74	0,55	—	1,31	1,31
MgO . . . . .	40,37	43,74	25,88	13,44	39,32
H <sub>2</sub> O unter 110°	0,02	—	—	—	—
H <sub>2</sub> O über 110°	5,33	4,41	—	5,04	5,04
CrO <sub>2</sub> . . . . .	—	0,76	—	—	—
CO <sub>2</sub> . . . . .	—	0,10	—	—	—
Summa . . . . .	99,78	99,80	59,43	40,08	99,51
Spec. Gew. . . .	3,073	—	3,38	2,59	3,064
Analysirt von .	HEZNER	—	DAMOUR	PISANI	—

<sup>1</sup> ROSENBUSCH, Elemente der Gesteinslehre. 1898. p. 165. Anal. 10.

<sup>2</sup> DAMOUR, Soc. géol. 1862. 29. 413. — HINTZE, a. a. O. p. 20. Anal. XX.

<sup>3</sup> PISANI, Compt. rend. 1876. 83. 168. — HINTZE, a. a. O. p. 1002. Anal. CIX. Enstatit aus braunem Serpentin, la Venella bei Rio Elba.

## Die zu Tage tretenden

## Serpentine der Gurschenalp

stellen, wie schon oben bemerkt, das Umwandlungsproduct von Peridotiten nach dem soeben beschriebenen Harzburgit-typus dar. Alle zehn an verschiedenen Stellen der Localität geschlagenen Proben haben durchweg eine massige bis mehr oder weniger schiefrige, feinkörnig bis dichte Structur, aus einer grünlich schwarzen Grundmasse treten einzelne feine, metallisch glänzende Schüppchen, hellgrüne Körner und Leistchen hervor. An den Kluft-rändern ist das Gestein oft gebleicht, hellgrün geflammt oder in eine weisslich trübe Masse verwandelt; aus Tremolit und Kalkspath bestehende, 1—3 cm mächtige Mineralgänge waren wiederholt zu beobachten.

Die mikroskopische Untersuchung giebt im Allgemeinen ein recht einfaches Bild: Eine farblose Grundmasse, spärlicher isotroper Untergrund (Opal), feinste Körnchen, einzelne Blättchen, kurze Leistchen sich kreuzend oder verworren durcheinander liegend, feinste Fasern einzeln oder zu Büscheln und Schnüren vereinigt, das Ganze theils dem Antigorit-, theils dem Chrysotilserpentin angehörend. In dieser Grundmasse treten mehr oder weniger häufig hervor Aggregate von blättrig-faserigem, schimmerndem, zu einer bastitartigen Substanz umgewandelten Enstatit und Magnetit, genau wie soeben aus dem Tunnelgestein beschrieben wurde. Selten finden sich noch wenige Überreste von Olivin und Enstatit, Hornblendenadeln, Talk und Calcitkörner. In einzelnen Proben waren noch feinstfaserige, stärker aus dem Serpentin hervortretende Aggregate, deren Fasern mit etwa 40° auslöschend einem Pyroxen angehören dürften, zu constatiren.

Die von STAFF angeführten grünen Bänder auf den Kluft-rändern haben sich u. d. M. und chemisch meist als Serpentin erwiesen; nur eine Probe, die aber wegen vorgeschrittener Zersetzung nicht mehr sicher zu bestimmen war, zeigte nephritische Eigenschaften.

Die Analysen von 2 charakteristischen Serpentin<sup>en</sup> der Gurschenalp folgen unten in Colonnen II und III.

**Das Serpentinmaterial der Pfahlbaustationen am Zugersee**

ist in mineralogischer Beziehung durchaus identisch mit dem Serpentin der Gurschenalp, wenn auch einige der Rohstücke und verarbeiteten Gesteine äusserlich durch Verwitterung, Verwässerung und Oxydation Veränderungen erlitten haben, die den Serpentin fast nicht mehr erkennen lassen. Auf die einzelnen Gegenstände eintretend sind folgende Beobachtungen bemerkenswerth.

Beil No. 21 aus Cham,  $67 \times 36 \times 17$  mm mit dünner rostbrauner Verwitterungsrinde aus starkgepresstem Serpentin, es ist eines von einer ganzen Anzahl Werkzeuge, deren Breitseiten senkrecht zur Schieferungsebene geschnitten sind, eine Bearbeitung, welche mit einfachem Handwerkzeug unmöglich erscheint und schon maschinelle Einrichtungen voraussetzen lässt.

Beilfragment aus Cham No. 23,  $57 \times 35 \times 17$  mm, das Material dieses Werkzeugs stammt vom Rande der Gurschenalp-Serpentinlinse. Als Einschlüsse zeigten sich gelbbraune Spinelle, Titanite, Epidot, Calcit und Magnetit.

**Analysen der Gurschenalpserpentine.**

	I. Beil No. 46 Pfahlbau- station, Cham	II. Serpentinfels auf Gurschenalp anstehend No. 93	III. No. 94	IV. Harzburgit <sup>1</sup> aus dem Gotthard- tunnel
SiO <sub>2</sub> . . . .	39,09	40,42	41,47	40,40
TiO <sub>2</sub> . . . .	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . .	3,49	1,09	2,07	2,63
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . .	4,78	2,59	5,10	4,31
FeO . . . .	2,94	2,25	0,95	4,98
MnO . . . .	Sp.	—	—	—
CaO . . . .	1,43	2,31	0,25	1,74
MgO . . . .	35,94	37,24	38,89	40,37
K <sub>2</sub> O . . . .	Sp.	—	—	—
Na <sub>2</sub> O . . . .	Sp.	—	—	—
H <sub>2</sub> O unter 110°	0,27	0,51	0,14	0,02
H <sub>2</sub> O über 110°	11,37	13,73	11,61	5,33
Summa . . .	99,31	100,14	100,48	99,78
Spec.Gew. b.19°	2,677	2,623	2,534	3,073
Analysirt von .	HIRSCHY	HEZNER	HEZNER	HEZNER

<sup>1</sup> Zur Vergleichung hier wiederholt.

Beil No. 46 aus Cham,  $90 \times 60 \times 35$  mm, weisse Verwitterungsrinde, massiges, wenig gepresstes Gestein von gewöhnlicher Zusammensetzung. Seine Identität mit dem Gurschenalpserpentin geht auch aus dessen chemischer Analyse (in vorstehender Tabelle Colonne I in Vergleichung mit den beiden Serpentinanalysen in Colonne II und III) unzweifelhaft hervor.

Beilfragment No. 51 aus Cham, neben den gewöhnlichen Gemengtheilen noch Diopsid und Tremolit führend

#### Westschweizerische Serpentine.

Doppelkeil No. 67 vom Bielersee, Gerlafingen  $22 \times 10 \times 5$  mm. Das dunkelgrüne, hellgelb geflammte dichte, etwas schiefrige Material zeigt u. d. M. die blättrig-faserige Structur des Antigoritserpentin und wenige Magnetiteinschlüsse. Spec. Gew. 2,681, Härte = 4. Das Gestein dürfte aus den Ablagerungen des Rhonegletschers stammen.

Serpentin-Rohmaterial No. 88 von Enggiststein bei Biglen im Emmenthal, erratischer Block. Dunkelgrün-grünes Gestein mit schwarzgrünen Einlagerungen, wesentlich bestehend aus u. d. M. farblos erscheinender, hypidiomorph-körnig struierter Hornblende, deutlich in zwei Generationen theils allotrio-, theils idiomorpher Durchschnitte erkennbar. Prismenwinkel  $125^\circ$ , Auslöschungsschiefe  $15-20^\circ$ . Mit diesem Mineral verwachsen tritt noch wenig derber Enstatit und sein dem Bastit ähnliches Umwandlungsproduct auf, Magnetit und wenige farblose Titanite completiren das Bild.

Die Hornblende ist überall in Serpentinisirung begriffen, wobei alle Stadien dieses bekannten Processes prächtig in Erscheinung treten. Ob ursprünglich Olivin vorhanden war, ist nicht mehr zu eruiren. Der erzeugte Serpentin zeigt in structureller Beziehung ein Gemisch von Antigorit und Chrysotil.

Gestützt auf diese Untersuchung wäre das vorliegende Gestein als ein pyroxenführender Hornblendit in die Glieder der Gabbrofamilie gehörend zu bestimmen.

Nach ED. v. FELLEBERG, der mir dieses Material einsandte, dürfte die Heimath desselben in dem Centralamphibolit-zug, der die Berneralpen, das Triftgebiet, Aletsch- und Lötschthal durchzieht, zu suchen sein.



# V. Saussuritgabbros, Saussurite.

Gesteine, aus den secundären Mineralen umgewandelter Saussuritgabbros bestehend, etwa 47—50 % Kieselsäure, 25—30 % Thonerde, 10—13 % Kalk, 5—6 % Magnesia und 5 % Natron führend. Spec. Gew. 3,20 bis 3,50, Härte ca. 7.

## Mikroskopisch untersucht:

No.		Spec. Gew.
6.	Beilfragment, Gerlafingen, 30 × 30 × 15 mm . . . . .	3,269
9.	Geschliffene Platte, Sutz, Bielersee . . . . .	3,411
10.	Block von der Petersinsel, Bielersee . . . . .	—
11.	Euphotid, Einfassung eines Burgundionengrabes von Ellisried . . . . .	—
12.	Rohmaterial, Moräne, Pfahlbau Mörigen . . . . .	—
34.	Beil, Cortailod, Neuenburgersee, 70 × 55 × 20 mm . . . . .	—
38.	Beil, Schaffis, Bielersee, 25 × 22 × 4 mm . . . . .	3,400
71.	Keil, Gerlafingen, Bielersee, 32 × 23 × 10 mm . . . . .	3,508
86.	Beil, „ „ 68 × 32 × 17 „ . . . . .	—

## Nur gewogen wurden:

64.	Keil, Gerlafingen, Bielersee, 27 × 15 × 9 mm . . . . .	3,369
68.	Werkzeug, Dreikanter, Gerlafingen (Messerklingen) . . . . .	3,462
69.	„ „ „ „ . . . . .	3,444
70.	„ „ „ „ . . . . .	3,427

Sie zeigen alle den ausgeprägten Allalinittypus der dichten Varietäten, wie ihn R. W. SCHÄFER<sup>1</sup> und H. ROSENBUSCH<sup>2</sup> beschrieben haben.

Es sind massige, feinkörnige bis dichte, hellgraugrünliche bis bläuliche oder dunkelgrau gesprenkelte Substanzen mit wolkenigen oder scharf begrenzten, weisslich bis bräunlichen, bei No. 11 und 12 smaragdgrünen Einlagerungen, z. Th. kanten-durchscheinend, splittrigen Bruch und grosse Zähigkeit zeigend.

Alle Proben weisen im Dünnschliff (Taf. V Fig. 12) eine meist unklare kaolinisirte und saussuritisirte Grundmasse, in der Zoisit, Epidot, Muscovitglimmer, Sericit, farbloser Granat, Rutil (No. 11), wenig Erze und Quarz mit einem spärlichen amorphen Untergrund verkittet sind, auf.

In dieser Grundmasse liegen bei Gestein No. 9 grobkörnige, unregelmässig begrenzte Quarzhaufen und grosse Knauer, von welchen sich Klüfte und Risse in die Grundmasse hinaus abzweigen. Knauer, Klüfte und Risse sind in

<sup>1</sup> SCHÄFER, R. W., Über die metamorphen Gabbros des Allalingerbietes im Wallis. TSCHERM. Min.-petr. Mitth. 15. 108 u. s. f.

<sup>2</sup> ROSENBUSCH, H., Mikr. Phys. d. m. Gest. 2. 327 u. s. f.

der Regel im Centrum angefüllt mit Pyroxenen, nach aussen folgen oft gestreifte Feldspathe, dann Quarzkörner und am Rande reichlich farblose Granate, gegen die Grundmasse hin meist durch eine dünne Schicht Opal begrenzt. Als Einschlüsse im Pyroxen sind Rutil und Apatite anzuführen.

Aus dem Rohmaterial No. 10 der Petersinsel sind einzelne corrodirt idiomorphe Augiteinsprenglinge zu constatiren.

Die smaragdgrünen Einlagerungen in No. 11 und 12 bestehen aus einzelnen grossen oder aus Aggregaten eines grünlich-farblosen Diallags, z. Th. in krystallinischen, regelmässigen, isometrisch rundlichen oder ovalen Formen, selten Säulchen, oft mit corrodirt Rändern und brauner, in die umgebende Grundmasse eindringender Verwitterungsrinde; die grüne Färbung rührt her von vielen feinen Einschlüssen und Zersetzungsproducten, vielleicht ist es eine Art Uralitisirung; die Auslöschung, stark undulös, weist auf einen durchschnittlichen Winkel von  $44^{\circ}$ ; eine farblose mit  $14-17^{\circ}$  auslöschende Hornblende und röthlicher Granat begleiten den Diallag sehr oft.

Mit Gestein No. 12 aus der Möriger Moräne geht die Structur in die diabasisch-ophitische über, die Pyroxene werden seltener, die Grundmasse grobkörniger, neben Hornblende erscheinen Glimmer, Quarz und Feldspath.

Bei Untersuchung der oben beschriebenen Knauer, namentlich des Gesteins No. 9<sup>1</sup> aus den Ablagerungen von Sutz am Bielersee wurde mir die Vermuthung fast zur Gewissheit, dass in ähnlicher Weise als Einschlüsse unsere Jadeite etc. und zwar im Saussurit sich vorgefunden haben müssen, dass also alles den Stationen der Westschweiz enthobene Jadeitmaterial aus den Saussuriten stammt und da noch zu finden sein dürfte. Damit wäre auch das Vorkommen so vieler Jadeitgegenstände in der Nähe des abgelagerten Rohmaterials am Neuenburger- und Bielersee erklärt. Im Saussurit No. 9 haben sich nun wirklich Jadeiteinschlüsse vorgefunden, ein solcher ist auf Taf. V Fig. 12 abgebildet. Er besteht aus u. d. M. farblosen Pyro-

<sup>1</sup> Dasselbe Material weist auch der Saussuritblock No. 8 aus der Gorge de l'Areuse ob Colombier auf.

zenen, einem Querschnitt und drei Längsschnitten, die eine Auslöschungsschiefe  $c:c$  von durchschnittlich  $32^\circ$  und optisch positiven Charakter wie der Jadeit aufweisen, darin interponirt ähnliche Rutil, wie sie fast in allen Dünnschliffen unserer Jadeite vorkommen. Die mikrochemische Untersuchung mit Kieselflusssäure nach Božický ergab neben amorphem Kiesel-fluorcalcium einige hexagonale Säulchen nach  $(10\bar{1}0)$  und  $(10\bar{1}1)$  von  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ , auch die Anwesenheit von Natrium lässt also auf Jadeit schliessen, wenn schon das Auftreten dieser Pyroxene diopsidähnlich ist.

Die Materiale des angeblichen Jadeits No. 6 von Gerlafingen und des jadeitähnlichen Beils No. 34 aus der Station Cortaillod zeigen etwas andere Constitution. Beide Substanzen sind massig, dicht bis feinkörnig, versteckt schiefrig von grosser Zähigkeit, dunkelgraugrün mit helleren Körnchen, No. 6 kantendurchscheinend, sie haben eine Härte von ca. 6—7.

Das Mikroskop enthüllt mikroporphyrisch-kataklastische Structur; eine Grundmasse aus Lagen feinsten Quarzkörner, unbestimmbaren Feldspathpartikeln, farblosen Granaten, Erze, bei No. 34 überdies farblose Glimmer, Zoisit, Epidot, Hornblende, Rutil, Apatit, Anatas in scharf ausgeprägten Kryställchen. Einsprenglingsartig liegen in dieser Grundmasse bei No. 6 grosse helle Glimmer mit stark corrodirtten Rändern und einem Axenwinkel von ca.  $40^\circ$ , auf Natrium und Magnesium reagirend, zersetzte Feldspäthe mit noch erkennbaren Karlsbader Zwillingen und grössere Quarzfetzen. Interessant sind Pseudomorphosen von Quarz nach Glimmer und wahrscheinlich Glimmer nach Feldspath. Von Pyroxen ist keine Spur vorhanden.

Der stark vorgeschrittene Metamorphismus des zuletzt beschriebenen Materials von No. 6 und No. 34 macht eine zuverlässige Bestimmung über seine Herkunft zur Unmöglichkeit, doch deutet ihr Habitus auf granitische oder dioritische Formationen. Alles andere Material stimmt mit den Saussuriten des Saasthales überein, hat daher seine Heimath in den Gabbros des Monterosa-Gebiets und ist durch den Rhonegletscher in den westschweizerischen Stationen abgelagert worden.

Am Schlusse dieses Abschnitts ist noch auf die grosse Ähnlichkeit der hellgraugrünen einschlussarmen Varietäten der Saussurite mit den dichten Jadeiten, die vermuthlich schon oft zu Verwechslungen geführt hat, aufmerksam zu machen, viele der Jadeite aus den Sammlungen der westschweizerischen Stationen dürften daher zu den Saussuriten zu zählen sein. So sind z. B. die Jadeit-Geschiebe vom Neuenburgersee, die A. B. MEYER beschrieben, ARZRUNI mikroskopisch untersucht und FRENZEL chemisch analysirt hat, ganz ausgesprochener Saasthaler Saussurit, der mikroskopische Befund ARZRUNI's auf p. 124 in MEYER's Arbeit lässt hiefür keinen Zweifel zu. Die beiden Geschiebe wären demnach jadeitarmer Saussurite und nicht natronarme Jadeite, wie dort gesagt ist. Es dürfte Herrn ARZRUNI ein Dünnschliff, wie er auf unserer Taf. V Fig. 12 abgebildet ist, vorgelegen haben.

Zur Bestätigung und Vergleichung bringe ich die folgenden

#### Saussuritanalysen.

	I <sup>1</sup> . Geschiebe von St. Blaise, Neuenburgersee	II <sup>2</sup> . Saussuritbeil von St. Aubin, Neuenburgersee	III <sup>3</sup> . Saussurit- Rohmaterial, Saasthal
Si O <sub>2</sub> . . . . .	50,30	50,69	48,29
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	25,68	25,65	27,65
Fe O . . . . .	2,79	—	} 1,45
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	—	2,50	
Ca O . . . . .	11,00	10,61	12,95
Mg O . . . . .	4,45	5,76	5,36
Na <sub>2</sub> O . . . . .	6,30	4,64	3,57
H <sub>2</sub> O . . . . .	0,40	0,30	0,54
Summa . . . . .	100,92	100,15	99,81

<sup>1</sup> MEYER, A. B., Dresden, „Antiqua“. Zürich 1884. 9. 121. — HINTZE, a. a. O. p. 1175. Jadeit-Anal. XXII.

<sup>2</sup> DAMOUR, Compt. rend. 1866. 63. 1044. — HINTZE, a. a. O. p. 1553. Saussurit-Anal. X.

<sup>3</sup> CLARKE and MERRILL, a. a. O. — HINTZE, a. a. O. p. 1553. Saussurit-Anal. XV.

Am Schlusse der Arbeit angelangt resumire ich, dass die immer noch umstrittene Frage der Heimath des untersuchten Gesteinsmaterials je bei jeder Classe gelöst oder zu lösen versucht wurde.

Eine vollständige Lösung gelang nur bei den Serpentin von Zug und Cham, deren Rohmaterial auf der Gurschenalp im Gotthardgebiet anstehend und in seinen mineralogischen wie chemischen Eigenschaften mit den Pfahlbauserpentin durchaus identisch ist.

Betreffend der Nephrite der Stationen am Zugersee konnte fast ganz sicher dargethan werden, dass sie in den Amphibolformationen, welche die Serpentine der Gurschenalp am Gotthard begleiten, zu Hause sind. Die chemischen Analysen einer nephritähnlichen Substanz aus dem Gotthardtunnel, deren Schichten unter dem St. Annagletscher resp. dessen Moräne ausstreichen müssen und eines Nephritbeils vom Zugersee stimmen nämlich genau überein, leider aber konnte bis jetzt das Rohmaterial zur mikroskopischen Untersuchung noch nicht erhältlich gemacht werden. Durch Fluss- (Felsenbach und Reuss) und Gletschertransport gelangte das nephritführende Geschiebe mit den Serpentin in die Gegend des Zugersees. Ähnlich verhält es sich mit den Nephriten vom Bieler- und Neuenburgersee, deren Material aus den Serpentin-Amphibolformationen des Riffelberges im Wallis stammen dürfte, wie durch übereinstimmende Analysen nachgewiesen werden konnte.

Bei der Prüfung des Jadeit- und Chloromelanit-Materials wurde durch Zusammenstellung und Vergleichung ihrer chemischen Analysen mit ähnlichen als Einschlüsse oder Concretionen in massigen Felsarten (Granite, Syenite, Gabbros) auftretenden Substanzen der Nachweis geleistet, dass die Jadeite ein diesen Einschlüssen analoges Vorkommen haben müssen. In der That zeigten sich dann bei der mikroskopischen Untersuchung der Saussurite Einschlüsse aus dichtem Jadeit, so dass auch für dieses letztere Gestein die Frage seiner Herkunft gelöst erscheinen muss.

Die Identität der Saussurite aus den westschweizerischen Gletscherablagerungen mit denen aus den

Saasthaler Moränen ist durch chemische und mikroskopische Untersuchung festgestellt.

Die Untersuchung und Vergleichung der piemontesischen Gesteine mit unseren Jadeiten und Chloromelaniten hatte ein negatives Ergebniss, sie stimmen weder morphologisch noch im chemischen Gehalt überein.

Dagegen schien mir einige Wahrscheinlichkeit dafür zu bestehen, dass die von DAMOUR analysirten französischen Chloromelanite in den Walliser Alpen resp. den Rhonegletscherablagerungen gefunden worden sein könnten.

Mit den letzten Anordnungen zum Drucke vorliegender Publication beschäftigt, kommt die Kunde vom Tode unseres Freundes EDM. v. FELLEBERG von Bern. Der Verstorbene hat bekanntlich an den Arbeiten über die Pfahlbautenfunde von jeher grossen Antheil genommen und auch für diese Arbeit wie schon oben angeführt wurde, typisches Untersuchungsmaterial eingesandt. Es ist zu bedauern, dass ihm die erzielten Resultate nicht mehr vorgelegt werden konnten.

### Inhalts-Uebersicht.

	Seite
Classification des Untersuchungsmaterials . . . . .	167
I. Dichte Nephrite . . . . .	168
Neue Beobachtung am Nephritfels von Neuseeland . . . . .	170
Über das Vorkommen des Nephrits auf Gurschenalp und seine Beziehungen zum Nephritmaterial der Pfahlbau- stationen am Zugersee . . . . .	172
II. Dichte Jadeite . . . . .	173
Beobachtungen am Jadeit von Tammaw . . . . .	175
III. Chloromelanite . . . . .	176
Eigentliche Chloromelanite . . . . .	177
Chloromelanitischer Pyroxenit . . . . .	179
Beziehungen zu Concretionen in Graniten und Syeniten . . . . .	180
Quarzfreier Pyroxenamphibolit . . . . .	180
Piemontesische jadeitführende Amphibolpyroxenite und Pyroxengneisse . . . . .	182
IV. Peridotite, Serpentine . . . . .	184
Der Harzburgit aus dem Gotthardtunnel . . . . .	185
Die Serpentine der Gurschenalp . . . . .	188
Serpentine der Pfahlbauten am Zugersee . . . . .	189
Westschweizerische Serpentine . . . . .	190

	Seite
V. Saussuritgabbros, Saussurite . . . . .	191
Jadeiteinschlüsse im Saussurit . . . . .	192
Ähnlichkeit gewisser Saussurite mit Jadeiten . . . . .	194
Schlusswort. Frage der Herkunft des Gesteinsmaterials der	
Pfahlbaustationen . . . . .	195
Erklärung der Tafeln . . . . .	197

## Erklärung der Tafeln.

### Tafel III.

#### Dichte Nephrite.

- Fig. 1. Rohmaterial von Neuseeland, Südinsel. Nic. +, Vergr. 65.  
 „ 2. Flachbeil No. 16, aus der Station „Vorstadt Zug“. Nic. +, Vergr. 48.  
 „ 3. Rothcs Beilchen No. 29, Station Werd, Eschenz, Bodensee. Nic. +, Vergr. 48.  
 „ 4. Flachbeil No. 30, Station Lüscherz, Bielersee. Nic. +, Vergr. 29.

Die Bilder dieser vier Durchschnitte demonstrieren die gewöhnliche faserig-büschelartige Structur der Nephrite, von denen No. 2 vom St. Gotthard, No. 3 wahrscheinlich aus bündnerischen und No. 4 aus wallisischen Serpentinformationen herkommen dürften.

Lange tremolitische Hornblenden zweiter Art zeigen Fig. 1 rechts unten, Fig. 3 links oben und Fig. 4 links oben, das starre Nadelchen in Fig. 4 Mitte unten ist Metaxit.

### Tafel IV.

#### Dichte Nephrite.

- Fig. 5 und 6. Flachbeil No. 31, Station Font am Neuenburgersee. Vergr. 48.  
 „ 5 unter gekreuzten Nicols, sphärolithische Grundmassepartie.  
 „ 6 in ord. Licht, umgewandelte Olivineinsprenglinge und Diopsidmikrolithe. Erstere bestehen aus sphärolithisch struirtcn Amphibolnadeln und Erzen, sie dürften die Entstehung der sphärolithischen Structur dieses Nephrits darstellen. Das Gestein ist wahrscheinlich ein Nachkomme wallisischer Peridotite.  
 „ 7. Flachbeil No. 41, Station Mammern am Bodensee. Nic. +, Vergr. 48.  
 „ 8. Beilfragment No. 52, Station St. Andreas, Cham, Zugersee. Nic. +, Vergr. 48.

Bei Fig. 7 zeigt die Structur einen wirren feinsten faserigen Filz, bei Fig. 8 aggregiren sich die Fasern infolge Schieferung des Gesteins zu parallelen welligen Strähnen.

## Tafel V.

## Dichte Jadeite.

- Fig. 9. Rohmaterial, Mongkoun, Tammaw, Ober-Birma. Ord. Licht, Vergr. 24.
- „ 10. Flachbeil No. 32, von der Bauschanze Zürich, am Seeausfluss. Ord. Licht, Vergr. 48.
- „ 11. Beil No. 44, Station Möriken, Bielersee. Ord. Licht, Vergr. 29.
- „ 12. Rohmaterial No. 9 aus den Gletscherablagerungen von Sutz am Bielersee, Saussurit. Nic. +, Vergr. 27.

Fig. 9, 10, 11 zeigen die allotriomorphkörnige kataklastische Structur der Jadeite, No. 10 unten links eines der häufig auftretenden kurzsäuligen farblosen und einschlussreichen Rutilkryställchen.

Fig. 12. In saussuritischer Grundmasse umhüllt von farblosem Granat (hier dunkel erscheinend), der auch die Risse oder Klüfte der Grundmasse ausfüllt, liegt ein knauerartiger Jadeit-Einschluss (drei Längs- und ein Querschnitt), die beiden Interpositionen im mittleren Längsschnitt stellen Rutilkryställchen dar. Das Auftreten dieses Jadeitaggregats hat grosse Ähnlichkeit mit dem der dichten Jadeitgesteine, man vergleiche nur damit das Bild in Fig. 11 vom Mörikerbeil.

## Tafel VI.

## Chloromelanite, Pyroxenite.

- Fig. 13. Beil No. 35 von der Station Möriken, Bielersee. Ord. Licht, Vergr. 48. Chloromelanitischer Jadeit, allotriomorphkörnige kataklastische Structur aus Jadeitindividuen, wenigen Hornblendeleistchen und einigen Granatkörnern bestehend.
- „ 14. Beilfragment No. 61 vom Bielersee. Nic. +, Vergr. 145. Chloromelanitischer Pyroxenit, hier ist besonders schön das den Chloromelaniten sich eignende Durchwachsen von Pyroxen und Hornblenden zu beobachten, Uralitisirung. Structur wie oben.
- „ 15. Rohmaterial No. 73 von Le Sinette, Valle di Susa. Ord. Licht. Vergr. 48. Chloromelanitischer Pyroxenit, ein hypidiomorphkörniges Gemenge von Jadeit, blaugrüner und farbloser, schilfförmiger, tremolitischer Hornblende, Epidot, Zoisit etc.
- „ 16. Beil No. 87 vom Bielersee. Ord. Licht, Vergr. 48. Jadeitporphyr mit chloromelanitischer, aus Jadeitkörnern und Hornblendenädelchen zusammengesetzter Grundmasse. Eingesprengt: Zerrissene Jadeitkrystalle, rechts ein corrodirtes, aus mehreren Individuen bestehendes Aggregat (Zwillinge) von gelbbraunen Rutilen.



In der E. Schweizerbart'schen Verlagshandlung (E. Nägele)  
in Stuttgart ist ferner erschienen:

# **Lethaea geognostica**

oder

**Beschreibung und Abbildung**

der

**für die Gebirgsformation bezeichnendsten Versteinerungen.**

Herausgegeben von einer Vereinigung von Palaeontologen.

**I. Theil: Lethaea palaeozoica**

von

**Ferd. Roemer, fortgesetzt von Fritz Frech.**

Textband I. Mit 226 Figuren und 2 Tafeln. gr. 8°. 1880. 1897.  
(IV. 688 S.) Preis Mk. 38.—.

Textband II. 1. Liefg. Mit 31 Figuren, 13 Tafeln und 3 Karten.  
gr. 8°. 1897. (256 S.) Preis Mk. 24.—.

Textband II. 2. Liefg. Mit 99 Figuren, 9 Tafeln und 3 Karten.  
gr. 8°. 1899. (177 S.) Preis Mk. 24.—.

Textband II. 3. Liefg. Mit 13 Tafeln und 235 Figuren. gr. 8°.  
1901. (144 S.) Preis Mk. 24.—.

Textband II. 4. Liefg. Mit 186 Figuren. gr. 8°. 1902. (210 S.  
und viele Nachträge.) Preis Mk. 28.—.

Atlas. Mit 62 Tafeln. gr. 8°. 1876. Cart. Preis Mk. 28.—.

Ueber

## **Medusen aus dem Solenhofer Schiefer**

und

**der unteren Kreide der Karpathen**

von

**Dr. Otto Maass.**

4°. 1902. Mit 2 Tafeln. — Preis Mk. 8.—.

Die

## **Fauna der obersten weissen Kreide der libyschen Wüste**

von

**Dr. Joh. Wanner.**

4°. 1902. 64 S. Mit 7 Tafeln. — Preis Mk. 24.—.

Die

## **Meer-Crocodilier (Thalattosuchia) des oberen Jura**

von Prof. E. Fraas.

4°. 1902. 71 S. Mit 8 Tafeln. — Preis Mk. 20.—.

## Inhalt des ersten Heftes.

	Seite
Geinitz, E.: Die Einheitlichkeit der quartären Eiszeit. (Mit Taf. I und 22 Figuren.) . . . . .	1
Leonhard, R.: Geologische Skizze des galatischen Andesitgebietes nördlich von Angora. (Mit Taf. II.)	99
Milch, L.: Die Ergussgesteine des galatischen Andesit- gebietes (nördlich von Angora). . . . .	110
Bodmer-Beder, A.: Petrographische Untersuchungen von Steinwerkzeugen und ihrer Rohmaterialien aus schweizerischen Pfahlbaustätten. (Mit Taf. III—VI.)	166

Im Commissions-Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuch-  
handlung (E. Nägele) in Stuttgart erscheint:

## Reports of the Princeton University Expedition to Patagonia, 1896—1899.

Edited by

William B. Scott

Blair Professor of Geology and Palaeontology, Princeton University.

6 Bände. gr. 4° mit je 20—50 schwarzen und farbigen Tafeln.

**Preis:** Bei Abnahme des ganzen Werkes per Band **Mk. 70.—**. Einzelne  
Bände **Mk. 84.—**.

Bisher erschien:

Vol. IV. Palaeontology I.

Part I: The Marine Cretaceous Invertebrates, by Dr. T. W. STANTON,  
p. 1—43, Pl. I—X.

Part II: Tertiary Invertebrates, by Dr. A. E. ORTMANN. p. 44—332,  
Pl. XI—XXXIX.

(Einzelne Theile sind nicht käuflich.)

---

**Verlag von Erwin Nägele in Stuttgart.**

---

Die

## Wirbel der Land-Raubthiere, ihre Morphologie und systematische Bedeutung.

(VIII. 276 Seiten und 5 Tafeln.) 4°. 1902.

**Preis Mk. 48.—**.

---

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

# Neues Jahrbuch

für

## Mineralogie, Geologie und Palaeontologie.

Unter Mitwirkung einer Anzahl von Fachgenossen

herausgegeben von

**M. Bauer, E. Koken, Th. Liebisch**  
in Marburg. in Tübingen. in Göttingen.

---

### **XVI. Beilage-Band.**

---

**Zweites Heft.**

Mit Taf. VII—XVI und 10 Figuren.



STUTTGART.

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Nägele).

1903.

In der E. Schweizerbart'schen Verlagshandlung (E. Nagels)  
in Stuttgart erscheint:

# Centralblatt

für

## Mineralogie, Geologie und Palaeontologie

in Verbindung mit dem

### Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie

herausgegeben von

**M. Bauer, E. Koken, Th. Liebisch**

in Marburg.

in Tübingen.

in Göttingen.

== Jährlich erscheinen 24 Nummern. Preis Mk. 12.— ==

Abonnenten des Neuen Jahrbuchs erhalten das Centralblatt unberechnet.

Infolge der reichlich einlaufenden und vielseitigen Beiträge erfreut sich das „Centralblatt“ des stetig wachsenden, lebhaften Interesses aller Fachkreise des In- und Auslandes, ein Beweis, welche lang empfundene Lücke es ausgefüllt hat.

Trotz des reichlichen Stoffes können in eiligen Fällen Briefliche Mittheilungen etc. innerhalb 14 Tagen, von einer zur andern Nummer, publicirt werden.

Ferner finden Anzeigen bezüglich Assistentenstellen oder sonstige Bekanntmachungen, Annoncen über Sammlungen, neu erschienene Fachliteratur etc. etc. durch das „Centralblatt“ die schnellste und weiteste Verbreitung.

Die

## Ammoniten des Schwäbischen Jura.

von

**Fr. Aug. Quenstedt.**

Band I—III.

Mit 1140 Seiten in 8° und 126 Tafeln in Folio.

Preis für Band I—III statt Mk. 210.— jetzt Mk. 120.—.

Das

## vicentinische Triasgebirge.

Eine geologische Monographie

von

**Dr. Alex. Tornquist,**

a. o. Professor an der Universität Strassburg.

Herausgegeben mit Unterstützung der Kgl. Preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin.

195 S. gr. 8°. Mit 2 Karten, 14 geologischen Landschaftsbildern, 2 sonstigen Tafeln und 10 Textfiguren. — Preis Mk. 12.—.

# Das sudetische Erdbeben vom 10. Januar 1901.

Von

**Dr. Friedrich Sturm** in Breslau.

Mit 2 Karten.

(Aus dem geologischen Institut der Universität Breslau.)

---

## Allgemeines. Beobachtungsmaterial. Ausdehnung.

Das sudetische Erdbeben vom 10. Januar 1901 veranschaulicht mit ungewöhnlicher Deutlichkeit den Zusammenhang der seismischen Erscheinungen mit dem Gebirgsbau. Das Verbreitungsgebiet und die Stärke des Erdbebens geben ein gutes Abbild des Verlaufs der wichtigeren tertiären Brüche in den mittleren und westlichen Abschnitten der Sudeten.

An Ausdehnung übertrifft das Beben alle seit 1872 im nordwesteuropäischen Schollenlande beobachteten seismischen Erscheinungen. Seine weite Verbreitung über Preussisch-Schlesien, Mähren, Nordböhmen und Sachsen (Königreich und Provinz) brachte es mit sich, dass mehrere Bearbeiter die Untersuchung dieses Bebens vornehmen mussten.

Das sächsische Schüttergebiet bearbeitete Prof. Dr. CREDNER-Leipzig (vergl. seine inzwischen erschienene Abhandlung: Das sächsische Schüttergebiet des sudetischen Erdbebens vom 10. Januar 1901. Berichte der kgl. sächs. Gesellschaft d. Wissensch. zu Leipzig. Mathem.-physik. Classe. 1901).

Die österreichische Erdbebencommission übertrug die Bearbeitung des gesammten österreichischen Beobachtungsmateriales (380 Berichte) Herrn Prof. Dr. WOLDKICH-Prag. An der Sammlung des österreichischen Materials hatten sich

nach WOLDŘICH's Angabe ausser ihm selber Prof. Dr. UHLIG-Prag, GRÄNZER-Reichenberg, MAKOWSKY und BECKE betheiligt.

WOLDŘICH veröffentlichte seine Untersuchungsergebnisse in einer Abhandlung, betitelt: Das nordostböhmisches Erdbeben (Mitth. d. Erdbebencomm. der Kaiserl. Akad. der Wissensch. Wien. Neue Folge. No. VI. 1901).

In Preussisch-Schlesien wurden von dem Director des geologischen Instituts der Breslauer Universität, Herrn Prof. Dr. FRECH, Fragebogen der üblichen Form an die Landrathsämter, Eisenbahn-, Oberpost- und Bergwerksdirectionen versandt. Auf diese Weise gelang es, gegen 600 Berichte zu erhalten. Die Bearbeitung des Bebens wurde von Herrn Prof. Dr. FRECH dem Verfasser übergeben, der am 30. März 1901 in der Schlesischen Zeitung einen vorläufigen Bericht veröffentlichte („Das sudetische Erdbeben vom 10. Januar 1901“). In diesem wurde bereits auf die enge Verknüpfung des Bebens mit dem Gebirgsbau und die Lage des Hauptschüttergebietes an der Verwerfung im SW. der Waldenburger Carbonmulde hingewiesen.

Die vollständige und übersichtliche Zusammenstellung der in Schlesien, Sachsen und Böhmen gewonnenen Resultate wurde ermöglicht durch Vereinbarung mit Herrn Prof. Dr. CREDNER und Herrn Prof. Dr. WOLDŘICH, die beide die Freundlichkeit hatten, uns die in ihren Gebieten erzielten Ergebnisse in Form von Kartenskizzen, Abhandlungen und kurzen Mittheilungen gegen Eintausch der unserigen zugehen zu lassen, wofür es gestattet sei, ihnen hier den verbindlichsten Dank auszusprechen.

Gleichen Dank schulde ich Herrn Prof. Dr. GRÄNZER in Reichenberg in Böhmen, der mir seine, hauptsächlich Böhmen behandelnde, reichhaltige Arbeit zusandte (Das sudet. Erdbeb. v. 10. Januar 1901. Jos. GRÄNZER, Reichenberg. Mitth. des Vereins der Naturfreunde).

Ausserdem sei den Behörden und zahlreichen Privatpersonen, die ihre Beobachtungen in entgegenkommendster Weise dem geologischen Institute zukommen liessen, der verbindlichste Dank ausgesprochen.

Das Erdbeben vom 10. Januar 1901 fand zu einer für Beobachtungen denkbar ungünstigen Zeit statt, nämlich

gegen 3½ Uhr morgens. Nur wenige Personen waren um diese Zeit wach und konnten so den ganzen Verlauf der Naturerscheinung beobachten.

Überdies war die Erschütterung nur im Hauptschüttergebiete stark genug, um ein allgemeines Erwachen Schlafender zu bewirken und die Erwachten sich sofort über die Natur der Erscheinung klar werden zu lassen.

Bei der Beantwortung der Fragebogen mag also diesmal noch viel mehr als sonst die Einbildungskraft eine grosse Rolle gespielt haben. Dem nächtlichen Eintritt des Bebens ist es aber zuzuschreiben, dass es an Punkten gespürt wurde, wo es wegen zu geringer Stärke bei dem geräuschvollen Getriebe des Tages höchst wahrscheinlich unbemerkt geblieben wäre, so besonders in grossen Städten wie Leipzig und Magdeburg. Ist doch bei grösserer Einwohnerzahl auch die Möglichkeit grösser, dass wenigstens einige wenige Menschen infolge besonders günstiger Umstände bei nächtlicher Stille eine so schwache Erschütterung, wie sie bei einer Entfernung von 2—300 km vom Hauptschüttergebiete eintreten musste, wahrnehmen können. Dass indessen hier auch noch andere Gründe mitgewirkt haben können, wird unten gezeigt werden.

Das Erdbeben vom 10. Januar 1901 übertraf an räumlicher Ausdehnung alle gleichen Erscheinungen, deren Ursprung im Sudetengebiete lag. Das gesammte erschütterte Gebiet umfasst einen Flächenraum von ca. 50 000 qkm.

Die äussersten noch von den Ausläufern der Erschütterung getroffenen Punkte sind: Magdeburg, Leipzig, Milkel (N.-Lausitz), Priebus, Sagan, Trebnitz, Juliusburg, Schwierze, Süsswinkel (Kr. Öls), Kirchberg (Kr. Falkenberg, Reg.-Bez. Oppeln), Ziegenhals, Freiwaldau (Österr.-Schlesien), Mähr.-Krommau bei Brünn, Steken (S. von Deutsch-Brod a. d. Sazawa), Prag, Teplitz, Chemnitz.

#### **Der Zeitpunkt des Erdbebeneintritts.**

Der Augenblick des Erdbebeneintritts lässt sich nach den weit auseinander gehenden Angaben der Beobachter nicht feststellen. Auch die Zeiten, welche (infolge des Erdbebens) stehengebliebene Uhren zeigten, weisen grosse Unterschiede auf. Höchst bedauerlicherweise hat man das von der Er-

schütterung zum Stillstand gebrachte Chronometer auf dem Observatorium der Schneekoppe wieder in Gang gesetzt, ohne dass die Zeit des Stillstandes aufgeschrieben wurde.

So bleibt als brauchbar und vertrauenswürdig nur die Zeitangabe übrig, die der mit einem Chronometer verbundene Barograph der Trautenauer Ackerbauschule verzeichnete: 3<sup>h</sup> 33' 20" (nach Mittheilung des Herrn Realschuldirectors WURM in Trautenau).

Von den Apparaten ausserschlesischer Observatorien wurde die Erschütterung angezeigt in:

1. Laibach (nach freundl. Mittheilung des Herrn Prof. A. BELAR):

Anfang . . . . . 3<sup>h</sup> 34' 4,6"  
Maximum . . . . . 3 35 18  
Ende . . . . . 3 37

2. Hamburg (nach freundl. Mittheilung des Herrn Dr. R. SCHÜTT):

Anfang . . . . . 3<sup>h</sup> 34' 57"  
Maximum . . . . . vacat.  
Ende . . . . . 3 56 11

3. Göttingen (nach CREDNER: Sächs. Schüttergebiet etc., p. 102):

Beginn . . . . . 3<sup>h</sup> 33' 6"  
Maximum . . . . . 3 33 58  
Ende . . . . . 3 36

4. Kremsmünster (nach WOLDKICH: Nordostböhm. Erdbeben, p. 35):

Pendel I<sup>1</sup>. Beginn . . . . . 3<sup>h</sup> 34' 24"  
Maximum . . . . . 3 35 12  
Ende . . . . . 3 41 (?)

5. Lemberg<sup>2</sup> (nach WOLDKICH: Nordostböhm. Erdbeben, p. 38):

Beginn . . . . . 3<sup>h</sup> 34' 36"  
Maximum . . . . . 3 46 (?)

Nun betragen die Entfernungen:

Trautenau—Laibach	(abgerundet)	. . . .	500 km
" —Hamburg	"	. . . .	500 "
" —Göttingen	"	. . . .	400 "
" —Kremsmünster	"	. . . .	300 "

<sup>1</sup> Pendel II und III scheinen nach Angabe von Prof. P. FR. SCHWAB weniger empfindlich zu sein. Deshalb haben sie das Beben zu einer Zeit notirt (Maximum 3<sup>h</sup> 35' 54"), die sehr unwahrscheinlich ist.

<sup>2</sup> Die Angaben von Lemberg scheinen nach den Bemerkungen von Prof. W. LASKA (s. WOLDKICH: Nordostböhm. Erdbeben, p. 38) sehr unsicher zu sein und eignen sich also nicht zu Berechnungen.



Demnach legte die Erdbewegung in 1 Secunde zurück:

in der Richtung auf Laibach . . . . .	ca. 4 km
" " " " Hamburg . . . . .	" 5 "
" " " " Göttingen . . . . .	" 11 "
" " " " Kremsmünster . . . . .	" 3 "

Am schnellsten hätte sich demnach die Bewegung nach Göttingen, also nach WNW., fortgepflanzt. Dies ist auch die Richtung, in der die Stärke des Bebens sich am langsamsten abgeschwächt hat (s. unten). Auch nach NW., auf Hamburg zu, bewegte sich die Erdbebenwelle mit ziemlich grosser Geschwindigkeit, trotz der mächtigen diluvialen Sand- und Lehm Massen der norddeutschen Tiefebene.

Am langsamsten war die Bewegung nach S. zu (Richtung Kremsmünster und Laibach). Ein verzögernder Einfluss der quer zur Ausbreitungsrichtung streichenden Alpen hat sich jedoch aus obigen Zahlen nicht nachweisen lassen.

Das Gebiet der deutlich (makroseismisch) fühlbaren Erschütterung dürfte bei der grossen Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erdbewegung annähernd gleichzeitig, zwischen 3<sup>h</sup> 33<sup>m</sup> und 34<sup>m</sup> erschüttert worden sein, worauf auch einige vertrauenswürdige Meldungen hindeuten (R. O. U. Bahnhof in Breslau, Creisau).

#### Wirkungen der Erschütterung. Lage der einzelnen Schütterzonen.

Bei der Feststellung der Erschütterungsstärke und der einzelnen Zonen verschiedener Schütterstärke konnte die FORBES-Rossi'sche Scala nur geringe Dienste leisten. Sie erfordert genauere Beobachtungen und Beobachtungsangaben, als bei dem nächtlichen Eintritt dieses trotz seiner grossen Verbreitung immerhin schwachen Erdbebens erzielt werden konnten.

Die relative Stärke eines solchen Bebens wird sich weniger in ganz bestimmten Wirkungen auf Gegenstände, als vielmehr in der mehr oder minder allgemeinen Bemerkbarkeit der Erschütterung zu erkennen geben, und sich demgemäss in dem gegenseitigen Verhältnisse von positiven und negativen Ortsberichten am deutlichsten widerspiegeln.

Von diesen Gesichtspunkten aus wurden 4 Stärkezonen unterschieden:

1. Das Hauptschüttergebiet: Die Erschütterung ist so stark, dass sie allgemein bemerkt wird. Ausschliesslich positive Meldungen (ungefähr 6. Stärkegrad nach Rossi).

2. Die innerste Randzone: Die noch ziemlich starke Erschütterung wird fast allgemein bemerkt. Vorwiegend positive, vereinzelte negative Berichte (ca. 4.—5. Stärkegrad nach Rossi).

3. Die mittlere Randzone: Die schwache Erschütterung wird bereits an zahlreichen Orten nicht mehr gespürt. Positive und negative Ortsberichte nahezu im Gleichgewicht (ca. 3.—4. Stärkegrad nach Rossi).

4. Die äussere Randzone: Die sehr schwache Erschütterung wird nur noch an ganz vereinzelt Orten schwach gespürt. Fast ausschliesslich negative Berichte (ca. 3. Stärkegrad nach Rossi). (Auf der Karte ist diese Zone weiss gelassen.)

Die geographische Lage der einzelnen Schütterzonen und die in ihnen beobachteten Wirkungen des Bebens, die, in ihrer Gesamtheit betrachtet, ebenfalls eine allmähliche Abnahme der Schütterstärke nach aussen hin erkennen lassen, werden im nächsten Abschnitte behandelt.

Die Lage des Hauptschüttergebiets wird durch folgende Punkte bestimmt:

Im NW.: Freiheit a. d. Aupa.

„ SO.: Reinerz.

„ NO.: Adersbach.

„ SW.: Nachod und Deutsch-Prausnitz<sup>1</sup>.

In dieser Gegend wurde die Erschütterung allgemein wahrgenommen. In verschiedenen Orten erhielten Häusermauern Sprünge, so z. B. in Reinerz, Rückers, Eipel, Freiheit, Hronow, Klein-Schwadowitz, Qualisch, Roth-Kosteletz (hier besonders deutlich), Trautenau. Zwei Rohre der Reinerzer Wasserleitung bekamen Sprünge, Bilder und Vogelkäfige stürzten von der Wand, Geschirr in den Schränken wurde umgestürzt u. dergl. mehr. Der Stoss war also ziemlich

<sup>1</sup> Die Angaben für österreichische Orte hier und im Folgenden nach WOLDRICH.

stark. Mitten in das ellipsenförmig umgrenzte Hauptschüttergebiet fällt die Verwerfung, die den SW.-Flügel der Waldenburger Kohlenmulde begrenzt. Das Nähere hierüber wird weiter unten erörtert werden.

Die innere Randzone des erschütterten Gebiets spitzt sich zungenförmig in NW.-Richtung zu, dem Verlaufe der Brüche am SO.-Fusse des Riesen- und Lausitzergebirgs folgend. Die Erschütterung machte sich hier noch mit z. Th. beunruhigend wirkender Stärke geltend.

Rissbildungen an Decken und Wänden kamen noch vereinzelt vor, so in Neu-Königgrätz, Boritan, Wichstadt (bedeutend), Himmlisch-Ribnei in Böhmen, Pillnitz und Dresden (nach CREDNER), Seidorf im Riesengebirge.

Sonst aber äusserte sich die Erschütterung nur dadurch, dass sie Bilder und Hängelampen zum Schwanken und Pendeln brachte, Nippsachen und Gefässe umwarf, Uhren still stehen und Thüren aufspringen liess, Sprünge in Fensterscheiben erzeugte und das Erwachen vieler Personen aus dem Schlafe verursachte, wie das z. B. in Lewin, Liebau, Spindelmühl und zahlreichen anderen Orten, auch in Böhmen und Sachsen, geschah. Naturgemäss wurde die Erschütterung in höheren Stockwerken bedeutend stärker wahrgenommen, als zu ebener Erde, im Hause eher, als im Freien.

Vereinzelt finden sich in dieser Erschütterungszone bereits Orte mit negativer Nachricht, z. B. Königswalde (Kreis Neurode), Erdmannsdorf (Kreis Hirschberg).

In der mittleren Randzone, die in Schlesien hauptsächlich das Gebiet des sudetischen Vorlandes mit seinen die Erdbebenwelle rasch abschwächenden diluvialen Sand- und Lehmmassen umfasst, trat das Erdbeben nur als schwaches Zittern auf, das mit unterirdischem Rollen verbunden war und mehrfach ein Knistern der Mauern und des Gebälks, ein Schwanken von leicht beweglichen Gegenständen (Vorhängen), sowie Klappen der Thüren u. a. m. verursachte. Vereinzelt kommen auch noch die Erscheinungen der vorher geschilderten Erschütterungszone vor, in besonderer Häufigkeit aber in der Gegend von Strehlen—Münsterberg und Striegau, von wo überdies nur wenig negative Nachrichten vorliegen, im Gegensatz zu den übrigen Theilen dieser Zone. Offenbar also war

die Erschütterung in der Umgegend der drei genannten Orte stärker als in den übrigen Gegenden des sonst schwach erschütterten Gebiets.

Bei Strehlen—Münsterberg und Striegau ragen aus dem Diluvium Schollen festen Gesteins inselförmig hervor. Hier kam die Erdbebenstärke vermehrt zum Ausdruck, besonders am Rande jener Schollen, wo das Diluvium in nur geringer Mächtigkeit auf dem darunter befindlichen festen Gestein lagert, und deshalb jede Erschütterung des letzteren in verstärktem Maasse an der Oberfläche zum Ausdruck gelangt.

Wahrscheinlich ist die bemerkbare Erschütterung einzelner Punkte in dem sonst sehr schwach erschütterten Gebiete der äusseren Randzone, wie Trebnitz, Leipzig (Porphyr), Magdeburg (Carbon und Buntsandstein), und die scheinbar ganz unregelmässige Fortpflanzung der Erdbebenwelle in jener Richtung auf dieselbe Ursache zurückzuführen. Ganz im Gegensatze hierzu hört, wie auch zu erwarten, die fühlbare Erschütterung in der böhmischen Masse an einer ziemlich deutlich begrenzten Linie auf. Nur die mikroseismische Erschütterung machte sich noch weiter durch die böhmische Masse bis an die Alpen — Kremsmünster — und durch diese hindurch bis nach Laibach bemerklich. An einigen Stellen scheint die Erdbebenwelle eine durch die winterliche Nachkälte bedingte Spannung im Erdboden ausgelöst zu haben. Wenigstens lässt sich so die Entstehung von grossen, bis 20 m langen Sprüngen im hartgefrorenen Boden erklären (Goldberg, Breslau).

Interessante Einwirkungen des Bebens auf Quellen (Versiegen oder Trübung) geben CREDNER (p. 90 und 94) und WOLDRICH (p. 42) an.

#### Zahl der Stösse und Geräusche.

Es wurde bei dem letzten Erdbeben nur ein einziger Stoss gespürt. Die überwiegende Mehrzahl der Berichte aus dem Hauptschüttergebiete und den Randzonen erwähnt auch nur eine einmalige stärkere, stossartige Erschütterung, die am Anfang, inmitten oder am Ende eines mit Rollen verbundenen Zitterns oder Schaukelns auftrat.

Die Meldungen von mehreren Stößen haben wohl darin ihre Ursache, dass man das Heben mit darauffolgendem Senken des Hauses oder das Hin- oder Wiederzurückschwanke des Gebäudes oder Bettes beim Passiren der Erdwelle, oder die einzelnen Phasen des wellenförmigen Schaukeln als einen wiederholten Stoss aufgefasst hat, während thatsächlich der Erscheinung nur eine einzige Ursache zu Grunde lag.

Die Diagramme der Seismographen in Göttingen und Laibach (s. CREDNER, p. 102; WOLDRICH, p. 37) zeigen zwei Maxima der Erdbewegung, die indessen einander so dicht folgen, dass sie im makroseismischen Schüttergebiet fast durchweg als eine einzige Erschütterung gespürt wurden.

Einige charakteristische Berichte zeigen deutlich, dass man bei der nächtlichen Ruhe das Wesen der Erdbewegung, nämlich das einer von fern heranrollenden und durch den Beobachtungsort durchheulenden „Erdwelle“ wohl wahrgenommen hat. So wird z. B. aus Schlaney bei Cudowa (Glatz) gemeldet: „Es machte ganz den Eindruck, als ginge eine flüssige Erdwelle unter dem Hause durch.“

Von dem Eindrücke der Erschütterung auf den Menschen kann man sich aus einigen von den Beobachtern angestellten Vergleichen ein Bild machen. „Es war, als führe ein schwer beladener Wagen auf dem Pflaster unmittelbar neben dem Hause vorbei.“ „Es machte den Eindruck, als rolle jemand ein Fass mit aller Gewalt zu ebener Erde“, „als sei auf der Station ein scharfer Zusammenstoß erfolgt“, „als sei die elektrische Bahn entgleist und gegen das Haus gestossen“ u. a.

Das bei jedem Erdbeben auftretende Geräusch, meist ein dumpfes, von Knallen unterbrochenes Rollen, trat bei diesem Erdbeben, wie immer, im engsten Zusammenhange mit der Erschütterung auf. Einige Beobachter, die zur Zeit des Erdbebens bereits munter waren, hörten ein donnerartiges Rollen rasch aus der Ferne herankommen, worauf das stärkste Geräusch, meist ein Knall, und die Erschütterung erfolgte, nach der man wieder das Rollen in entgegengesetzter Richtung verhallen hörte.

Auf psychologische Ursachen mag es zurückzuführen sein, dass manche Beobachter wohl das Herankommen des Rollens und die ihm folgende Erschütterung wahrnahmen, das Ver-

hallen des Donners in der Ferne aber nicht. Die Aufmerksamkeit war in solchen Fällen wahrscheinlich durch die Verwunderung und ängstliche Erregung infolge des aussergewöhnlichen Ereignisses beeinträchtigt. Die durch das Beben erst aufgeweckten Personen haben natürlich nur das die Erschütterung selber begleitende und das ihr folgende Geräusch wahrgenommen.

Den Angaben über die Dauer der Erschütterung ist nur sehr geringer Werth beizumessen. Sie beruhen meist auf nachträglicher Schätzung, die noch dadurch ungünstig beeinflusst wird, dass die meisten Menschen die Dauer einer Secunde viel zu kurz annehmen. Ferner haben auch nur wenige Personen den ganzen Verlauf des Erdbebens mit Bewusstsein beobachtet. Herr Fabrikbesitzer PROSPER von Piette in Marschendorf I (Böhmen) giebt an, dass das Maximum der Erschütterung 2 Secunden angehalten habe, dass dagegen die Dauer der ganzen Erscheinung — Stoss incl. Rollen und Zittern — vor- und nachher ca. 7 Secunden gedauert habe. Ähnliches wird auch von zahlreichen anderen Orten gemeldet. Die Beobachter, die nur das Maximum der Erschütterung wahrgenommen haben, schätzen die Dauer der Erschütterung fast durchweg auf 2—5 Secunden.

#### Vor- und Nachbeben.

Die Angaben über Vor- und Nachbeben müssen mit grosser Vorsicht aufgenommen werden, besonders da in der Erdbebennacht ein starker Sturm herrschte, und somit die Vorbedingung zur Entstehung von Geräuschen und leichten Erschütterungen gegeben war, die dann unter dem Eindrucke des Erdbebens gleichfalls als seismischen Ursprungs angesehen wurden. Immerhin fällt die grosse Zahl von Berichten böhmischer und sächsischer Orte auf, die eine Erschütterung zwischen 1<sup>h</sup> und 2<sup>h</sup>, also ca. 2 Stunden vor dem Hauptstosse angeben. Diese Orte liegen grösstentheils an der epizentralen Verwerfung im Gebiete der oberen Aupa oder in der Nähe der Lausitzer Überschiebung (Roth-Kosteletz, Trautenau, Hohenelbe, Umgegend von Reichenberg, Friedland i. B., Bodenbach und Schandau nach WOLDRICH, CREDNER und GRÄNZER). In Schlesien geben nur 2 Orte eine leichte

Erschütterung für die Zeit zwischen 1 und 2 Uhr Nachts an: Töppendorf, Kreis Strehlen und Schönau a. d. Katzbach, die einzigen, von denen in dieser Provinz überhaupt ein anderer als der Hauptstoss erwähnt wird. In den Abhandlungen von CREDNER und WOLDRICH finden sich ferner Berichte über Nachbeben, die mit kurzen Unterbrechungen bis zum 21. Januar dauerten und hauptsächlich im sächsischen Elbthale ihren Sitz hatten. In Schlesien sind derartige Erscheinungen nicht mit Sicherheit beobachtet worden.

#### Zusammenhang des Erdbebens mit dem Gebirgsbau. Frühere Beben in Schlesien.

Das Erdbeben vom 10. Januar 1901 ging von den Verwerfungen am SW.-Flügel der Waldenburger Carbonmulde aus, die in ihrer ganzen Länge mitten in das ellipsenförmig umgrenzte Hauptschüttergebiet fallen.

Unser Erdbeben stellt einen letzten Ausläufer derselben tektonischen Kräfte dar, die nach der Kreidezeit auf die Sudeten umgestaltend wirkten und speciell die Verschiebungen am SW.-Rande der Waldenburger Carbonmulde veranlassten.

An der erwähnten Störungslinie fallen die Schichten nach beiden Seiten steil ab: die Schatzlarer Schichten nach NO., das Rothliegende und die Kreide nach SW., beide z. Th. Schlepung und kleinere Brüche, stellenweise sogar Überschiebung zeigend.

Die Profile, die WEITHOFER (Der Schatzlar-Schwadowitzer Muldenflügel des niederschlesisch-böhmischen Steinkohlenbeckens. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1897. 47. Heft 3) von dieser Gegend giebt, zeigen eine bemerkenswerthe genaue Übereinstimmung mit denen, die WALCOTT (Study of a line of displacement in the Grand Cañon of the Colorado. Bull. Geol. Soc. Am. 1. 1889) von einer Verwerfung im Colorado-Cañon liefert.

Die Schlepung der Schichten, die Überschiebungen und kleineren Brüche weisen deutlich auf verwickelte Vorgänge bei der Entstehung dieser Lagerungsverhältnisse hin. Zu beiden Seiten der Verwerfungslinie haben selbständige absenkende Bewegungen stattgefunden, wenn auch die Bewegung auf der SW.-Seite stärker gewesen ist.

Diese Bewegungen sind noch in unserer Zeit nicht ganz zur Ruhe gekommen. Ist es doch klar, dass ein Gebiet mit den eben geschilderten Lagerungsverhältnissen und seiner wechsellvollen, noch nicht allzuweit zurückliegenden Vergangenheit für die Entstehung von tektonischen verticalen Spannungen und deren Auslösung unter Erdbebenerscheinungen besonders geeignet erscheint.

Vielleicht ist schon der Ursprung des Bebens vom 11. December 1799 in diesen Brüchen des SW.-Flügels der Waldenburger Mulde zu suchen. Als sicher kann dies gelten von dem Trautenauer Erdbeben vom 31. Januar 1883<sup>1</sup>. LAUBE hat zwar das damalige Erdbeben als Auslösung einer nach N. gerichteten tangentialen Spannung an seiner „Aupa-Linie“ betrachtet, an der entlang „eine Horizontalverschiebung des NW.—SO. streichenden Gebirges gegen das WNW.—OSO. streichende Riesengebirge stattgefunden“ haben sollte. Da indessen eine grössere Dislocation im Aupa-Thale bisher noch nicht nachgewiesen worden ist, ist ein directer Vergleich des damaligen Bebens mit den alpinen Blattbeben, wie ihn LAUBE anstellt, schwer möglich.

Nach seiner ganzen Erscheinungsweise hat das Trautenauer Beben ebenso wie das unserige an jener oben geschilderten Verwerfung seinen Ursprung genommen.

Nach W. folgte die Erschütterung vom 10. Januar 1901, ganz ähnlich wie die vom 31. Januar 1883, der Längsrichtung des Riesen-, Iser- und Lausitzer-Gebirgs und den diese Gebirge im S. begrenzenden Randbrüchen, besonders deutlich der Lausitzer Überschiebung. Hier wurde, trotz einer Entfernung von ca. 200 km vom Hauptschüttergebiet, noch eine recht deutlich bemerkbare Erschütterung wahrgenommen.

In der Richtung des Verlaufs dieser eben erwähnten Brüche, also von OSO. nach WNW., pflanzte sich die Erdbewegung nicht nur mit ziemlich lange anhaltender Kraft, sondern auch mit grosser Schnelligkeit fort.

Von den drei Strecken Trautenau—Göttingen, Trautenau—Hamburg, Trautenau—Laibach, von denen diesmal zuverlässige Zeitangaben vorlagen, wurde die erste, Trautenau—Göttingen (von OSO. nach WNW.) mit der grössten Ge-

<sup>1</sup> s. LAUBE, Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 33. 1883.



schwindigkeit (11 km in 1 Secunde, die Richtigkeit der Trautenauer Zeitangabe vorausgesetzt) durchlaufen. Im O. wirkte die von N. nach S. streichende Scholle des Glatzer Schneegebirges und des Altvatergebirges stark hemmend auf die Verbreitung und schwächend auf die Stärke des Erdbebens ein.

Eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Erdbeben vom 10. Januar 1901 hatte bezüglich seiner Ausbreitung nach W. das Erdbeben von Silles am 15. Januar 1858. Der Ursprung dieser Erschütterung ist zwar im Gebiete der alpinen Faltungszone (Karpathen) zu suchen, aber seine westlichen Ausläufer in Schlesien zeigten eine ebenso deutliche Verknüpfung mit dem Bau und der Ausdehnung der Sudeten, wie unser Erdbeben.

Die Brüche der Grafschaft Glatz waren der Sitz des Bebens vom 26. November 1877, sowie einiger Erschütterungen im Mittelalter. An die Schollen des Sudetenvorlands war das von VOLZ und LEONHARD (Das mittelschlesische Erdbeben vom 11. Juni 1895. Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde. p. 19) bearbeitete mittelschlesische „Schaukelbeben“ vom 11. Juni 1895 geknüpft (s. auch DATHE).

Im Spätherbst 1901 ereigneten sich in Oberschlesien kleinere Erderschütterungen. Vom 3. October bis 3. November wurden fast täglich schwache, nur selten, so am 8. und 12. November, stärkere Stösse verspürt. Besonders wurde die Gegend zwischen Kattowitz und Gleiwitz betroffen. In der Nacht vom 11. zum 12. October beobachtete man auch in Waldenburg schwache Stösse. Nach einer Pause trat am 14. December wiederum eine Erderschütterung in Kattowitz auf, und zwar gleichzeitig mit einem Erdbeben am Mittelrhein (Coblenz—Boppard).

Man ist im Allgemeinen geneigt, Erderschütterungen in Oberschlesien lediglich Grubeneinstürzen zuzuschreiben, wie dies auch in diesem Falle geschah. Berücksichtigt man aber folgende Thatsachen:

1. Die Gleichzeitigkeit der letzten Kattowitzer Erderschütterungen mit solchen bei Gleiwitz in Niederschlesien und am Rhein;
2. das Vorhandensein grosser Verwerfungen im ober-schlesischen Kohlenggebiet (besonders des Orlauer Sprunges),

so gelangt man zu dem Schlusse, dass die Annahme eines tektonischen Ursprungs für die letzten Beben Oberschlesiens nicht ganz von der Hand zu weisen ist, zumal in jener Zeit allgemein seismische Unruhe in Europa zu herrschen schien.

Leider sind infolge ungünstiger Umstände die Nachrichten über die letzten ober-schlesischen Erderschütterungen so spärlich eingelaufen, dass eine bestimmte Entscheidung über deren Natur unmöglich ist.

### Berichte.

(Um die übliche Zusammenstellung der Berichte über das Erdbeben möglichst abzukürzen, sind im Folgenden nur die wichtigsten und charakteristischsten Berichte aus Schlesien wiedergegeben.)

#### Kreis Landeshut.

1. Landeshut. 3<sup>45</sup> ca. O.—W. Ein anhaltender Stoss. Schaukelnde Bewegung. Erzittern der Betten und übrigen Gegenstände im Zimmer. Flattern der Vögel im Gebauer. Prasselndes Geräusch in Schornstein und Luftzügen. Donnerartiges Rollen, der Erschütterung vorangehend. (Magistrat.)
2. — 3<sup>45</sup> ca. 1 Stoss. Schaukeln des Mobiliars. Bettstellen schwankten derartig, dass sämtliche den II. Stock bewohnenden Personen aus dem Schlafe erwachten. 4—5 Sec. Dauer. (Polizeiverwaltung.)
3. — 3<sup>40</sup>. 1 Stoss. Leichte Gegenstände geriethen ins Schaukeln. 1 Sec. Dauer. (Kaiserl. Postamt.)
4. — 3<sup>25</sup>. 1 Stoss. SW.—NO. 4—5 Sec. Dauer. Zittern und Schaukeln der Wände. Ein Geräusch, als ob ein schwer beladener Frachtwagen herangefahren käme und an das Haus anstiesse. Das Geräusch ging dem Stosse voran.
5. Liebau. 3<sup>22</sup>. 1 Stoss. S.—N. Wellenförmiges Zittern. 5 Sec. dauernd. Herabfallen kleinerer Gegenstände. Schütteln der Menschen auf ihrem Lager. Donnerndes, rasselndes Geräusch, das dem Stosse folgte. (Fl., Polizeisergeant.)
6. — 3<sup>22</sup>. W.—O. 3 Stösse. Ca. 5—7 Sec. Dauer. Umfallen von kleineren Gegenständen, Herunterfallen der Vögel von den Stäben ihrer Gebauer. Hin- und Herschütteln der Menschen auf ihrem Lager. Rasselndes Geräusch, der Erschütterung folgend. (SCHAAK, Schreiber.)
7. — 3<sup>24</sup>. Ziemlich heftiger Stoss. 5—6 Sec. anhaltend. Geräusch wie das einer starken Explosion, in dumpfes Rollen verlaufend. Bei einem Bäcker flogen die wohl-sortirten Semmeln zur Erde, in einem anderen Hause sprang die wohlverschlossene Stubenthür auf, Nippsachen etc. begannen zu tanzen. (Liebauer Wochenblatt. 12. I. 1901.)

8. Dittersbach bei Liebau. 3<sup>20</sup> ca. Ein Stoss, dem eine schaukelnde Bewegung folgte. NO.—SW. Thüren sprangen auf, Gläser klirrten, die Uhrfeder klirrte. Von einer Pumpe verschob sich der eiserne Deckel, der auf dem Holzrohr lag. Ein eiserner Ofen wurde schief gerückt. Das Geräusch folgte der Erschütterung. (A. V.)
9. Rothenbach. 3<sup>25</sup>. 1 Stoss. S.—N. 1 Sec. Verrücken des Geschirrs, Klirren und Wackeln desselben, Herabfallen der Vögel in ihren Gebäuern von den Sitzstengeln. Ängstliches Flattern derselben. (Privat.)
10. Ruhbank. 3<sup>21</sup>—<sup>24</sup>. 1 Stoss. Wellenförmige Bewegung. SW.—NO. Bilder und leichte Gegenstände sind von den Wänden abgefallen. In einem Hause ein leichter Schrank umgestürzt. Theilweise Lampen und Geschirre beschädigt. Vor dem Stosse leichtes Donnerrollen. (Stationsassistent.)
11. Schömburg. 3<sup>25</sup>. SO.—NW. 1 Stoss. 5 Sec. andauernd. Wellenförmiges Zittern, Schaukeln der Wände. Geräusch, als wenn ein schwer beladener Frachtwagen ankäme und an das Haus stiesse. Das Geräusch ging dem Stosse voran. (Postamt)
12. — 3<sup>25</sup>. SO.—NW. 1 Stoss. 4—5 Sec. anhaltend. Wellenförmiges Zittern. Möbel zitterten, Vögel fielen von ihren Sitzen. An der Zimmerwand riss der Putz längs des Balkens. Dumpfes Rollen wie das eines Frachtwagens oder fernen Donners. Das Geräusch folgte dem Stosse nach.

#### Kreis Waldenburg.

13. Waldenburg. Meine Stubenuhr schlug  $\frac{1}{4}$  Uhr, als ich deutlich eine Erschütterung mit Geräusch wahrnahm, als ob die an unserem Hause vorbeifahrende elektrische Bahn entgleist sei, auf holprigem Pflaster fahre und mit Vehemenz an unser Haus anstiesse, wobei ich ganz deutlich ein Schwanken des Hauses nach SW. wahrnahm. Ca. 4 Sec. vor dem Stosse ein Rasseln. (POHL, Capellmeister.)
14. — 3<sup>25</sup>—<sup>45</sup>. 2 Stösse. Stossweiser Seitenruck. SO.—NW. 1—2 Sec. andauernd. Erschütterung des Zimmers. Heftiger Sturm.
15. Friedland. 3<sup>21</sup>—<sup>22</sup>. 1 Stoss. Schlag von unten mit folgendem Schütteln. SSO.—NNW.  $\frac{1}{4}$  Sec. dauernd. Glasgeräthschaften klirrten. Aus vorhanden gewesenen Rissen der Zimmerdecke hatten sich Mörteltheilchen gelöst. Das Geräusch, ein starkes Rauschen wie bei orkanartigem Sturm, trat unmittelbar vor der Erschütterung auf. (Kaiserl. Postamt.)
16. — 3<sup>25</sup>. 1 Stoss. O.—W. Wellenförmiges Zittern. Wanken der Möbel und Zusammenschlagen dicht bei einander befindlicher Gegenstände. Tiefer, dumpfer Donner ging dem Stosse voran. (H., Bahnmeister.)
17. — Sehr stark gespürt.  $3\frac{1}{4}$ — $3\frac{1}{2}$  Uhr. Schaukeln sämtlicher Gegenstände in den Zimmern und an den Wänden, ja sogar des Hauses.

- Starker heranrollender Donner ohne Knall. Ging der Erschütterung kurz voran. (WALTER, Stationsvorstand.)
18. Wüstegiersdorf. 3<sup>25</sup>. Ein starker und ein schwächerer Stoss. Wellenförmiges Zittern. SO.—NW. Der zweite Stoss folgte 1 Min. (?) nach dem ersten. Der Donner ging der Erschütterung voran. (Postamt.)
  19. Tannhausen. Zwischen 3 und 4 Uhr Morgens. 1 Stoss. Wellenförmiges Zittern. S.—N. 2 Sec. anhaltend. Von der Stubendecke fielen einzelne Stücke Kalk ab. Das Geräusch glich dem eines fahrenden schwer beladenen Wagens und folgte der Erschütterung. (H., Güterbodenverwalter.)
  20. Sophienau. 3<sup>25</sup>. 1 Stoss. O.—W. Wellenförmiges Zittern. 3—4 Sec. Das Geräusch, als führe ein schwer beladener Wagen in schnellem Trabe vorbei, folgte nach. (LATZEL, Hilfslademeister.)
  21. Gottesberg. 3<sup>40</sup>. O.—W. 1 Stoss. Man wurde im Bett hin und her gerüttelt, sämtliche Möbelstücke wackelten, der Vogel wurde unruhig. In den Gruben bei einer Tiefe von 110 und 210 m wurde der Stoss nicht verspürt. (BERGMANN, Grubenassistent.)
  22. — Im Posthause ist das Erdbeben nicht wahrgenommen worden. (Postamt.)
  23. Altwasser. 3<sup>25</sup>. 1 Stoss. S.—N. Schankeln und wellenförmiges Zittern. Einige Sekunden. Hin- und herschütteln der Bettstellen, Rücken der Möbel und Bewegung der Wände und Öfen. Ein Donner folgte dem Stosse nach. (Privat.)
  24. Bad Salzbrunn. Schütternde, mehrere Sekunden anhaltende Bewegung, Geräusche von klappernden, klirrenden Gläsern, knarrenden Thüren. (Privat.)
  25. Gasthaus „Siebenkurfürsten“, Post Wüstewaltersdorf. Um 3<sup>25</sup> wurde ich erschreckt durch ein plötzlich dumpfes Rollen. Es kam mir vor, als ob mein Haus wackelte, wie infolge eines dreimaligen, unmittelbar aufeinanderfolgenden Stosses. Vor dem Stosse hatte der Sturm in seiner ganzen Stärke getobt, nach dem Stosse war es auf 3 Min. todtstill, worauf der Sturm wieder unheimlich weiter wüthete. (Privat.)

#### Kreis Hirschberg.

26. Alt-Kemnitz. 3<sup>25</sup>. 1 Stoss. SW.—NO. 2—3 Sec. Wellenförmiges Zittern. Klappern der Thüren, Schwanken der Bilder. Das Geräusch, welches der Erschütterung voranging, glich dem Fahren eines schweren Wagens, das Geräusch während der Erschütterung dem Absturze grosser Schneemassen. (Postamt.)
27. Arnsdorf. Zwischen 3 und 4 Uhr. 3 Stösse. Wellenförmig, unter donnerartigem Getöse durchlaufend. 4—5 Sec. S.—N. Die Wände des Posthauses vibrirten, das ganze Haus hob und senkte sich. Man hatte das Gefühl, als würde man im Bette mehrere Male in die Höhe geworfen. (Postamt.)

28. Arnsdorf. 3<sup>20</sup> ca. Eine ca. 10 Sec. anhaltende Erderschütterung, verbunden mit Geräusch. Letzteres glich dem einer schweren steinernen Strassenwalze auf holperigem Wege. (Amtsvorsteher.)
29. Berthelsdorf. 3<sup>20</sup> ca. SO.—NW. Wellenförmiges Zittern, verbunden mit donnerartigem Geräusch. (Amtsvorsteher.)
30. Boberröhrsdorf. Zwischen  $\frac{1}{4}$  und  $\frac{1}{4}$  4 Uhr. Wellenförmiges Zittern. Bewegung der Möbel, Klirren von Gläsern und Uhren. (Amtsvorsteher.)
31. Brückenberg. 3<sup>25</sup>. 2—3 Sec. 3 Stösse, jeder etwa 1—2 Sec. dauernd. Gegenstände in den Zimmern wankten, es wurden sogar Personen in den Betten in die Höhe geworfen. Rasselndes Geräusch, wie von einem Lastwagen herrührend. (Postamt.)
32. Buchwald. 3<sup>41</sup>. 1 Stoss. 3 Sec. dauernd. Ich bekam Schwindel, es war, als wenn das Bett sich bewegte. Donnerartiges Geräusch, das der Erschütterung voranging. (Postagentur.)
33. — 3<sup>20</sup>. 1 Stoss. Zittern der Gebäude. In einem älteren, sonst festen Hause zeigten sich Risse in den Wänden. (Amtsvorsteher.)
34. Cunnersdorf. 3<sup>25</sup>. 4—5 Stösse, von S. nach N., in Zeiträumen von je 2 Sec. Schaukelnde Bewegung. Die Stösse verursachten ein ängstliches Gefühl. Das Geräusch, das der Erschütterung voranging, glich einem sich plötzlich erhebenden Sturmwinde. Ich war bereits längere Zeit munter und entzündete nach der schaukelnden Bewegung, mit der ein leises Knistern verbunden war, Licht und sah nach der Uhr. (Postamt.)
35. — Das Erdbeben nicht verspürt. (Amtsvorsteher.)
36. Eichberg. Durch das Beben wurde ich aus meinem festen Schlafe aufgeweckt und machte sofort Licht. 3<sup>22</sup>. 1 Stoss. Das ganze Haus erbehte. (Primaner KRIEG.)
37. Fischbach. 3<sup>25</sup>. Ein ca. 20 Sec. anhaltendes donnerähnliches Rollen. Erzittern des Hauses. SO.—NW. (Postagentur.)
38. — 3<sup>20</sup> ca. 3—4 Stösse in ganz kurzen Zwischenräumen. Schankeln und wellenförmiges Zittern mit fernem donnerähnlichen Getöse. SW.—NO. Die Wirkung gab sich durch Klirren der Fenster und Wanken verschiedener Gegenstände im Zimmer kund. Am meisten scheint sie in den oberen Stockwerken durch ein gewisses Schütteln, das sogar Personen in den Betten verspürt haben, bemerkt worden zu sein. Das Geräusch war kurz vor der Erschütterung vernehmbar. (Privat.)
39. Giersdorf.  $\frac{1}{4}$  4 Uhr ca. 3 Stösse, O.—W., zusammen 5 Sec. anhaltend. Ich sprang in meine Mühle, um nachzusehen, ob etwas im Gewerke passiert sei. (Amtsvorsteher.)
40. Hain. 3<sup>23</sup>. 8—10 kurz aufeinander folgende Stösse. Richtung SW.—NO. Schlag von unten mit wellenförmigem Zittern. Schwanken der Möbel und Thüren. Erzittern des Fussbodens. Das Geräusch, ein donnerartiges Rollen und Rassel, ging der Erschütterung voran und folgte ihr dann nach. (Postamt.)

41. Hermsdorf. 3¼ Uhr ca. Starkes, unterirdisches Getöse, orkanartiges Rollen. SSO.—NNW. Erschütterung der Gebäude. Klirren der Fenster. Geräusch folgte nach. (Postamt.)
42. — 3<sup>20</sup> ca. Ein längerer Stoss, wellenförmiges Zittern. Erschüttern der Gebäude. Donnerähnliches Rollen, der Erschütterung vorausgehend. (Amtsvorsteher.)
43. Herischdorf. 3¼ Uhr. Es war ein Geräusch, als wenn ein schwerer Arbeitswagen im Galopp auf hartem Boden vorüberjagte. Das Haus zitterte, ich kann fast sagen, wackelte an allen Wänden und die Erschütterung theilte sich allen Möbeln mit. (V., Eisenbahnsecretär.)
44. Hindorf. Der Nachtwächter LANGE berichtete: Es war ungefähr 10 Minuten nach 3 Uhr, als ich meinen Posten verlassen und nach Hause ging. In der Wohnung angelangt, hörte ich plötzlich ein mächtiges Dröhnen, das dem Geräusch eines schwer beladenen Wagens oder dem fernen Donner eines Sprengschusses glich. Eine Bewegung der Erde ist nicht gespürt worden.
45. Hirschberg. 3<sup>25</sup>. Ein längerer Stoss. S.—N. Die Erschütterung setzte die Möbel in schaukelnde Bewegung. Donnerartiges Geräusch, wie das Fahren eines schwer beladenen Wagens in einer engen Strasse, mit darauf folgendem Rasseln und Knall. (Postamt.)
46. — 1 Stoss. SW.—NO. 2—3 Sec. Wellenförmiges Schaukeln des Bettes und klirrendes Geräusch an Lampen und Fenstern. Geräusch und Erschütterung gleichzeitig. (Polizeiverwaltung.)
47. Krummhübel. 3<sup>20</sup>. 3 Stösse, kurz hintereinander. Wellenförmiges Zittern (SO.—NW.). Je 2—3 Sec. Donnern folgte nach. Erwachen aus tiefem Schlafe. Schwanken des Hauses und des Inventars. (Privat.)
48. Kunzendorf bei Rabishau. 3<sup>20</sup>. 1 Stoss. Schlag von unten. Erschütterung kam von SSW. Ich wurde im Bette in die Höhe geworfen. Donner folgte der Erschütterung nach. (Privat.)
49. Lomnitz. Gegen 3¼ Uhr. Wellenförmiges Zittern. Von SSO. her. Etwa 5 Sec. dauernd. Das Haus zitterte, Gläser und Tassen schlugen aneinander. Das Geräusch war ein von fern herankommendes Rollen, das anschwell und allmählich wieder verhallte. (Amtsvorsteher.)
50. Petersdorf. Gegen 3¼ Uhr früh. 2 Stösse hintereinander. Von SO.—NW. Donner ging voran. (Amtsvorsteher.)
51. Reibnitz. 3<sup>20</sup>. 1 Stoss ca. 3 Sec. Schaukeln. Die Lampenglocke klirrte, das Bett schien sich zu bewegen, ich wurde aus dem Schlafe geweckt. Donnerähnliches Getöse während und nach der Erschütterung. (Pfarrvicar KL.)
52. Rothenzechau. Zwischen 3 und 4 Uhr wurde das Beben in Form von wellenförmigem Zittern gespürt. (Amtsvorsteher.)
53. Schmiedeberg. 3<sup>25</sup>. Es ist beobachtet worden, dass Wandbilder sich bewegten. SW.—NO. (Polizeiverwaltung.)

54. Schmiedeberg. Zwischen  $\frac{1}{2}$  und  $\frac{1}{4}$  Uhr. Das ganze Haus, welches sehr starke Mauern hat, zitterte. Es war ein Gefühl, als wenn sehr schwer beladene Wagen auf dem unmittelbar am Hause befindlichen Pflaster führen. (Postamt.)
55. — Es wurden Regulatoren zum Stillstand gebracht. Sie zeigten 3<sup>25</sup>, gehen aber 3—5 Min. gegen Normalzeit vor. (Heilanstaltsbesitzer KIMSON.)
56. Schreiberhau.  $\frac{1}{4}$  Uhr. Es fand eine zitternde Bewegung statt. Bettstellen zitterten, Thüren klapperten, Fenster klirrten. Geräusch folgte der Erschütterung. (Amtsvorsteher.)
57. — Erdbeben kurz nach 3 $\frac{1}{2}$  Uhr gespürt. (Postamt.)
58. Schwarzbach. Um 3 $\frac{1}{2}$  Uhr Erdbeben gespürt. (Amtsvorsteher.)
59. Seidorf. Sehr gut gespürt. Ein Stoss zwischen 3 $\frac{1}{2}$  und 3 $\frac{3}{4}$  Uhr. S.—N. In meinem Wohnhause zeigten die Stubendecken in der obersten Etage einen Riss. Geräusch ging voran. (Amtsvorsteher.)
60. Steinseifen. Erdbeben gespürt. 1 Stoss. (Postagentur.)
61. Stonsdorf. 3<sup>25</sup>. 1 Stoss. Das Haus schwankte, so dass lose Gegenstände klirrten. Donner zugleich mit dem Stosse. (Amtsvorsteher.)
62. Straupitz. Ein Erdstoss um 3<sup>25</sup> gespürt. (Amtsvorsteher.)
63. Warmbrunn. 3<sup>45</sup>. Ein heftiger Stoss, dem ein heftiges Rollen wie das eines schweren Lastwagens vorausging. Richtung: W. bis O. Klirren der Fensterscheiben, Schwanken und Schaukeln der Möbel. (Amtsvorsteher.)
64. Zillerthal. Wurde aus dem Schlafe geweckt. Klirren von Gegenständen im Zimmer. (W., Postbeamter.)
65. Schneekoppe. Observatorium. Die Uhr blieb stehen, wurde jedoch, nach Mittheilung des Herrn Dr. KULESZA, wieder in Gang gebracht, ohne die Zeit abzulesen. Es war genanntem Herrn sonst von dem Erdbeben nichts aufgefallen.
66. Hampelbände. Von 15 übernachtenden Personen wurden vier durch das Beben geweckt. (Schles. Zeitg.)
67. Martinsbänden. Lampen stürzten um. (Schles. Zeitg.)

#### Kreis Neurode.

68. Albendorf. Ein anhaltender Stoss. Wellenförmiges Zittern. SW. bis NO. Geräusch und Erschütterung gleichzeitig. (Amtsvorsteher.)
69. Falkenberg. Erdbeben gespürt. Erwachen aus dem Schlafe. (Amtsvorsteher.)
70. Kunzendorf. Zwei kurz aufeinander folgende Stösse. SW.—NO. Hängelampen, überhaupt freischwebende Körper wurden in leichte Schwingungen versetzt. Erschütterung und Geräusch, ein dumpfes Rollen, gleichzeitig. (Amtsvorsteher.)
71. Ludwigsdorf. Anhaltendes Rollen. O.—W. Fenster klirrten, Dielen schienen sich wellenförmig zu bewegen. (Amtsvorsteher.)
72. Mittel-Steine. Die Wellenbewegung ging von N. nach S. Eine schlecht schliessende Kammerthür sprang von selber auf. (Herr KLOSE.)

73. Mittel-Steine. 3<sup>22</sup>. Erdbeben als Ruck von SO. nach NW. gespürt. Geräusch ging voran. (Amtsvorsteher.)
74. Niedersteine. Zwischen 3 und 4 Uhr. 1 Stoss. Erst Schlag, dann Rollen. W.—O. Zittern der Grundmauern des Gebäudes. (Amtsvorstand.)
75. Neurode. ¼4 Uhr ca. Zwei Stösse in Zwischenräumen von einigen Secunden. Glocken an Klingelzügen läuteten und Vögel fielen von den Stengeln. Donnerähnliches Geräusch folgte. (Magistrat.)
76. Neurode. 1 Stoss. Einige Secunden. Erschütterung des Gebäudes. Thüren bewegten sich stark. Klirren der Fenster und der Gläser auf Nachttischen. (Postamt.)
77. Reichenforst. ¾ Uhr ca. Wellenförmiges Erzittern. 3—4 Secunden dauernd. Gläser im Glasschrank klirrten aneinander. Die Schlagfeder in der Wanduhr tönte. Donnerartiges Geräusch folgte der Erschütterung nach. (Amtsvorsteher.)
78. Schlegel. ¾ Uhr. 1 Stoss. N.—S. Wellenförmiges Zittern. Glasgefässe in Schränken fielen um. Donner und Erschütterung gleichzeitig. (Amtsvorsteher.)
79. Seifersdorf. Erdbeben um ¾ Uhr gespürt. Fensterklirren. Geräusch folgte nach. (Amtsvorstand.)
80. Tuntschendorf. Erdbeben allgemein bemerkt. Fensterklirren, Verursachen von Furcht. (Amtsvorsteher.)
81. Wünschelburg. ¾ Uhr. 1 Stoss. SW.—NO. Gebäude zitterte, Geschirr klirrte. Erst Knall, dann Rollen. (Postamt.)
82. — Gegen ¾ Uhr wurde ich infolge eines starken Geräusches wach und im Bette ein paarmal hin und her geschaukelt in der Richtung N.—S. Gläserklirren wurde von vielen wahrgenommen. (U., Pfarrer.)
83. Carlsberg u. d. Heuscheuer. Erdbeben um 3<sup>40</sup> gespürt. 1 Stoss von N. nach S. Häuser, Fenster, Thüren wackelten. (Amtsvorsteher.)
84. Buchau. Erdbeben gespürt. (Amtsvorsteher.)
85. Eckersdorf. 3<sup>28</sup>. 2 Stösse. NW.—SO. Fensterklirren, Unruhigwerden der Vögel. Geräusch wie das eines schweren rasselnden Wagens folgte der Erschütterung nach.
86. Hausdorf. ¾ Uhr ca. NW.—SO. Wellenförmiges Zittern. Gegenstände in den Zimmern schwankten und klirrten. (Amtsvorstand.)

#### Kreis Glatz.

87. Agnesfeld. Sehr schwach verspürt. (Gemeindevorstand.)
88. Alt-Batzdorf. Erheblich gespürt, gegen ¾ Uhr. Zwei Stösse mit geringem Zeitraum. Ruckartige Bewegung. SO.—NW. Zittern des Gebäudes und Hausmobiliars. Rasselndes Geräusch. (Amtsvorsteher.)
89. Brzesowie bei Cudowa. 3<sup>22</sup>. 2 Stösse. Ein Zwischenraum von 1—2 Sec. Schlag von unten, dann Schaukeln und Zittern. SW. bis NO. Einfallen eines Holzstosses. Bewegung der Kochgeschirre.



Rasselndes Geräusch ging dem Knalle bei der Erschütterung voran. (LICHTER, Lehrer.)

90. Camnitz. Erdbeben um 3<sup>40</sup> gespürt. O.—W. (Gemeindevorstand.)
91. Eisersdorf. 3<sup>20</sup>. 1 Stoss. S.—N. Wellenförmiges Zittern. Zehn Secunden. Donnerartiges Geräusch. (Amtsvorsteher.)
92. Friedrichsgrund. 3 $\frac{1}{4}$  Uhr ca. Unterirdischer dumpfer Knall. Zittern der Gegenstände. 1 Stoss. SW.—NO. (Gemeindevorstand.)
93. Gabersdorf. Gegen 3 $\frac{1}{4}$  Uhr. Ein Stoss, ziemlich stark, SO.—NW., 2—3 Sec. dauernd. Ein fernes Donnerrollen näherte sich, wurde stärker und schloss mit dem Stosse ab. Geräthe im Glasschrank klirrten. (Gemeindevorstand.)
94. Glatz. Gegen 3 $\frac{1}{4}$  Uhr. Zwei Stösse im Zwischenraum von einer Secunde, von NW. nach SO. Pendelförmige Bewegungen hängender Gegenstände, wie Bilder etc. Geräusch ging der Erschütterung voran. (Polizei.)
95. — 3<sup>43</sup>. Zwei Stösse in kurzen Zwischenräumen. Wellenförmiges Zittern. NW.—SO. Möbel schwankten, auf Schränken stehende Geräthe wurden erschüttert.
96. Grunwald. Gegen 3 $\frac{1}{4}$  Uhr. 1 Stoss. Wellenförmiges Zittern. Gebäude erzitterten, viele Gegenstände darin wankten und klirrten. Geräusch folgte der Erschütterung. (Gemeindevorstand.)
97. Nieder-Hannsdorf. Erdbeben gespürt. (Gemeindevorstand.)
98. — Eine Mühle, die über Nacht arbeitete, blieb gegen  $\frac{1}{4}$  Uhr infolge des Erdstosses auf die Dauer von ca. 5 Secunden stehen, nachher arbeitete sie von allein weiter. Ein Drehkreuz stürzte von einer Console. Eine Blechschüssel rutschte vom Schrank und lag dann südlich von diesem. 1 Stoss NW.—SO. und S.—N. (WOLF, Lehrer.)
99. Ober-Hannsdorf. Ein Fenster zersprang. Den Leuten im Viehstall kam es vor, als ob der Stall bergab rutschte. Das Vieh wurde wild und unbändig. Ein Besitzer kam mit Betten die Stiege herab und bekam einen Stoss von hinten, dass er beinahe die Stiege hinabgestürzt wäre. Ein Kohlenhaufen fiel zusammen. (Lehrer, Gemeindevorsteher.)
100. Alt-Heide. Sehr stark gespürt. 3<sup>24</sup>. 1 Stoss. Stubenthüren klapperten, alle Möbel schaukelten. (Haltestellen-Aufseher.)
101. Lewin. 3<sup>25</sup>. Ein Stoss von unten mit nachfolgendem Schaukeln. W.—O. Uhrfedern, Kochgeschirre klirrten, schwere Zimmergegenstände wankten. Das Geräusch folgte unmittelbar auf den Stoss mit vermehrter Stärke, nachdem man vorher ein Donnern wie von einem fernen Gewitter gehört hatte. Der Stoss wurde von S. nach N. verspürt, diesem folgten schaukelnde Bewegungen von W. nach O. (Polizeiverwaltung.)
102. — Gegen 3 $\frac{1}{4}$  Uhr. Wellenförmiges Zittern. W.—O. Die Bewohner Lewins wurden zum Theil aus dem Schlafe geweckt. Geräusch mit der Erschütterung verbunden. (Postamt.)

103. Reinerz. 3<sup>22</sup>. Drei Stösse kurz hintereinander. Schaukelbewegung. Ungefähre Stossrichtung S.—N. Möbel wankten, Geschirr klirrte, einige Häuser erhielten Sprünge, ebenso zwei eiserne Röhren der Hochdruckwasserleitung. Donnerähnliches, brausendes Geräusch ging der Erschütterung voran. (Stadtverwaltung.)
104. — 3<sup>20</sup> ca. 1 Stoss. Schaukelnd. SSO.—NNW. Pendeln von Möbelstücken. Rollendes, brausendes Geräusch, gleichzeitig mit der Erschütterung. (Postamt.)
105. — 3<sup>42</sup> ca. 1 Stoss. Kurzer Seitenruck, verbunden mit wellenförmigem Zittern. Richtung W.—O. 1,5 Secunden dauernd. Es hatte den Anschein, als würden einige Dielen aufgerissen. Ein kleiner Pfeilerspiegel bewegte sich. Schwacher Donner, gleichzeitig mit der Erschütterung. (Apotheker M.)
106. — 3<sup>42</sup>. Ich wachte auf, weil das Haus in seinen Grundfesten erzitterte, die Scheiben und die Lampen klirrten. Ich suchte das Haus ab, weil ich zunächst annahm, dass dasselbe Schaden gelitten. (Amtsrichter F.)
107. Rückers. Fröh in der 4. Stunde. Ein Stoss, dann wellenförmiges Zittern. Stossrichtung O.—W. In einem Hause, welches an ca. 15 m hohen Felsen steht, ist eine Lampe vom Tische und ein Vogelbauer von der Wand gefallen. Auch zeigen manche Gebäude Sprünge. Die Möbel wurden wie von starker Hand gerüttelt. Donnerartiges Rasseln, gleichzeitig mit der Erschütterung. (Gemeindevorstand.)
108. — 3<sup>20</sup>. 1 Stoss. 2 Sec. Wellenförmiges Zittern. Stossrichtung SW.—NO. Zittern aller im Zimmer befindlichen Gegenstände. Ein rasselndes Geräusch, als ob schwere Lastwagen scharf fahren, war gleichzeitig mit der Erschütterung. (Privat.)
109. Sackisch. Die Mehrzahl der Bewohner wurde gegen 3¼ Uhr aus dem Schlafe geweckt. Zwei Stösse, im Zwischenraum von zwei Secunden, von NW. nach SO. Schwirren der Fensterscheiben und der Glas- und Kochschränke. Donnerndes und rasselndes Geräusch folgte der Erschütterung. (Gemeindevorstand.)
110. Schlaney. Sehr deutlich verspürt. 3<sup>22</sup> ca. 1 Stoss. NW.—SO. Dauer etwa 8 Secunden. Das Haus schwankte. Bilder schaukelten an der Wand, Lampen und Glasgefässe klirrten leicht. Es machte ganz den Eindruck, als ob eine flüssige Erdwelle unter dem Hause durchging. Ein donnerartiges, langes Rollen, ähnlich dem eines schweren, schnellfahrenden Fuhrwerks auf gefrorenem, holperigem Wege ging dem Stosse voran und klang nur kurze Zeit nach. (H., Lehrer, Gemeindevorsteher.)
111. Straussenei. 3<sup>20</sup>. Anscheinend 1 Stoss. Schlag von unten und wellenförmiges Zittern. Anscheinend von SO. nach NW. Dauer: Etwa 10 Sec. Das ganze, massive Haus erbebt, Fenster klirrten, stellenweise wurden Lampen verlöscht, lose angelehntes Geschirr fiel um. Ein donnerähnliches Krachen, wie das Herabstürzen einer Schneelawine vom Dache oder das Fahren eines schweren

Lastwagens über eine Brücke, war gleichzeitig mit der Erschütterung. (P., Pastor.)

112. Strauszenai. 3<sup>25</sup> ca. 1 Stoss. Schaukelnde Bewegung. Richtung von O. nach W. Donnerähnliches Geräusch ging voran. (Gemeindevorsteher.)
113. Ober-Schwedeldorf. 3 $\frac{1}{4}$  Uhr ca. 2 Stösse hintereinander. Schlag von unten. Anscheinend O.—W. Fensterklirren und Knistern schadhafter Stubendecken. Dumpfes, donnerähnliches Geräusch folgte der Erschütterung. (Gemeindevorsteher.)
114. Nieder-Schwedeldorf. Gegen 3 $\frac{1}{4}$  Uhr. Wellenförmiges Zittern. Von NW. nach SO. Viele Leute erwachten aus dem Schafe. Geräusch gleichzeitig mit der Erschütterung. (Gemeindevorsteher.)
115. Tscherbeney. Gegen 3 $\frac{1}{4}$  Uhr. 1 Stoss, von S. nach N. Schlag von unten, verbunden mit Schaukeln. In vielen Häusern wurde Klirren von hängenden Gegenständen wahrgenommen. Ein Donnerrollen folgte der Erschütterung. (Gemeindevorsteher.)
116. Ullersdorf. Gegen 3 $\frac{1}{4}$  Uhr. 1 Stoss. Die Betten schwankten, Glasgeschirr klirrte, Vögel in Käfigen fielen von der Stange. Zuerst ein Knall, dann donnerartiges Rollen. Das Geräusch folgte der Erschütterung. (Gemeindevorsteher.)
117. Werdeck. Zwischen 3 $\frac{1}{4}$  und 3 $\frac{1}{2}$  Uhr. 1 Stoss, verbunden mit gleichzeitigem Donner und Zittern wahrgenommen. (Gemeindevorsteher.)
118. Alt-Wilmsdorf. 3<sup>25</sup>. 1 Stoss. NNW.—SSO. 3—4 Sec. dauernd Wellenförmiges Zittern. Bei dem Beobachter begann das Bett zu zittern, resp. zu schaukeln. Die Fenster klirrten. Rollen wie das eines stark gebremsten Eisenbahnzuges war während und auch etwas nach der Erschütterung wahrnehmbar. (Gemeindevorsteher.)

#### Kreis Habelschwerdt.

119. Grafenort. 3<sup>25</sup>. 2 Stösse binnen 2—3 Sec. Der erste Stoss ca. 6 Sec., der zweite ca. 4 Sec. Wellenförmiges Zittern. NW.—SO. Betten und Thüren geriethen in zitternde Bewegung. Ein dumpfes, tiefes Sausen, ähnlich dem einer in Betrieb stehenden Locomobile, folgte der Erschütterung. (Hauptlehrer HENISCH.)
120. Habelschwerdt. Ganz deutlich. 3<sup>25</sup>. 2 Stösse, der letzte schwächer. Wellenförmige Bewegung. SW.—NO. Thüren gingen auf, das in den Stuben stehende Geschirr klirrte, Vorhänge bewegten sich, das Wasser aus stehenden Goldfischbehältern lief über. Man hörte zunächst einen Knall mit darauf folgendem Rasseln, ähnlich einem vorüberfahrenden, auf dem Strassenpflaster polternden Wagen. Das Geräusch folgte der Erschütterung. (Polizeiverwaltung.)
121. — 3<sup>25</sup>. Ein Stoss. Wellenförmige Erschütterung. Wahrscheinlich Richtung NW.—SO. Viele Personen wurden aus dem Schafe geweckt. Erzittern der Thüren, Fenster und Küchengeräthe, Stehenbleiben einer Wanduhr. Stubenvögel fielen von den Sitzstangen. Geräusch und Erschütterung gleichzeitig. (Postamt.)

122. Hüttenguth. 3¼ Uhr. 1 Stoss. 20—25 Sec. Besondere Wirkungen habe ich nicht bemerkt; ich konnte weder an der Hängelampe noch an anderen freibeweglichen Gegenständen eine Veränderung wahrnehmen. Das Geräusch, einem starken, anhaltenden Donner gleichend, begann gleichzeitig mit der Erschütterung. (V., Lehrer.)
123. Landeck. Nur von wenigen Leuten wahrgenommen. 3¼ Uhr. 1 Stoss. Wellenförmiges Zittern. Glassachen und Kochgeschirre verursachten an einigen Stellen geringes Geräusch. (Polizeiverwaltung.)
124. — 3<sup>25</sup>. 1 starker Stoss. Schaukeln. S.—N. Betten schienen zu rücken, Bilder an der Wand hingen schief. Rollen fast gleichzeitig mit der Erschütterung. (Fr., Hauptlehrer.)
125. — 3<sup>25</sup>. Die Bewegung, ungefähr von O. nach W. gerichtet, begann mit heftigem Schlag von unten, auf den eine Reihe von Zitterbewegungen folgten. Heftiges Schwanken der Stubenthür in ihren Angeln, ohne dass sie sich jedoch geöffnet hätte. Heftiges Klirren der Fensterscheiben. Das Geräusch glich einem heftigen, dumpfen Schlag, mit nachfolgendem donnerähnlichem, abnehmendem Geräusch, das mit seltsamen, klirrenden und rasselnden Tönen verknüpft war. Der Schlag ging der Erschütterung voran, die übrigen Geräusche waren gleichzeitig. (H., Oberlehrer.)
126. — 3<sup>20</sup>. 1 Stoss. Schlag mit darauffolgendem wellenförmigen Zittern. In den Zimmern klirrten die aufgestellten Geschirre (Gläser, Porzellansachen). Kurzer Donner, dahinter wie Rasseln schwerbeladener Frachtwagen. Das Geräusch folgte. (Privat.)
127. — 3<sup>25</sup>. Schaukelnde Bewegung. Einige Secunden dauernd. Unsere Betten wurden erschüttert, so dass wir aufwachten in dem Glauben, es hätte jemand gegen das Bett gestossen. Rasselndes Geräusch folgte der Bewegung. (REIER, Realgymnasialdirector.)
128. Ober-Langenau. 3<sup>20</sup>. Stösse gar nicht zu spüren. Wellenförmiges Zittern, von NW.—SO., gegen 10 Sec. dauernd. Zittern, Fensterklirren, schaukelnde Bewegung. Geräusch und Erschütterung gleichzeitig. (Amtsvorsteher.)
129. Bad Langenau. Gegen 3¼ Uhr. Wellenförmiges Zittern, von S. nach N. Klirren der Porcellangefässe in den Schränken. Geräusch, ein Rasseln ging der Erschütterung voran. (Amtsvorsteher.)
130. Langenbrück. Gegen 3<sup>40</sup>. 1 Stoss, darauf wellenförmiges Zittern, 2—3 Sec. dauernd. Ein Geräusch wie das Rasseln eines schnell fahrenden Wagens folgte der Erschütterung. (Gemeindevorsteher.)
131. Alt-Lomnitz. 3<sup>25</sup>. Ich lag zu Bett. Dieses sowie die Matratze erzitterte sehr heftig 4—6 Sec. lang. Es war, als ob Jemand im Hause mit aller Gewalt zu ebener Erde ein schweres Fass rollte. Während des unterirdischen Getöses hörte ich zugleich draussen im Freien ein sehr heftiges Summen und Tönen, wie von einer Locomobile. Die Richtung des Getöses wie des Summens war von SW. nach NO. In der Schule, die mehr von SW. nach NO. gebaut ist, bewegten sich die Thüren. Das Eis erkrachte auf den Teichen und zeigte nachträglich Sprünge. (R., Pfarrer.)

132. Rosenthal. Gegen 3¼ Uhr. Dumpfes Rollen von SW. nach NO. oder umgekehrt gespürt. (Amtsverwaltung.)
133. Schöna. Erdbeben als dumpfes Rollen gespürt. (Gemeindevorsteher.)
134. Schönfeld. Erdbeben gegen 3¼ Uhr, anscheinend von NW. her gespürt. Gläser und sonstige leichte Gegenstände klirrten und bewegten sich. (Gemeindevorsteher.)
135. Seitenberg. Gegen 3¼ Uhr. Wellenförmiges Zittern von N. nach S. Leichtere Gegenstände in den Schränken schlugen aneinander. Geräusch und Erschütterung gleichzeitig. (Amtsvorsteher.)
136. Alt-Waltersdorf. 3<sup>50</sup>. 1 Stoss. Schaukelartige Bewegung, Fenster klirrten, Schlafende wurden durch Bewegung der Betten aufgeweckt. Geräusch und Erschütterung gleichzeitig. (Amtsvorsteher.)
137. Neu-Waltersdorf. 3<sup>50</sup>. 1 Stoss. SO.—NW. Klirren der Fenster. Schnee fiel von den Dächern. Geräusch ging der Erschütterung voran.
138. Alt-Weistritz. 3¼ Uhr. Rollen, wie das eines vorüberfahrenden Wagens. W.—O. Gegenstände geriethen in Bewegung. Geräusch und Erschütterung gleichzeitig. (Amtsverwaltung.)
139. Wölfelsdorf. 3¼—3½ Uhr. 1 Stoss. Schaukelartige Bewegung. NW.—SO. Personen wurden aus dem Schlafe geweckt und im Bett hin und her gerüttelt. Donnerähnliches Geräusch ging der Erschütterung unmittelbar voran. (Amtsvorsteher.)
140. Nesselgrund. Wellenförmiges Zittern und Fortschieben von NO. nach SW. 3<sup>55</sup>. Etwa 5 Sec. dauernd. Knistern und Knacken des ganzen Hauses, Erklingen von Glas- und Thonsachen. (HALTER, Oberförster.)

#### Kreis Lauban.

141. Gebhardsdorf. ¼4 Uhr. Ununterbrochenes Rollen. Schaukeln. SO.—NW. 6—8 Sec. dauernd. Verschiedene Gegenstände, sowie Lampe gerüttelt. Fenster klirrten. Geräusch unmittelbar vor und nach der Erschütterung. (Amtsvorsteher.)
142. Heidersdorf. ¼4 Uhr. 1 Stoss. Seitenruck und Zittern. SSW. nach NNO. Der stehende Beobachter nahm an sich einen Ruck wahr, als ob der Fussboden ihm unter den Füßen seitwärts weggerückt würde. Glasscheiben klirrten und Glasgegenstände klangen aneinander. Eine Erschütterung wurde auch von der im Bett sitzenden Ehefrau des Beobachters deutlich verspürt. Man hörte das Geräusch, ähnlich dem Rasseln eines Schnellzuges, deutlich näher kommen, worauf plötzlich die Erschütterung folgte. Die ganze Erscheinung dauerte 5—10 Sec. (GROSSER, Lehrer.)
143. Langenöls. Erdbeben gegen 3<sup>52</sup> verspürt. 1 Stoss. (Postamt.)
144. Lauban. 3<sup>50</sup> ca. Ich bin aus dem Schlaf aufgewacht. Die Thür des Kleiderschranks und die des Nachttischens gingen auf. (Polizeiverwaltung.)

145. Marklissa. 3<sup>10</sup> ca. 1 Stoss, bestehend in 3 kurzen Seitenrucken. Unterzeichneter, welcher wach im Bette lag, wurde zwei Mal hin und her geschüttelt. Ausserdem klirrte das Waschgeschloß zusammen. Das Geräusch, ähnlich dem eines heftigen Sturms oder dem Rollen eines schweren Wagens, ging dem Stosse voran. (M., Bahnverwalter.)
146. — Von einer grossen Anzahl von Personen gegen 3<sup>10</sup> gespürt. 1 Stoss verbunden mit Schaukeln. Von SSO. nach NNW. Klirren von Fensterscheiben, Bewegung der Möbel und Öffnen von Thüren. Geräusch wie das eines schweren Lastwagens ging der Erschütterung voran. (Stadtverwaltung.)
147. Nicolausdorf. 3<sup>15</sup> ca. 1 Stoss. Schaukeln der Wohnungseinrichtung. Donnerähnliches Geräusch, der Erschütterung vorangehend. (Postamt.)
148. Seidenberg. 3<sup>1</sup> Uhr ca. Wellenförmiges Zittern, nur wenige Sekunden dauernd, durch welches Bilder an der Wand schiefgerückt wurden. Es folgte ein donnerähnliches Geräusch nach. (Polizeiverwaltung.)
149. Schönberg, O.-L. Gegen 3<sup>40</sup>. 1 Stoss, SW.—NO, 3 Sec. dauernd machte die Fenster erklirren, Gegenstände schwanken, Thüren aufspringen. Rasselndes Geräusch vor und während der Erschütterung.
150. — Erdstoss verspürt. (Postamt.)
151. Nieder-Schönbrunn. 3<sup>15</sup>. Wellenförmiges Rollen, von S. nach N. verlaufend. (Postamt.)
152. Wigandsthal. Gegen 3<sup>10</sup>. 1 Stoss, mit schaukelnder Bewegung von S. nach N. Ein Geräusch, gleich entferntem Donner, gleichzeitig mit der Erschütterung. (Postamt.)

#### Kreis Löwenberg.

153. Brauna. Kurz nach 1/4 Uhr. 1 Stoss von unten, 3 Sec. dauernd machte das ganze Haus von Grund aus erzittern. In einem Glasschrank klirrten Gläser und Scheiben, und die Bewohner fuhren erschreckt aus dem Schlafe. (SIEGERT, Lehrer.)
154. Friedeberg a. Qu. Hier, und besonders in den Nachbarorten Egelendorf, Grenzdorf, Regensberg und auf der Iser wurde ein mehrere Sekunden andauerndes Erdbeben mit donnerartigem Geräusch bemerkt. Die Erschütterung ging von NO. nach SW. und war so heftig, dass Bilder an der Wand sich bewegten und Kalk von der Decke fiel. (Privat.)
155. Lähn. 3<sup>15</sup>. Wellenförmiges Zittern von S. nach N. Möbel, Betten und wir selbst in diesen wurden in schaukelnde Bewegung versetzt. Die Fenster klirrten. Geräusch, ähnlich dem eines fahrenden Lastwagens, war fast gleichzeitig mit der Erschütterung zu spüren. Mit dem Geräusch zugleich erhob sich ein starker Sturm, während die Luft vorher und nachher völlig ruhig war. (Gr., Apotheker.)

156. Lähn. 3<sup>20</sup> ca. Erdbeben gespürt. (Postamt.)
157. Liebenthal. Zwischen 3 und 4 Uhr. 1 Stoss mit schaukelnder Bewegung, 1—2 Sec. anhaltend. Das Haus schien in Bewegung zu sein. (Postamt.)
158. Löwenberg. Gegen 3 $\frac{1}{4}$  Uhr. Gläser und Waschgeschirre klirrten aneinander, so dass angenommen wurde, ein schwerer Lastwagen sei auf der Chaussee vorbeigefahren. (Privat.)
159. Plagwitz. Zwischen 3 $\frac{1}{4}$  und 3 $\frac{3}{4}$  Uhr wurde 1 Stoss verspürt, dem ein heftiges Zittern oder Rütteln folgte. Es dauerte 2 Sekunden. Man erwachte aus dem Schlafe, Klirren von Glas- und Porcellansachen, Klappern der Einsatzwände eines eisernen Ofens, Knistern des Gebälks u. s. w. war zu hören. Donnerndes, polterndes Geräusch folgte der Erschütterung. (Gemeindevorsteher.)
160. Schmottseifen. 3<sup>20</sup>. 2 Stösse hintereinander. Haus steht auf Fels. Wellenförmiges Zittern, 2—3 Sec. anhaltend. Fensterscheiben, sowie auf Möbeln stehende Gläser klirrten. Ein rasselndes Geräusch folgte der Erschütterung nach. (Postamt.)
161. — Erdbeben verspürt. (Gemeindevorsteher.)

#### Kreis Görlitz.

162. Deutsch-Ossig. Gegen 4 Uhr 1 Stoss. Anfänglich starkes Erzittern, dann kurzer Seitenruck von NW. nach SO. mit nachfolgendem Zittern. Der Postagent wurde, im Bette sitzend, zur Seite geworfen. (Postagentur.)
163. Gersdorf, O.-L. Gegen 3 $\frac{1}{4}$  1 Stoss. In allen Theilen des Dorfes gespürt. Die Leute erwachten plötzlich aus dem Schlafe und weckten z. Th. ihre Angehörigen, weil sie einen Schaden am Hause befürchteten. (Bz., Pastor.)
164. Görlitz. Gegen  $\frac{3}{4}$  4 Uhr. Schaukelnde Bewegung. Von einem Topfe fiel ein Deckel ab. Nach der Erschütterung war ein rollendes Geräusch zu hören. (Herr LUDWIG.)
165. Hennersdorf. Gegen 3 $\frac{1}{4}$  Uhr Erdbeben gespürt. (BRASE, Pastor.)
166. Königshain. 3<sup>20</sup>. Felsenuntergrund. Schaukelnde Bewegung von W. nach O. Donnerähnliches Geräusch, welches plötzlich mit Getöse aufhörte. (Gemeindevorsteher.)
167. Kunnerich unter der Landskrone. Von mehreren Mitgliedern der Gemeinde gespürt. (SCH., Pastor.)
168. Lauterbach. Erdstoss gespürt. (Lehrer SCHMIDT.)
169. Moys. Gegen 3<sup>20</sup>. 4 Stösse. Thüren klapperten, Gläser klirrten und Möbel wankten. SW.—NO. (Postamt.)
170. — Gegen 3 $\frac{1}{4}$  Uhr. Auf Felsenuntergrund. 2 Stösse, von W. nach O. Die Betten erzitterten in dem leicht gebauten Hause, einige Tapeten zerrissen, Kalk fiel an einigen Wänden herab und einige Risse wurden bedeutend erweitert. (VOIGT, Kais. Marine-Oberingenieur a. D.)
171. Nieder-Reichenbach. 1 Erdstoss gespürt. (Polizeiverwaltung.)

172. Zodel. 3 Stöße in Zwischenräumen von etwa 5 Sec. Schaukelnde Bewegung. Das Topfgeschirr im Schrank klirrte nachhaltend. (SCH., Pastor.)

Kreis Bunzlau.

173. Aslau. 3<sup>25</sup>—3<sup>45</sup>. Sand- und Kiesuntergrund. NNO.—SSW. 2 rasch aufeinander folgende Stöße. Schaukelnde Bewegung wie auf dem Meere bei todter See. Es fiel Putz von der Decke. (Amtsvorsteher.)
174. Bunzlau. Erdbeben wurde gespürt zwischen 3<sup>20</sup> und 3<sup>45</sup>. Untergrund: Senoner Thon. Meine Nachtglocke klingelte leise. Leichte Gegenstände und Fensterscheiben klirrten. (Kgl. Waisen- und Schulanstalt.)
175. — 3<sup>20</sup>. Schuttboden. Theils Seitenruck, theils Schaukeln. 2 Stöße. Einige Personen hatten die Empfindung, als ob sie aus dem Bette fielen. Lampen und Gläser klirrten. Ein wie Wagenrasseln klingendes Geräusch folgte der Erschütterung. (G., Lehrer.)
176. Gnadenberg. 3<sup>20</sup> ca. 1 Stoss, mit kurzem Seitenruck, von N. nach S. Donnerähnliches Getöse ging voran. (Amtsvorsteher.)
177. Grosshartmannsdorf. 3<sup>20</sup> ca. Das Haus des Beobachters steht auf Sandboden, einige Meter südlich Kalk. Wellenförmiges Zittern NW.—SO. Klirrendes Geräusch, welches der Erschütterung folgte. Auf der Löwenberger Chaussee fand sich am nächsten Morgen ein 20 m langer und  $\frac{1}{2}$ —1 cm breiter Riss in der Längsrichtung der Chaussee. (Dr. BUSCHBECK.)
178. Kittlitztreben. Gegen 3<sup>20</sup>. Betten geriethen in schaukelnde Bewegung. Thüren und Fenster klapperten. Ein rasselndes Geräusch, anscheinend gleichzeitig mit der Erschütterung. W.—O. (Amtsvorsteher.)
179. Klitschdorf. Gegen 3<sup>40</sup>. Felsiger Untergrund. Wellenförmige, schaukelnde Bewegung, ungefähr von S. nach N. Leichte Gegenstände, auch Vorhänge, schwankten. Donnerähnliches kurzes Rollen mit folgendem starken Schlag. (Amtsvorsteher.)
180. Lichtenwaldau. 3<sup>20</sup>. Sandboden. 1 Stoss wurde gespürt. Donnerähnlicher Ton, kurzer Ruck. Einige Personen wurden von einer Seite des Bettes nach der anderen geworfen, andere nahmen ein Klirren von Tassen und Gläsern wahr. Im Nachbardorfe Rinden war am nächsten Tage die Eisdecke eines Teiches gesprungen. (Amtsvorsteher.)
181. Modlau. 3<sup>11</sup> (?). Ein ziemlich starker Schlag von unten, anscheinend von SO. nach NW. Ein rasselndes Geräusch folgte der Erschütterung. (NEUMANN, Weichensteller.)
182. Thomaswaldau. Erbeben gespürt. Es war ein Seitenruck mit schaukelnder Bewegung von S. nach N. zu spüren. Möbelstücke und Betten schwankten. Verschiedene Gegenstände wurden gerückt.
183. Ullersdorf a. Qu. 3<sup>21</sup>. Bewegungen der in der Wohnung hängenden Bilder, Klirren der Waschgefäße und Gläser. (Postagentur.)



184. Alt-Warthau. 3<sup>45</sup>. 1 Stoss. Wellenförmige Bewegung. Niemand blieb im Schlafe. In einem Zimmer fielen Gegenstände vom Tische zu Boden. Ein polterndes Geräusch folgte dem Stosse. (Postagentur.)

Kreis Goldberg-Haynau.

185. Adelsdorf. 1 Stoss mit donnerähnlichem Krachen. (Amtsvorsteher.)  
 186. Nieder-Bielau. 3 $\frac{1}{2}$  Uhr. 3—4 Stösse mit unterirdischem Donner, anscheinend von O. nach W. ziehend. Haus und Bett bebten, Fenster klirrten. (Amtsvorsteher.)  
 187. Ober-Breckendorf. Sehr schwach gespürt, als ein Geräusch, wie das eines schwer beladenen Wagens. O.—W. Stubenthüren zitterten leise. (Quoos, Rittergutsbesitzer.)  
 188. — (Der Amtsvorsteher.)  
 189. Goldberg. Zwischen 3 und 4 Uhr. Die Hausbewohner wurden aus dem Schlafe geweckt. Die Wand erhielt Sprünge, so dass Tapeten zerrissen. (M., Pastor.)  
 190. Haynau. Zwischen  $\frac{1}{2}$  und  $\frac{3}{4}$  Uhr. 1 Stoss mit schaukelnder Bewegung. Menschen und Thiere wurden verhältnissmässig unruhig. (Polizeiverwaltung.)  
 191. Kaiserswaldau. 3<sup>20</sup>. 1 Stoss, O.—W., ca. 5 Sec. anhaltend, übte beängstigende Wirkungen aus. Das Vieh in den Ställen erhob sich und stand wie angewurzelt mit theilweise zum Fenster gewandtem Kopfe. Hunde wurden sehr unruhig. Ein rasselndes Geräusch war zu hören, als wenn ein schwerer Kastenwagen mit rasender Geschwindigkeit auf Steinpflaster fortbewegt würde. Es begleitete die Erschütterung. (Postamt.)  
 192. Modelsdorf. Etwa 3 $\frac{1}{4}$  Uhr. Ein kurzer Schlag von unten. Ein im Zimmer stehendes Fahrrad wäre beinahe umgefallen. An zwei Stellen des Ortes wurde ein etwa  $\frac{1}{2}$  cm breiter, von S. nach N. laufender Riss des hartgefrorenen Erdbodens bemerkt. (Amtsvorsteher.)

Kreis Schöna u.

193. Berbisdorf. 3<sup>20</sup>. 1 Stoss. Wellenförmiges Zittern, ca. 6 Sec. anhaltend. Gläser auf den Tischen klirrten. (Amtsvorsteher.)  
 194. Johnsdorf. 2 Stösse, kurz hintereinander. Zittern der Möbel und Fensterklirren. (Amtsvorsteher.)  
 195. Nieder-Kauffung. 3<sup>20</sup>. 1 Stoss. Von SO. her. Glasgeschirr im Schrank bewegte sich. Am Telephon schlug die Glocke einmal an. Donnerähnliches Rollen ging der Erschütterung voran. (Postagentur.)  
 196. Kauffung. 1 Stoss verspürt. (Polizeiverwaltung.)  
 197. Ketschdorf. 3<sup>45</sup>. 1 Stoss. S.—N., ca. 5 Sec. dauernd. Schwan-  
 kende Bewegung der Möbel im Zimmer. Klirren von Glassachen im Schrank. Schuttboden, darunter Fels. (Amtsvorsteher.)

198. Kupferberg. Gegen  $\frac{1}{4}$  Uhr. Einwohner vielfach aufgeweckt. Sprung im Dache eines Gebäudes(?). Rütteln von Thüren. Fels, darüber Haldenschutt. (Polizeiverwaltung.)
199. Nieder-Röversdorf. Ein rollendes, donnerartiges Getöse wurde vernommen. Der Beobachter wurde aus dem Schlafe geweckt. (Amtsvorsteher.)
200. Alt-Schönau. 3<sup>25</sup>. Einmaliges Rollen mit wellenförmigem Zittern, ca. 1 Sec. dauernd. Gegenstände, die im Zimmer lose standen, auch Ofenthüren zitterten. Erst kam ein rollendes Geräusch, wie wenn ein starker Wind sich im Schornstein stiess, dann die Erschütterung. (Amtsvorsteher.)
201. Schönau. 3<sup>25</sup>. Wellenförmige Bewegung, anscheinend von O. nach W., etwa 8—10 Sec. anhaltend. Während der Erschütterung war ein Geräusch zu hören, wie das ungewöhnlich starke Rasseln eines langen und schweren Eisenbahnzuges. Starker Sturm. (Postamt.)
202. — 1 Stoss, mit wellenförmigem Zittern, von SO. nach NW., liess das Gebälk im Hause knacken und das Bett schaukeln. Ein dem Donner oder einem vorüberfahrenden Eisenbahnzuge ähnliches Geräusch, nur viel tiefer im Ton, ging der Erschütterung voran. (Stadtverwaltung.)

Kreis Bolkenhain.

203. Bolkenhain. Zwischen  $\frac{3}{4}$  und 4 Uhr. 1 Stoss. Wellenförmiges Schaukeln, von SO. nach NW. 3—4 Sec. dauernd. In einem Gebäude bewegte sich eine hängende Ampel, in einem anderen klirrten die Stürzen auf eisernen Töpfen und in wieder anderen wurden Vögel in den Käfigen unruhig. Rasselndes Geräusch während der Erschütterung. Starker Sturm während der Nacht. (Polizeiverwaltung.)
204. Nieder-Baumgarten. Durch ein donnerähnliches Getöse wurden um 3<sup>12</sup> viele Bewohner unseres Ortes, darunter auch ich, aus dem Schlafe geweckt. Sogleich erfolgten auch die Stösse. Ich bemerkte zwei stärkere Stösse inmitten der wellenförmigen, zitternden Bewegung. Die Betten wurden so heftig geschüttelt, als wenn sie von einer starken Person bewegt würden. Die auf dem Tische stehende Lampe klapperte während der ganzen Dauer der Bewegung sehr heftig, aber ganz regelmässig. Die Bewegungen schienen von NNO. nach SSW. zu gehen. Da unsere Betten in dieser Richtung stehen, wurden wir deutlich gewahr, wie wir auf und ab geschoben wurden. Ein Mann behauptet, dass die Decke seiner Stube einen Riss bekommen habe. In oberen Stockwerken machten sich die Stösse besonders bemerkbar. Ein donnerähnliches Rollen ging der Erschütterung voran. Zur Zeit des Erdbebens war es windstill. (Sp., Lehrer.)
205. Baumgarten. Erdbeben 3<sup>12</sup> bemerkt. Häuser zitterten, Gegenstände klirrten. 2 Stösse N.—S.

206. **Langhewigsdorf.** Von einzelnen Personen bemerkt gegen 3<sup>20</sup>.  
(Amtsvorsteher.)
207. **Alt-Reichenau.** (Amtsvorsteher.)
208. **Rohnstock.** 3<sup>20</sup> ca. 1 Stoss, verbunden mit Schaukeln. Rasseln-  
des Geräusch folgte der Erschütterung. (Postamt.)
209. — Gegen 3<sup>20</sup>. 1 Stoss, von S. nach N., liess Gegenstände erklirren.  
(Amtsvorsteher.)
210. **Rudelstadt.** Gegen 3<sup>20</sup>. Anscheinend 2 Stösse mit ganz kurzem  
Zwischenraum, anscheinend von O. nach W., liessen Möbel wackeln  
und Mörtel in den Schornsteinen herabfallen. Während der Er-  
schütterung donnerähnliches Geräusch, hinterher Sturm. (Amts-  
vorsteher.)
211. **Wernersdorf.** Nach 3 Uhr. 1 Stoss. N.—S. Die Bewohner er-  
wachten zum Theil. (Amtsvorsteher.)
212. **Würzburg.** Von vielen Personen, die in den Betten gerüttelt  
wurden, in Form eines Stosses gespürt. Klirrendes Geräusch  
folgte der Erschütterung. Heftiger Sturm. (Amtsvorsteher.)

Kreis Jauer.

213. **Bersdorf.** 3<sup>45</sup>. 1 Stoss aus W., verursachte wellenförmiges Zittern.  
Die Fensterscheiben und die Lampe auf dem Tische klirrten. Donner-  
ähnliches Geräusch ging der Erschütterung voran. (Amtsvorsteher.)
214. **Jauer.** 3<sup>25</sup>. 2 Stösse hintereinander. Es gab einen Schlag von  
unten und kurzen Seitenruck. Fenster klirrten, Wände wurden  
erschüttert. Donnerähnliches Geräusch folgte der Erschütterung.  
(Magistrat.)
215. — Gegen 3<sup>20</sup>. 1 Stoss, NW.—SO. 2—3 Sec. anhaltender Seiten-  
ruck mit Schaukeln. Fensterscheiben klirrten stark. (Postamt.)
216. **Lobris.** 3<sup>25</sup>. Deutlich wahrgenommen. Dreimalige ruckweise Be-  
wegung, wellenförmiges Zittern und Schaukeln, von SO. nach NW.  
gerichtet und 4—6 Sec. dauernd. Fensterscheiben und Ofen-  
thüren klirrten, Zimmergegenstände im Parterre bewegten sich.  
Das Geräusch, ähnlich dem eines vorüberfahrenden schweren  
Wagens, ging dem Stosse voraus und hielt auch nach demselben  
an. (Privat.)
217. **Leipe.** Gegen 3<sup>15</sup>. 1 Stoss, wellenförmiges Zittern, von SW. nach  
NO. gerichtet. 3 Sec. dauernd. Die Gebäude und die in dem-  
selben befindlichen Gegenstände zitterten. Langsames, donner-  
ähnliches Rollen ging der Erschütterung voran. Orkanähnlicher  
Sturm. (Amtsvorsteher.)
218. **Pombsen.** Gegen 3 $\frac{1}{4}$  Uhr. Wellenförmige Bewegung von SO. nach  
NW. Erschütterung von Thüren, Fenstern, losen Gegenständen.  
Dampfes, donnerähnliches Geräusch.
219. — 3<sup>25</sup>—3<sup>27</sup>. Deutlich verspürt. 1 Stoss. Wellenförmige, zitternde  
Bewegung von SSO. nach NNW. Möbel knisterten, Blumen-  
blätter raschelten, Blumentöpfe wurden schief gerückt. Wind-  
still. (Postagentur.)

220. Prausnitz. 3<sup>22</sup>. Wir wurden durch ein heftiges Rollen aus dem Schlafe geweckt. Die Erschütterung, deren Dauer wir auf 3—4 Sec. schätzen, schien nördliche Richtung zu haben. Es kam uns vor, als schwankten unsere Betten. (Privat.)
221. Semmelwitz. Gegenstände kamen ins Wanken, dumpfes Rollen, wie Donner, ging der Erschütterung voran. (Amtsvorsteher.)

#### Kreis Liegnitz.

222. Gross-Baudiss. 3<sup>20</sup>. Von mehreren Personen deutlich gespürt als wellenförmiges Zittern oder Heben, 2—3 Sec. anhaltend. Gläser und Löffel klirrten, Möbel und Betten zitterten. Richtung der Bewegung SW.—NO. (Privat.)
223. — Gegen  $\frac{1}{4}$  Uhr wurde ich durch ein mir unerklärliches Geräusch aus dem Schlafe geweckt und verspürte auch ein Schwanken der Dielen und Zittern der Möbel. (Privat.)
224. Kaudewitz. Gegen 3 Uhr(?). 2 Sec. langes Zittern mit kurzem Donner gespürt. (Gemeindevorsteher.)
225. Liegnitz. 1 Stoss mit etwa 3 Sec. langem Schaukeln verspürt. Hinter Tapeten rieselten Putztheilchen herunter. (Dr. ZERLANG, Oberlehrer.)
226. Petersdorf. Erschütterung der Häuser gegen 3 Uhr(?). (Gemeindevorsteher.)
227. Tentschel. Zwischen  $\frac{1}{2}$  und  $\frac{3}{4}$  Uhr; 3 Stösse in Zwischenräumen von mehreren Secunden, von S. nach N. gerichtet. Man hatte das Gefühl, als sollte man in die Höhe geworfen werden. Das Haus krachte in den Fugen, Thüren klappten zu. (FIEBIG, Gutsverwalter.)
228. Weissenleipe. 3<sup>45</sup>. Hörte, da ich wach war, ein hohldonnerndes Geräusch mit starkem Getöse. Meine Bettstelle wurde in sichtliche Schwankungen versetzt. (Privat.)
229. Wangten. Ich erwachte infolge von donnerähnlichem Geräusch, richtete mich auf, fühlte ein Schwanken. Als ich nach der Uhr sah, war es 3<sup>25</sup>. Meine Frau empfand dasselbe Gefühl. Rollen, unterbrochen von 5—8 Stössen, ca. 20 Sec. dauernd. Wellenförmiges Zittern. Kleine Kalktheilchen einer rissigen Seitenwand fielen zur Erde. (Privat.)

#### Kreis Striegau.

230. Bockau. 3<sup>22</sup>. 1 Stoss mit rasselndem Geräusch verbunden. (Amtsvorsteher.)
231. Damsdorf. 3<sup>40</sup>. Gegenstände in der Stube und im Glasschrank zitterten und klirrten. (Amtsvorsteher.)
232. Dromsdorf. 3<sup>25</sup>. Schaukelnde und zitternde Bewegung von SW. nach NO. (Amtsvorsteher.)
233. Gäbersdorf. Gegen 3<sup>20</sup>. (Amtsvorsteher.)
234. Järischau. Gegen 3<sup>20</sup> wurden wir alle aus dem Schlafe geweckt und sprangen ganz entsetzt aus den Betten. Es wurde 1 Stoss,

von S. nach N. gerichtet, verspürt. Es war während der Erschütterung ein Geräusch zu hören, ähnlich dem, als wenn ein Zug in den Bahnhof einfährt. (Privat.)

235. Järischau. Gegen 3<sup>20</sup>. SW.—NO. (Amtsvorsteher.)
236. Kuhnern. 3<sup>25</sup>. 2 Stösse, kurz nacheinander. Die Wände und der Fussboden zitterten. (Amtsvorsteher.)
237. Laasan. Zwischen 3<sup>20</sup> und 3<sup>45</sup>. 1 Stoss, von S. nach N. gerichtet, 5—6 Sec. anhaltend. (Amtsvorsteher.)
238. Lüssen. Gegen 3<sup>20</sup>. Sehr wahrnehmbar. 1 Stoss, von SW. nach NO. gehend, erschütterte die Häuser, liess die Fensterscheiben klirren und warf kleine Gegenstände um. Während der Erschütterung war ein Donner wie beim schnellen Fahren eines leeren, aber schweren Wagens auf gefrorenem Boden zu hören. (Amtsvorsteher.)
239. Neuhof. 3<sup>25</sup>. 2 Stösse mit wellenförmigem Zittern. Die Betten wurden erschüttelt, Thür und Fenster klirrten. Rasselndes Geräusch folgte den Stössen. (Amtsvorsteher.)
240. Ossig. Gegen 3<sup>25</sup> wurde ich durch ein starkes Krachen der Fensterläden geweckt. In einer eisernen Bettstelle liegend, nahm ich darauf ein ruckweises Schwanken des Hauses wahr, was mich auf den Gedanken brachte, es sei wohl gar ein Erdbeben. Der Erschütterung folgte ein hohl donnerndes Geräusch. (OTTE, Pfarrer.)
241. Pilgramshain. 3<sup>25</sup>. Das Haus des Beobachters steht auf verwittertem Granit mit fester Granitunterlage. Thüren und Möbel zitterten bei dem Erdbeben, die Fenster klirrten, von den Wänden fiel Kalk ab. (Amtsvorsteher.)
242. Pläswitz. (Amtsvorsteher.)
243. Rauske. Nach 3 $\frac{1}{4}$  Uhr schaukelten infolge eines 2—3 Sec. anhaltenden Stosses an vielen Stellen die Betten, so dass die Betreffenden glaubten, herausgeworfen zu werden. Ein Geräusch, als ob schweres Lastfuhrwerk auf der Strasse führe, folgte auf die Erschütterung. (Amtsvorsteher.)
244. Gross-Rosen. Möbel und Bilder an der Wand bewegten sich. (Amtsvorsteher.)
245. Ober-Streit. Ein langer Stoss, ca. 3 Sec. anhaltend, von W. nach O. gerichtet, verbunden mit donnerartigem Rollen, liess das Hausgeräth erzittern. (Amtsvorsteher.)
246. Striegau. 3<sup>20</sup>—3<sup>21</sup>. 2 Stösse im Zwischenraum von 1 Min.(?), von NW. nach SO. gerichtet. (Postamt.)
247. — Das Erdbeben wurde um 3<sup>22</sup> gespürt. Mein Grundstück steht auf Lehm, darunter in 25 m Tiefe Granit. Ein Erdstoss wurde verspürt, der das Haus in die Höhe zu heben schien, so dass es in allen seinen Theilen erbebe, und man nicht allein das Knattern der Tapeten, sondern auch das Reiben der Mauersteine deutlich hörte. Nach 2 Sec. schien sich das Haus wiederum um ebensoviel zu senken, wobei jedoch die Thüren aus allen Fugen zu

gehen schienen und ein mächtiges Erzittern derselben sowie der Fenster sich hörbar machte. Die Erschütterung selbst war mit einem donnerähnlichen Geräusche verbunden, das mit dem Zurücksinken des Hauses sofort verklang. Sofort danach machte sich ein zweites Geräusch bemerkbar, ähnlich dem Fahren eines Wagens, das jedoch sehr schnell abtönend in östlicher Richtung verschwand. In einem Hause löste sich das den Ofen mit der Wand verbindende eiserne Rohr infolge der Erschütterung aus dem Lehmverbande, in anderen Häusern sprangen Thüren auf. Die Vögel in den Käfigen und die Hühner in ihren Ställen wurden sehr unruhig. (P. LEHMANN, Granitwerkbesitzer.)

248. Striegau. 3<sup>21</sup>. Allgemein bemerkt, so dass sehr viele Leute aus dem Schlafe erwachten. 1 Stoss, von W. nach O. gerichtet und mit schaukelnder Bewegung verbunden, bewegte Hausgeräth, warf leichte Gegenstände um und von ihrem Standorte herab. Gleichzeitig war ein Geräusch wie das Rollen eines schweren Wagens oder fernen Donners zu hören. (Polizeiverwaltung.)

#### Kreis Schweidnitz.

249. Creisau. Ich war in der Nacht in Schloss Creisau und wurde durch das Erdbeben geweckt. Ich sah nach der Uhr, die richtig geht, nachdem ich völlig erwacht war und Licht angezündet hatte. Hiertüber vergingen nach meiner Taxe zwei Minuten. Da meine Uhr beim Nachsehen 3<sup>24</sup> zeigte, dürfte das Beben um 3<sup>22</sup> eingetreten sein. Es erfolgten zwei Stösse in wenigen Secunden. Der erste Stoss, über den ich erwachte, kam scheinbar von unten, so dass sich das Bett hob und dann zunächst am Fussende, hierauf am Kopfende wieder senkte. Der zweite Stoss erschien mehr wie ein Schaukeln und Zittern, so dass die Gläser auf dem Waschtisch aneinanderschlugen, Fenster und Thüren zitterten, die hinter den Tapeten liegenden dünnen Rohre der Dampfheizung sich bewegten und der Kalk hinter den Tapeten herabrieselte. Nach der Bewegung meines Bettes zu urtheilen, ging die Bewegung von O. nach W. Beim ersten Stoss ging ein rasselndes Geräusch voran, beim zweiten war es gleichzeitig. (Graf MOLTKE.)

250. Domanze. (Gemeindevorsteher.)

251. Freiburg. 3<sup>25</sup>. 1 Stoss. Küchengeschirr machte Geräusch, ein Löffel fiel von einer Tasse. (Privat.)

252. — (Polizeiverwaltung.)

253. — 3<sup>25</sup>. 1 Stoss. Mehrmaliges Erschüttern eines Plättbrettes, welches an der Wand lehnte, ebenso der grösseren Möbelstücke im Zimmer. (RUDOLPH, Telegraphenarbeiter.)

254. — 3<sup>25</sup>. Eine ein wenig offen stehende Thür schlug zu, die Fenster des Schlafzimmers klirrten, zwei auf einem Bordbrette stehende Teller schlugen um. Fast gleichzeitig donnerartiges Rollen. (Prof. Dr. KLIPSTEIN, Director.)

255. Hohgiersdorf. 3<sup>20</sup>. Eine heftige Erschütterung in Form eines wellenförmigen Zitterns, von SO. nach NW. gerichtet, bewirkte, dass Porcellansachen aneinanderschlugen, die Betten schaukelten und knisterten. Vor und während des Rollens hauste ein orkanartiger Sturm, welcher sich kurz vor dem Stosse legte und auch nachher zurückblieb. Ein ungefähr 2 m tiefer Brunnen war infolge der Trockenheit fast leer, zwei Tage nach der Erschütterung war derselbe fast voll und lief über. (Gemeindevorstand.)
256. Klettendorf. (Privat.)
257. Königszelt. Ich hatte das Gefühl, als ob auf der Bahnstrecke ein scharfer Zusammenstoss erfolgt sei. (HEIMBACH, Eisenbahnbetriebswerkmeister.)
258. — 3<sup>25</sup>. Zwei ziemlich starke Stösse rüttelten unsere Bettstellen. (SCHULTZE, Pastor.)
259. Hohen-Poseritz. (Gemeindevorstand.)
260. Gross-Merzdorf. Bettstellen schaukelten, Bilder an der Wand wackelten und Sachen im Glasschrank klirrten. (Gemeindevorsteher.)
261. Gross-Mohnau. (Gemeindevorstand.)
262. Ölse. 3<sup>20</sup>. Heftige, schaukelnde Bewegung, von SO. kommend. Knistern im Gebälk, Stubendecken, Knarren in den Möbeln und Thürpfosten. Dumpfes Rollen folgte der Erschütterung. (Amtsvorstand.)
263. — (GEBHARDT, Pastor.)
264. Polsnitz. In meiner Villa hörte ich um 3½ Uhr ein sturmartiges Tosen von W. herankommen und nach O., weit entfernt, unter dem Hause allmählich schwächer verhallen. Gleichzeitig verspürte ich ein leises Erzittern der Mauern und ein zweimaliges, schnell hintereinander folgendes Rücken oder Heben meines Bettes. (Privat.)
265. Protschkenhain. Fünf Stösse, wellenförmig, schaukelnd, von SO. nach NW. (Gemeindevorsteher.)
266. Schweidnitz. 3<sup>25</sup>. Gläser auf Wasch- und Nachttischchen zitterten. (Privat.)
267. — (Privat.)
268. — 3<sup>20</sup>. Drei Stösse, unmittelbar hintereinander, von SO. nach NW. Fenster und Thüren klirrten, einzelne Zimmerausstattungsgegenstände schwankten. Donnerartiges Rasseln unmittelbar vor der Erschütterung. (Postamt.)
269. — 3<sup>20</sup>. (Stationsassistent.)
270. — Kurz nach 3½ Uhr schaukelnde Bewegung, die mich aus dem Schlafe weckte. Ich vernahm deutlich das Zittern beider Thüren und das Klirren zweier Gläser. (Dr. STEIGEMANN, Oberlehrer.)
271. — 3<sup>25</sup>. Etwa drei Stösse. Es schien, als klinkte Jemand heftig an der Thür, im Bett hatte man die Empfindung, als würde man geschaukelt, leichte Möbel schwankten. (Prof. Dr. L. WORTHMANN.)

272. Würben. Ca. 3 $\frac{1}{2}$  Uhr. Man erwachte infolge einer schwankenden, wellenförmigen Bewegung des ganzen Gebäudes aus tiefstem Schläfe. (Gutsvorstand.)
273. Zobten. Gegen 4 Uhr. Schaukeln und wellenförmiges Zittern, von S. nach N. gerichtet, verbunden mit Rasseln und Donnern. (Stationsvorstand.)
274. — 3 $\frac{2}{3}$ . (Postamt.)
275. Zülzendorf. Gegen 3 $\frac{1}{2}$  Uhr. 1 Stoss, S.—N. Bilder bewegten sich. (Gemeindevorstand.)

#### Kreis Reichenbach.

276. Ellguth. 3 $\frac{2}{3}$ . Ein Stoss, darauf ein wellenförmiges Zittern. Ich hörte die Dachsparren meiner einstöckigen Wohnung knacken. Mein Bett zitterte. (Privat.)
277. — (Nachtwächter.)
278. Gnadenfrei. Zwischen  $\frac{1}{2}$  und  $\frac{3}{4}$  Uhr. Ich erwachte infolge schaukelnder Bewegung und hörte nachher noch ein Rollen. Ich wohne im 2. Stock. Im Parterre hat man die Erschütterung nicht gespürt, sondern nur ein Rollen. (Privat.)
279. — Zwischen 3 $\frac{2}{3}$  und 3 $\frac{4}{5}$ . Wellenförmiges Zittern, von W. nach O. gerichtet. Erschütterung des Wohnhauses, Klirren des nebeneinander stehenden Geschirrs. Rasselndes Geräusch war während der Erschütterung zu hören. (SKERLO, Postmeister.)
280. — (Gemeindevorstand.)
281. Hennersdorf. Habe, im Bette liegend, die Erscheinung nur durch das Gehör als donnerähnliches Rollen wahrgenommen. (Privat.)
282. — Wellenförmiges Zittern, verbunden mit orkanähnlichem Geräusch. SO.—NW. (Privat.)
283. Költchen. Um 3 $\frac{2}{3}$  deutlich wahrgenommen als ein mit starkem Rollen verbundener Stoss. (Privat.)
284. Ober-Langenbielau. Einer meiner Patienten erwachte mit dem Gefühl, als stürze die Decke über ihm zusammen. Seine sonst fest schlafenden Kinder erwachten und sprangen mit Geschrei aus den Betten. Der eiserne Ofen wankte so, dass die Röhren herabzufallen drohten. Der Hund war aufgesprungen und in die Zimmerecke gelaufen. (Privat.)
285. Mellendorf. Gegen 3 $\frac{2}{3}$  ein Stoss, SO.—NW., 5—10 Sekunden anhaltend. Fenster klirrten, ebenso die auf dem Tische stehende Lampe. Nachträglich wurde constatirt, dass jedenfalls infolge des Stosses im Vertikow einige Weingläser zerbrochen waren. Gleichzeitig mit dem Stosse ein Rollen wie von einem scharf vorbeifahrenden Wagen. (Privat.)
286. Ober-Peilau. In der 4. Stunde. Schränke zitterten, darauf befindliche Gegenstände schlugen aneinander. Personen wurden aus dem Schläfe geweckt und sprangen aus den Betten. (Amtsvorsteher.)



87. Reichenbach. 3<sup>11</sup>. Einige Stösse mit Intervallen. Schaukeln mit wellenförmigem Zittern, ungefähre Richtung O.—W. Das Bett schwankte, an den Wänden war es, als ob die Tapete zerspränge, das Ofenrohr knirschte und scheuerte im Schornstein. (Privat.)
288. — 3<sup>12</sup>. Erdbeben in Form einer einige Secunden anhaltenden, regelrecht wellenförmigen Bewegung, wobei man im Bett hin und her gerüttelt und aus dem Schlafe geweckt wurde. Deutliche Schwankungen des ganzen Hauses und der im Zimmer befindlichen Gegenstände, die klirrend aneinanderschlugen. (Privat.)

#### Kreis Nimptsch.

289. Jacobsdorf. (Amtsvorsteher.)
290. Karschau. 3<sup>10</sup>. 2 Stösse. S.—N. Bett geschüttelt, Dielen knarrten. (JOHN, Pastor.)
291. Nimptsch. 3<sup>11</sup>. Zwei Stösse kurz hintereinander, von W. nach O. (Postamt.)
292. — Im städtischen Krankenhause wurde um 3<sup>10</sup> ein Geräusch wahrgenommen, als ob ein schwerer Wagen um das Haus herumfährt. Es dauerte etwa 2—3 Secunden. (Privat.)
293. Zülzendorf. 3<sup>12</sup>. 1 Stoss. W.—O. 2—3 Secunden anhaltendes wellenförmiges Zittern. Die Möbel wankten, das Geschirr klirrte, durch die Mauern und Wände ging ein Knistern, in einem Neubau des Ortes bröckelte Kalk von den Zimmerdecken ab. Donnerndes Geräusch folgte der Erschütterung nach. (S. MÜLLER, Pastor.)

#### Kreis Frankenstein.

294. Alt-Altmannsdorf. (Amtsvorsteher.)
295. Baumgarten. (Amtsvorsteher.)
296. Frankenstein. Zwischen 3 und 3<sup>10</sup> Uhr. Eine rollende Bewegung mit zwei Stössen. Schaukeln und wellenförmiges Zittern. S.—N. Von bedeckten Geschirren fiel der Deckel herunter, eine Pappdecktafel fiel um, ein im Bett liegendes 13jähriges Kind wurde durch einen merklichen Ruck von der Wand abgerückt. Glas- und Porcellangeschirr klirrte. (Magistrat.)
297. — 3<sup>10</sup>. Ein Stoss, wellenförmiges Zittern, S.—N. Donnerähnliches Geräusch, der Erschütterung vorangehend. (Herr LONSKY.)
298. — 3<sup>11</sup>. 2 Stösse. S.—N. (Privat.)
299. — 3<sup>11</sup>. Es schien mir, als ob ich im Bett herumgerüttelt würde. Geräusch wie das eines schnell fahrenden Bretterwagens folgte der Erschütterung. (Dr. SEIDEL, Progymnasialdirector.)
300. Lampersdorf. Ungefähr 3<sup>11</sup>. Erst ein donnerähnliches Rollen ohne Erschütterung, dann eine Erschütterung mit stärkerem Donner. Wellenförmiges Zittern. Die Hängelampe gerieth ins Schwanken, die Balken des Bodens knisterten. (JACOB, Pastor.)
301. Raudnitz. 3<sup>11</sup>. NO.—SW. (Amtsvorstand.)

302. Schönwalde. 3½ Uhr. Wellenförmiges Zittern, S.—N., dem ein rasselndes Geräusch voranging, brachte grössere Gegenstände, Öfen und Schränke in kurze, zitternde Bewegung. (Amtsvorsteher.)
303. Tomnitz. 3<sup>20</sup> ca. 1 Stoss. Wellenförmiges Zittern. Thüren zitterten, Fensterscheiben und Glasschränke klirrten. (Amtsvorstand.)

Kreis Münsterberg.

304. Neu-Altmannsdorf. Die Hunde waren in der fraglichen Nacht auffallend allgemein unruhig. (Pfarrer.)
305. Bärddorf. 3<sup>25</sup>. 1 Stoss, Vögel fielen von ihren Stengeln. (BARTSCH, Pfarrer.)
306. Bernsdorf. 1 Stoss. Im Schulgebäude hat sich ein Sprung in einer Zwischenmauer vergrössert und ein Theil Mauer war hervorgetreten. In einem anderen Hause hatte sich Putz in kleinen Brocken von der Mauer gelöst. Mehrere Personen erwachten aus dem Schlafe. (Lehrer.)
307. Dobrischau. 1 Stoss, wellenförmiges Zittern, SW.—NO. Fensterklirren, Thürenkrachen und Lockerung des Putzes an Wänden. Rollendes Geräusch folgte der Erschütterung. (Lehrer.)
308. Frömsdorf. 3<sup>20</sup>—<sup>25</sup>. (Pfarrer.)
309. — 3<sup>22</sup>. Ein Thermometer, das am Schrank hing, bewegte sich und verursachte durch Anschlagen an den Schrank starkes Geräusch. (Lehrer.)
310. Heinrichau. (GOTTWALD, Superintendent.)
311. — 3<sup>20</sup> ca. 1 Stoss, wellenförmiges Zittern. NO.—SW. Die Eisenstäbe der Fensterläden zitterten. (Pfarrer.)
312. — 3<sup>40</sup>. Schaukeln, scheinbar von W. nach O. Die Wanduhr blieb im ersten Stock stehen und war schief gerückt. Der Christbaumschmuck und die Lichter waren zum Theil heruntergefallen. Im Parterre wurde nichts bemerkt. (BÖHM, Hofgärtner.)
313. Ober-Kunzendorf. 3<sup>21</sup>. Ein 6—7 Secunden anhaltendes Rollen. Wahrnehmbare Bewegung des Hauses und der darin befindlichen Gegenstände. Geräusch und Erschütterung gleichzeitig. (HEILMANN, Lehrer.)
314. Münsterberg. (Postamt.)
315. — Ich bin plötzlich erwacht und vernahm ein Geräusch wie von mehreren schwer beladenen Frachtwagen, die auffallend schnell — zu meinem Ärger in der Nachtzeit — die Strasse hinabfuhren. Im Laufe des Tages hörte ich von dem Erdbeben und glaube, durch dieses erwacht zu sein. (Dr. STARKER, Stadtpfarrer.)
316. — Der Erdboden schaukelte, Gläser klirrten in den Schränken, Hängelampen pendelten, Öfen wackelten. Dabei wurde ein unterirdisches Getöse, gleich fernem Donner, gespürt.
317. Polnisch-Neudorf. 3<sup>22</sup>. Ein Stoss, von SO. her. Die Gefässe im Glasschrank klirrten mächtig, der Ofen wurde erschüttelt.

Ich rollte im Bette zweimal nach links. Donnerndes Geräusch, gleichzeitig mit der Erschütterung. (HOFFMANN, Pfarrer.)

18. Polnisch-Neudorf. (Lehrer.)

19. Polnisch-Peterwitz. Ich erwachte aus dem Schlafe und hatte das Gefühl, als ob das Haus sich verschiebe und das Bett gehoben würde. (PETER, Lehrer.)

20. Tepliwoda. Ein Stoss, von S. nach N., begleitet von rollendem, rasselndem Geräusch. An der Dorfstrasse entlang zeigte sich ein sich lang hinziehender Riss. (PLÄSCHKE, Hauptlehrer.)

21. — (Pfarrer.)

#### Kreis Strehlen.

22. Crummendorf. 3<sup>20</sup>. Ein Stoss, starkes Zittern, SW.—NO., etwa 5 Secunden anhaltend. Donnerndes Geräusch vor dem Stosse. Fenster und Ofenthüren klirrten.

23. Prieborn. 3<sup>21</sup>—3<sup>22</sup>. 2—3 Stösse, wellenförmiges Zittern. Erbeben des ganzen Zimmers und geräuschvolles Erzittern verschiedener im Zimmer befindlicher Gegenstände. Rollendes Geräusch unmittelbar vor der Erschütterung.

24. Steinkirche. 3<sup>12</sup> ca. Donnerartiges Schüttern. (URBAN, Bahnhofsarbeiter.)

25. — (SPILLER, Hilfsbahnsteigschaffner.)

26. Strehlen. Durch den Erdstoss wurden viele Leute aus dem Schlafe aufgeschreckt. Während einiger Secunden bemerkte man, wie sich Bilder und Spiegel an den Wänden bewegten und Gläser klirrten. (Herr BOJANONSKI.)

27. — 3<sup>22</sup>. Ein Stoss, Schaukeln und wellenförmiges Zittern, SW.—NO. Die Gläser klirrten im Schrank. Eine grosse Hängelampe wackelte merklich und ein mit Öl angefüllter Behälter drohte überzuschwippen. (Privat.)

28. — 3<sup>21</sup>—3<sup>20</sup>. 1 Stoss. Wellenförmiges Zittern, 8—10 Secunden anhaltend. Die auf der Steinplatte des Waschtisches stehenden Porcellangefässe fingen erst leise, dann stärker werdend, zu klappern an. Das massive Wohngebäude schien zu vibriren. Leiser werdend, verlor sich das Zittern wieder. (WIESNER, Bahnmeister.)

29. Töppendorf. 14 Uhr. 1 Stoss, Schaukeln. O.—W. Donnerndes Geräusch ging voran. (Privat.)

30. — 3<sup>22</sup>. Anzahl der Stösse unbestimmt. Kurze Seitenrucke mit 5 Secunden langem, wellenförmigem Zittern. SSW.—NNO. Donnern und Rasseln vor der Erschütterung, dann sturmartiges Sausen. Erschütternde Bewegung des Hauses und der Gegenstände in ihm.

#### Kreis Neisse.

Ziegenhals. 3<sup>21</sup>. Deutlich verspürt. 1 Stoss, plötzliches Erwachen bewirkend. Ich wurde mir sofort klar, dass die Erschütterung

nur von einem Erdbeben ausgehen könne. Stossrichtung vielleicht W.—O. In einem Hotel fielen auf einem Wandbrette stehende Teller um, ein Plakat fiel von der Wand. Geräusch, gleich dem eines fahrenden Wagens, fast gleichzeitig mit der Erschütterung. Hielt noch 1—2 Sec. nach dem Stosse an. (Privat.)

Kreis Grottkau.

Gross-Carlowitz. 1 Stoss, gegen 4 Uhr, von N. kommend, mit wellenförmigem Zittern. (Hauptlehrer Fz.)

Ellguth bei Ottmachau. 1 Stoss, SO.—NW. gerichtet, mit wellenförmigem Zittern, 4 Sec. dauernd. Fensterscheiben und Glasschrank klirrten. Dampfer Donner ging der Erschütterung voran. (R. Fz., Brunnenbauer.)

Kreis Falkenberg, Ober-Schl.

Kirchberg. 3½ Uhr. Donnerähnliches Rollen ohne besondere Erschütterung. (Gemeindevorstand.)

Kreis Breslau.

Breslau. 3<sup>25</sup>. 1 Stoss. Wellenförmiges Schaukeln, von N. nach S. gerichtet, 3—4 Sec. dauernd. Das Geräusch, ein Knall, ging dem Stosse voran. (Stationsvorsteher des R. O. U. Bahnhofs.)

— Ich habe das Erdbeben nach 3 Uhr Morgens im Bett, welches schwach aber deutlich hin und her schwankte, empfunden, so dass ich sofort die Empfindung eines Erdbebens hatte. (Geheimer Regierungsrath Prof. Dr. LADENBURG, Kaiser Wilhelmstrasse.)

— Gegen 3½ Uhr Morgens wurde ich durch ein starkes Getöse (es hörte sich an, als ob heftig an meiner Thür gerüttelt würde bei gleichzeitigem Knistern der Wände) aus dem Schlafe aufgeschreckt. (Höfchenstrasse. Privat.)

— Ich wurde früh gegen 3½ Uhr durch ein vom Kopfende meiner Bettstelle ausgehendes Schaukeln wach. Meine Schwester hat dieselbe Wahrnehmung gemacht und ein Klirren der Fenster beobachtet. (Langegasse. Privat.)

— Nach ¼4 Uhr hatte ich das Gefühl einer wellenförmigen Bewegung der Erde. Ich dachte unwillkürlich an ein Erdbeben. (Heilige Geiststrasse. Privat.)

— Meine Frau erwachte gegen 3½ Uhr plötzlich, denn ihr Bett und das ganze Haus machte nach ihrer Angabe eine schwankende Bewegung. Ich selber habe nichts verspürt. In einem Glasschrank schlugen Glas- und Porcellangegegenstände aneinander. (Privat.)

Goldschmieden. 3<sup>25</sup> ca. 1 Stoss, schaukelnde Bewegung des Bettes von W. nach O. Thüren klapperten, Gläser klirrten. Dauer 1—2 Sec. (Director M.)

Koberwitz. Etwa um 4 Uhr. 1 Stoss, sehr deutlich. Wellenförmiges Schaukeln des Bettes. Nach Beendigung des Stosses hatte ich etwa das Gefühl wie in einem Eisenbahnwagen, wenn der Zug

plötzlich hält. Stossrichtung S.—N. Dauer 3—4 Sec. Ein Bücherschrank wackelte und krachte in allen Fugen. Alle Hausbewohner nahmen die Erschütterung mehr oder weniger deutlich wahr. (Privat.)

**Malkwitz.** Gegen 3¼ Uhr bemerkte ich Rasseln (ähnlich dem eines fahrenden Lastwagens); bald darauf vernahm ich ein kurzes Schütteln des ganzen Hauses und ein Zittern des Erdreichs. Das Schütteln kam von W. nach O. (Gemeindevorsteher.)

**Klein-Masselwitz.** 2 Stösse in 8—10 Sec. Ein plötzliches, starkes Erschüttern des ganzen Hauses. Es krachte wie beim Einschlagen eines Blitzes, aber von unten nach oben. Mein Wachhund fing an zu bellen. Ich vermuthete einen Einbruch und hielt den Athem still, als eine schwächere, zweite Erschütterung erfolgte. Im Erdboden des Gartens grosse Sprünge. (Privat.)

**Puschkowa.** 1 Stoss, mit dumpfem, weichem, schwerem Schlag verbunden, 3 Sec. dauernd. Erst Schlag, dann Schaukeln und Zittern. Nach der Erschütterung wiederholt Knistern im Kachelofen. (Fl., Stationsvorsteher.)

#### Kreis Öls.

**Juliusburg, Dominium.** Gegen ¼4 Uhr 1 Stoss, Schlag von unten, 2—3 Sec. dauernd, mit starker Erschütterung des Ofens und Erklängen der Gläser auf einem Waschtische verbunden. (Privat.)

**Schwierze bei Öls.** Nachts 3¼ Uhr. Ich wachte infolge eines Stosses auf. Geräusch wie das eines vorbeifahrenden Zuges folgte nach. (Privat.)

**Süsswinkel.** Gegen 3¼ Uhr. 2 Stösse unmittelbar aufeinander folgend. Ich wachte auf, fühlend, wie das Bett scheinbar am Kopfende in die Höhe gehoben wurde, schnell wieder herunterfiel, dann ebenso am Fussende. Richtung ungefähr W.—O. Ein Geräusch, ähnlich Wagenrollen, gleichzeitig mit der Erschütterung. (Ba., Hauptmann.)

#### Kreis Trebnitz.

**Machnitz.** Gegen 3¼ Uhr 1 Stoss, wellenförmiges Zittern, Richtung von S. nach N. Die Stubendecke zitterte und Waschgeschirre klirrten. (Fr. A. H., Vieh-Wirthschafterin.)

#### Kreis Canth.

**Canth.** Zwischen 3¼ und 3½ Uhr. 2 Stösse, 2—3 Sec. dauernd. Heftiges Schwanken. Geschirr auf den Schränken klirrte heftig, Vögel im Gebauer flatterten umher. Unterirdischer Donner. Von drei Personen in verschiedenen Theilen der Stadt beobachtet. (Polizeiverwaltung.)

#### Kreis Steinau.

**Steinau a. O. 3<sup>uo</sup>.** 1 Stoss. Kurzes, schwaches, wellenförmiges Zittern, mit einem scharfen Abbruch endend. Richtung W.—O. 5—10 Sec.

dauernd. Gleichzeitig mit der Erschütterung ein Geräusch: Donnern, das tief unter dem Hause zu tönen schien und mit dem Abbruch am stärksten war. Ich erwachte aus dem Schläfe und sagte mir, dass ein Erdbeben stattgefunden haben müsse.

#### Kreis Neumarkt.

**Maltsch.** Gegen 3 $\frac{1}{2}$  Uhr. Zittern, ca. 5 Sec. dauernd. Geräusch wie das Donnern eines vorüberfahrenden Eisenbahnzuges. (Gemeindevorsteher.)

**Nimkau.** Gegen 3 $\frac{2}{5}$ . 2 Stöße, SO.—NW., von wellenförmigem Zittern begleitet, dem dumpfes, donnerähnliches Rollen voranging. Möbel zitterten und schwankten beträchtlich.

#### Kreis Sprottau.

**Sprottau.** Gegen 4 Uhr früh. Sehr starkes Rollen. Ich glaubte, es wäre die Artillerie alarmiert worden und rückte im Trabe ab. Nach dem Rollen ein Geräusch wie das eines einstürzenden gemauerten Pfeilers. In der Küche klirrte das Blechgeschirr, Thüren rüttelten. Mein Sopha, auf dem ich sass, schwankte. (Privat.)

#### Kreis Sagan.

**Priebus.** Erdbeben nur als Donner gespürt. (Gemeindevorsteher.)

**Sagan.** Ich erwachte und hatte die Vorstellung, es sei etwas Schweres heruntergefallen. Die auf meinem Nachttischchen befindlichen Gegenstände klirrten. (H., Professor.)

— 3 $\frac{2}{5}$ . 2 Stöße. Ein Geräusch, als wenn ein recht schweres Fuhrwerk vorbeiführe. Möbel knisterten, Geschirr klirrte. (W., Gymnasiallehrer.)

— 3 $\frac{1}{2}$  Uhr. Ich wurde wach, Mörtel fiel von der Decke. (O., Professor.)

— 3 $\frac{2}{5}$ . 3—4 Stöße, wellenförmiges Zittern. S.—N. Gläser und Lampenglocken zitterten und klirrten stark, die Bettstellen schienen zu schaukeln. (Postamt I.)

## Beiträge zur Kenntniss der Basalte aus der Gegend von Homberg a. Efze.

Von

**Walter Schultz** aus Lautenburg (Westpreussen).

Mit Taf. IX—XI, sowie 3 Textfiguren und 1 Karte (Taf. XII).

Vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit den Basalten der Umgebung von Homberg a. E. Es wurde versucht, dieselben geologisch und petrographisch möglichst genau zu erforschen. Diesem Unternehmen stellten sich jedoch grosse Schwierigkeiten entgegen; denn einerseits sind grosse Strecken des Gebiets von Waldungen bedeckt, so dass es manchmal unmöglich ist, sich über die Bodenformen und Lagerungsverhältnisse eingehend zu orientiren, andererseits war wegen der mangelnden Aufschlüsse an vielen wichtigen Punkten zur Untersuchung geeignetes frisches Material nicht zu erhalten.

Das untersuchte Gebiet nimmt das Centrum des Messischblattes Homberg der kurhessischen Generalstabskarte ein. Nicht mehr betrachtet wurden die nördlich der Linie Hebel—Hombergshausen—Elfershausen und der grösste Theil der südlich von Homberg anstehenden Basalte.

Die Literatur über unser Gebiet ist bisher gering. Von älteren Arbeiten sind zu erwähnen:

VOLCKMAR, Geologische Schilderung der Gegend von Homberg a. E. Diss. Marburg 1874.

von neueren:

RINNE, F., Ueber norddeutsche Basalte u. s. w. I. und II. Jahrb. geol. Landesanst. Berlin 1892 und 1897.

BAUER, M., Beiträge zur Kenntniss der niederhessischen Basalte. Sitz.-Ber. d. k. preuss. Akad. d. Wiss. 1901.

TRENZEN, C., Beiträge zur Kenntniss einiger niederhessischer Basalte. Dies. Jahrb. 1902. II. p. 1.

N. Jahrbuch f. Mineralogie etc. Beilageband XVI.

16

Ich will im Folgenden zuerst in einem allgemeinen Theil die Beziehungen, welche sich aus dem Studium des genannten Gebiets insbesondere in geologischer Hinsicht ergeben haben, zusammenfassen, und dann in einem speciellen Theile eine genauere Beschreibung der wichtigsten Basaltvorkommen geben und hierbei auch die petrographischen Verhältnisse eingehend berücksichtigen.

### Allgemeiner Theil.

Bekanntlich hat man schon früh versucht, die grossen Basalteruptionen Norddeutschlands mit den Dislocationen des Oberoligocäns bezw. Untermiocäns in Verbindung zu bringen. LEOPOLD v. BUCH u. A. wiesen nach, dass ein grosser Theil der hessischen Basalte sich in Reihen anordnen lässt, die gewissen bei den Einbrüchen entstandenen Spaltensystemen entsprechen. So unterschied man hauptsächlich zwei Systeme, von denen das eine von NW. nach SO., das andere von NO. nach SW. verlief.

In diesen Richtungen gehende Verwerfungen haben sich in unserem Gebiete im Zusammenhang mit Basalt nicht nachweisen lassen, was auch erklärlich ist, da der Untergrund der Basaltergüsse fast durchweg aus Braunkohlensanden besteht. Dagegen lässt sich ein grosser Theil der Basaltkuppen in fast geraden Linien anordnen. Es kann dies nicht auf Zufall beruhen, da die auf solchen Linien liegenden Basalte petrographisch oft sehr nahe übereinstimmen. So liegen die gut charakterisirten, petrographisch identischen Basalte vom Stellberg, Hundsacker, Loh, Stöpflingskopf und Hügelskopf genau in einer von NO. nach SW. gehenden Linie. Brocken dieses Basaltes finden sich auch in den Tuffen von Hof Sauerburg, durch welche unsere Linie hindurchgeht. Es stehen also auch unter Hof Sauerburg Basalte dieser Art an. Etwa senkrecht zu dieser Linie lässt sich durch Hof Sauerburg eine zweite ziehen, welche durch den Weinberg, das Hirtzelrode und den Sandberg geht. In dem Tuffe vom Weinberg finden sich dieselben Basaltbrocken; der Basalt vom Sandberg stimmt mit ihnen völlig überein und das Gestein vom Hirtzelrode ist ihnen derartig ähnlich, dass es wohl für eine local



abweichende Ausbildung desselben Basaltes zu halten ist. Gesteine, die diesen ähnlich sind, kommen nur noch direct südlich vom Bahnhof Homberg und im Tuffe des Frauenkopfes vor, sonst nirgends in unserem Gebiete; und auch diese beiden Basalte liegen in einer Linie, die von NO. nach SW. gerichtet ist.

Man kann nun mit grosser Wahrscheinlichkeit behaupten, dass petrographisch völlig übereinstimmende Gesteine auch gleichzeitig aus demselben Herde ergossen worden sind, insbesondere wenn sie sich in derartigen Reihen anordnen lassen. Aber auch noch andere Gesteine passen in dies Spaltensystem. Auf der Linie Stellberg—Hügelskopf liegen die einander sehr ähnlichen Limburgite von Hof Sauerburg und Schlossberg Homberg, die Feldspathbasalte der Drachenburg, des Sauerburgholzes, des Goldberges und die unter dem Hügelskopf anstehenden nephelinführenden Feldspathbasalte. Verlängert man diese Linie nach Westen, so trifft man auf den Batzenberg, der mit dieser Spalte vielleicht auch in einem geologischen Zusammenhang steht. Parallel zu unserer Spalte liegen die drei Limburgite vom Frauenkopf, Stöpfing und Herzberg. Für die NW.—SO.-Richtung ist es bemerkenswerth, dass der Mosenberg in dieser Linie gestreckt ist und Brocken des Nephelinbasaltes vom Mosenberge sich ausser in dem Tuff von Hof Sauerburg auch im Tuffe des Eichelskopfes finden.

Auch die übrigen Basaltkuppen lassen sich zum grossen Theil in Reihen anordnen, doch konnten hier nähere Beziehungen nicht festgestellt werden.

Die Lagerungsverhältnisse und die geologische Erscheinungsart konnte für die Mehrzahl der Basalte klargestellt werden.

Primäre Kuppen sind in grosser Zahl vorhanden und konnten zum Theil durch ihre Kennzeichen: einen sie rings umgebenden Tuffmantel und meilerartige Säulenstellung als solche mit Sicherheit nachgewiesen werden. Beispiele hierfür sind der Frauenkopf, Hof Sauerburg, Weinberg, Stellberg, Hügelskopf, Schlossberg Homberg, Kleiner Mosenberg.

Ströme sind in unserem Gebiet verhältnissmässig spärlich geflossen. Das typischste Beispiel hierfür ist wohl der Eichelskopf bei Holzhausen, wo ein Doleritstrom direct auf

Tuffen auflagert und ausgezeichnete Stromober- und -unterflächen aufweist. Ebenso ist der Dolerit vom „Altefeld“ und „Im Sess“ durch zahlreiche gut erhaltene Stromoberflächenstücke als Strom kenntlich. Übereinandergeflossene Ströme sind im grossen Steinbruch des Hügelskopfes aufgeschlossen. Ein den Tuff überlagernder Nephelinbasaltstrom findet sich am Südwestabhang des Weinberges. Ausser an den genannten Punkten finden sich Oberflächenlaven auch noch östlich und südlich vom Herzberg, aber in wenig guter Erhaltung.

Gänge liessen sich mit Sicherheit nur am Werrberg und am Kleinen Mosenberg nachweisen, von welchem aus dieselben in südöstlicher Richtung verlaufen. Vielleicht ist auch ein Theil der Basalte vom Hügelskopftypus gangförmig erstarrt; dies gilt für die Basalte vom Loh und Hundsacker, die in Richtung der Spalte sehr in die Länge gezogen sind.

Schliesslich sind noch die secundären Kuppen zu erwähnen. Vollkommen isolirte secundäre Kuppen kommen in unserem Gebiet nicht vor. Abgeschnittene Stromtheile machen nie den Eindruck einer Kuppe, sondern haben stets flache, sich dem Gelände anschmiegende Formen, wie es z. B. beim Altefeld westlich vom Eichelskopf und beim Vorkommen im Felde nordwestlich vom Hildebrand der Fall ist. Dagegen ist die Sache zweifelhaft bei solchen Vorkommen, die zwar eine ausgesprochene Kuppenform haben, aber an einer Seite mit anderen Basalten in Verbindung stehen, so dass hier die Höhenunterschiede zwischen der Kuppe und dem angrenzenden Gestein nur gering sind. Bei solchen Laven ist nur nach einem eingehenden petrographischen Studium ein Schluss möglich. Beispiele hierfür sind der Eichelskopf und der Spitzenberg. Meine Auffassung dieser Vorkommen findet sich an der betreffenden Stelle in der speciellen Beschreibung.

Die Absonderung der Basalte ist sehr mannigfaltig: meist ist sie säulenförmig oder plattig, seltener kugelig oder unregelmässig.

Ausgezeichnet säulenförmig abgesondert sind der Doleritstrom am Westabhang des Eichelskopfes, der Schlossberg bei Homberg, Kleiner Mosenberg, Hof Sauerburg, Sauerburgholz und besonders das Loh. Eine sehr gut ausgeprägte meilerartige Säulenstellung ist im grossen Steinbruch des Hügels-

kopfes zu erkennen. Dünnpfattig abgesonderte Basalte sind aufgeschlossen am Rumpel (Mosenberg) und am Südwestabhang des Mosenberges, am Steinfeld, bei Dagobertshausen, am Westabhang der Hesseln und westlich von Berndshausen. Dickpfattig abgesondert ist der Basalt vom Spitzenberg. Kugelige Absonderung zeigt der Dolerit vom Südausgang von Holzhausen und der Glasbasalt westlich vom Kohlenbergwerk Ronneberg; auch fanden sich Auswürflinge eines kugelig abgesonderten Nephelinbasaltes im Eichelsgraben bei Holzhausen.

Was nun die Arten der Basalte betrifft, so ist das Gebiet im Allgemeinen einförmig; Melilith- und Leucitbasalte sind gar nicht vorhanden; dagegen ist ein bedeutender Theil der Basalte durch einen mehr oder weniger grossen Gehalt an Nephelin ausgezeichnet. Eigentlicher Nephelinbasalt ist nur vom Werrberg und vom Mosenberg und den ihn umgebenden Bergen bekannt. Durch Aufnahme von Feldspath gehen diese Gesteine stellenweise in Basanite über. Neben Feldspath führen Nephelin die Basalte vom Hügelskopftypus, des Omeisers, des Hirtzelrodes, des Steinfeldes und der Hesseln bei Berndshausen. Limburgitische Gesteine sind ebenfalls häufig. Ganz feldspathfrei sind der Herzberg und das in der Literatur als Limburgit vom Südfuss des Stellberges bekannte Vorkommen; einen ganz geringen Plagioklasgehalt haben die Gesteine vom Frauenkopf, Schlossberg Homberg und Hof Sauerburg. Am verbreitetsten sind die Feldspathbasalte. Sie bilden die Umgebung von Hof Sauerburg, den Goldberg, die Drachenburg, die Hute bei Welferode, den Eichelskopf u. s. w. Olivinfreie Gesteine wurden nicht anstehend gefunden, sondern nur in Blöcken unbekannten Ursprungs auf der „Heide“ nordöstlich vom Werrberg.

Ein besonderes Merkmal der Homberger Basalte ist ihr Glimmerreichtum. Derselbe ist oft so bedeutend, dass der Glimmer einen nicht unwesentlichen Antheil an der Zusammensetzung des Gesteins hat. Solche glimmerführende Basalte sind insbesondere der Stellberg, Hundsacker, Kleine Mosenberg, Hildebrand und die Feldspathbasalte bei Hof Sauerburg. In den Limburgiten konnte kein Biotit nachgewiesen werden.

Hornblendeführende Basalte wurden nicht gefunden.

Die Unterschiede in der Structur sind nicht gross. Die meisten Basalte sind dicht, nur die Gesteine vom Hügelskopftypus mittel- bis feinkörnig.

Glasbasalte stehen westlich vom Kohlenbergwerk Ronneberg an.

Schliesslich ist noch die von SANDBERGER und STRENG angenommene Unterscheidung der Feldspathbasalte in eigentlichen Basalten und Doleriten zu betrachten. Dieselbe lässt sich auch für unser Gebiet aufrecht erhalten. In den meisten Fällen lassen sich die Dolerite durch ihr gröberes Korn, idiomorphe Feldspathleistchen, die älter sind als der Augit, und den Gehalt an Titaneisen von den eigentlichen Feldspathbasalten trennen. Solche ausgesprochenen Dolerite sind der Hildebrand, Steiger und Eichelskopf. In einigen Gesteinen sind Magnet-eisen und Titaneisen nebeneinander in wechselnden Verhältnissen ausgeschieden; man kann dann einen Übergang beider Basaltarten ineinander constatiren. In anderen Vorkommen ist die Bestimmung des Erzes völlig unsicher; solche Gesteine rechne ich zu den eigentlichen Basalten. Die sonst in Hessen beobachtete Erscheinung, dass die Dolerite nur auf Ströme beschränkt sind, scheint nicht durchweg zuzutreffen; jedenfalls macht der Hildebrand ganz den Eindruck einer primären Kuppe.

Die Altersverhältnisse der Basalte wurden nach Möglichkeit erforscht. Das sicherste Hilfsmittel hierzu bot das Aufeinanderlagern verschiedener Basalte und das Studium von Basaltauswürflingen der Tuffe. Es wurde hierbei die Annahme gemacht, dass petrographisch einander völlig gleiche Gesteine dasselbe Alter haben, insbesondere wenn sie sich in unser Spaltensystem einordnen lassen. Ich gebe im Folgenden eine Zusammenstellung der Ergebnisse; der Nachweis im Einzelnen erfolgt im speciellen Theile.

I. Durch Feststellung einer Auflagerung von Basalt auf Basalt ergab sich:

1. Basalt vom Hügelskopf jünger als der nephelin-führende Basalt von Dagobertshausen und vom Spitzenberg.

2. Nephelinbasalt vom Mosenberg jünger als der nephelinführende Feldspathbasalt vom Südwestabhang desselben Berges.
  3. Limburgit vom Frauenkopf jünger als die auf demselben Berge anstehenden Feldspathbasalte und Dolerite.
- II. Aus Vergleichung der Auswürflinge von Tuffen mit den Gesteinen des Gebiets ergaben sich folgende Beziehungen zu den Eruptionscentren der Tuffe:

4. Tuff vom Weinberg.

Nephelinbasalt vom Weinberg jünger als die nephelinführenden Basalte vom Hügelskopftypus.

5. Tuff von Hof Sauerburg.

Limburgit von Hof Sauerburg jünger als die Feldspathbasalte bei Hof Sauerburg, der Nephelinbasalt vom Mosenberg und die Basalte vom Hügelskopftypus.

6. Tuff vom Frauenkopf.

Limburgit vom Frauenkopf jünger als Dolerite und die Basalte vom Hügelskopftypus.

7. Tuff vom Kleinen Mosenberg.

Nephelinbasanit vom Kleinen Mosenberg jünger als Feldspathbasalte.

8. Tuff vom Werrberg.

Nephelinbasalte und Basanite vom Werrberg jünger als Feldspathbasalte und Basalte vom Hügelskopftypus.

9. Tuff vom Eichelskopf.

Dolerit vom Eichelskopf jünger als der Nephelinbasalt vom Mosenberg und Feldspathbasalte.

Fassen wir diese Ergebnisse zusammen, so kommen wir zu folgenden Resultaten:

- a) Die Limburgite sind jünger als die Dolerite, Nephelinbasalte, Basalte vom Hügelskopftypus und Feldspathbasalte.
- b) Die Dolerite sind jünger als die Nephelinbasalte und Feldspathbasalte.
- c) Die Nephelinbasalte sind jünger als die Basalte vom Hügelskopftypus und die Feldspathbasalte.
- d) Die Basalte vom Hügelskopf sind jünger als die Feldspathbasalte.

Es ergibt sich hieraus folgende Alterstabelle:

Limburgite.
Dolerite.
Nephelinbasalte und -basanite.
Basalte vom Hügelskopftypus.
Feldspathbasalte (z. Th. nephelinführend).

Schliesslich noch einige Worte über die Verwitterung der Basalte. Im Ganzen hat sich das Bild der Basalte nur wenig geändert. Eine Zerstörung grösserer Basaltmassen hat nur an wenigen Stellen stattgefunden, so hat z. B. die Efze südlich von Homberg mehrere Basaltströme zerschnitten. Südöstlich von Ostheim hat ein kleiner Bach die Basalte des Loh und Stöpflingskopf durch eine tiefe Schlucht getrennt. Der Strom vom Altefeld wird durch den Eichelsgraben von seinem Eruptionscentrum, dem Eichelskopf, getrennt. Hier hat wohl zuerst eine Wegspülung der Tuffe unter dem Basalt stattgefunden, so dass dann die Atmosphärien den Strom zugleich von oben und unten angreifen konnten. Eine vollkommene Zersetzung von Basalten ist an zwei Punkten zu constatiren, an den oberen Theilen des unteren Stromes im Hügelskopf und an dem Glasbasalt westlich vom Kohlenbergwerk Ronneberg. In beiden Fällen sind stark eisenhaltige Aluminiumhydroxyde entstanden. Wir haben es also mit einer der Bauxitverwitterung des Vogelsberges analogen Erscheinung zu thun.

## Specieller Theil.

### A. Die Basalte.

Der eingehenderen Beschreibung der einzelnen Gesteine möge eine kurze Charakteristik ihrer Gemengtheile vorangehen. Der Plagioklas tritt meist nur in einer Generation als Grundmassengemengtheil auf. Er bildet dann schmale Leistchen, deren Grösse in den einzelnen Gesteinen ziemlich schwankt und bis zu Mikrolithendimension herabgeht. In Stromober-

flächen treten bei Doleriten gern gegabelte Wachstumsformen auf. Einige Gesteine, besonders das vom Loh und Stellberg, besitzen makroporphyrische, bis 2 mm lange dicktafelförmige Feldspathe mit ausgezeichneten Zwillingsbildungen nach dem Albit- und Periklingesetz, seltener nach dem Bavenoer Gesetz. Auch Kreuzalbitzwillinge kommen vor. Zonarstructur wurde nur in einem Falle beobachtet. Als allotriomorphe Füllmasse tritt der Plagioklas selten in nephelinführenden Gesteinen auf, von letzterem Mineral nur durch seine Widerstandsfähigkeit gegen verdünnte HCl unterschieden. Einschlüsse anderer Mineralien sind sehr selten, in einigen Fällen wurden Augitsäulchen und Apatitnadelchen angetroffen.

Der Augit bildet meist zwei Generationen; nur in wenigen Gesteinen lässt sich eine Scheidung nicht streng durchführen. Seine Farbe schwankt zwischen grau und braun und geht zuweilen ins Violette über. Oft ist ein sehr deutlicher Pleochroismus bemerkbar, besonders bei Augiten mit violetter Töne. Zwillinge nach  $\infty P \infty$  sind sehr häufig; in einigen Gesteinen überwiegen sogar die Zwillinge über die einfachen Formen. Sanduhrförmiger Bau wurde besonders bei den Augiten vom Hügelskopf beobachtet. Die Form der Augite ist meist die gewöhnliche, zuweilen ist die Prismenzone sehr kurz, während die Endbegrenzungen vorherrschen.

Die Einsprenglingsaugite haben meist einen farblosen oder schwach grün gefärbten, seltener einen intensiv dunkelgrün gefärbten Kern, der in manchen Basalten durch äusserst zahlreiche Glaseinschlüsse skelettartig wird. Die Grundmassenaugite haben eine dunklere Farbe als die Einsprenglinge. Sie sind meist nach der c-Axe lang gestreckt und zeigen zuweilen eine deutliche Absonderung nach  $\frac{1}{2} P \infty$ . In Gesteinen mit Intersertalstructur haben sie oft eine allotriomorphe Ausbildung. In feldspathreichen Typen bildet der Augit manchmal dünne, sehr lange schilfartige Formen von violetter Farbe ohne Endbegrenzungen.

Der Olivin findet sich nur in einer Generation als intratellurische Bildung. U. d. M. ist er farblos mit einem Stich ins Grüne. Meist bildet er Körner, zerbrochene oder corrodirt Krystalle. In manchen Gesteinen, besonders Limburgiten und Nephelinbasalten, überwiegen aber regelmässige sechsseitige,

rechteckige und rhombische Durchschnitte. Zuweilen sind die Krystalle nach der c-Axe sehr in die Länge gezogen. Zwillingsbildungen nach P $\infty$  sind nicht selten. Im Schliff ist die Zwillingsgrenze meist eine gerade Linie. Auch mehrfache Zwillingsbildung nach demselben Gesetz wurde beobachtet. Zonarstructur zeigt der Nephelinbasalt vom Rumpel. Die chemische Zusammensetzung scheint eine recht verschiedene zu sein. Die Olivine der Olivinknollen (und der einzelnen Olivinkörner der Tuffe) werden von HCl nur schwach angegriffen, während die Olivine der Limburgite und zum Theil der Nephelinbasalte wenig widerstandsfähig gegen dies Mittel sind. Es sind daher auch die Verwitterungserscheinungen verschieden. In manchen schon stark zersetzten Gesteinen ist der Olivin noch fast frisch, während in anderen nur wenig zersetzten Gesteinen kaum noch Reste frischen Olivins vorhanden sind. Meistens entstehen bei der Verwitterung grüne Producte von serpentin- oder chloritähnlicher Zusammensetzung. Fast ebenso oft tritt die Bildung von Eisenhydroxyden unter Rothbraunfärbung des ganzen Krystalls ein. Zuweilen entsteht deutlich pleochroitischer Iddingsit. In sehr stark zersetzten Gesteinen findet man Opal in der Form des Olivins zusammen mit Eisenhydroxyden. Die Beziehungen zwischen zersetztem Olivin und Biotit bespreche ich bei letzterem Mineral.

Der Magnetit kommt meist in einer, selten in zwei Generationen vor; dann bildet die erste grössere, mehr lappenförmige Gebilde, die öfters im Schliff eine Fläche von mehreren Quadratmillimetern einnehmen, die zweite kleine regelmässig begrenzte Körner. Dendritische Magnetitbildungen treten gern in Oberflächenlaven auf.

Der Ilmenit findet sich in grösseren Mengen in den als Dolerit bezeichneten Gesteinen an Stelle des Magnetits in den charakteristischen lappenförmigen und leistenförmigen Umrissen. Er ist jedenfalls jünger als der Magnetit, zuweilen eine ganz junge Ausscheidung, und hat dann Eindrücke und Einschlüsse von Feldspath. In den Doleriten enthalten die Stromoberflächen keinen Ilmenit, sondern Magneteisen; die Oberflächenlaven erstarrten eben zu schnell, als dass sich noch Ilmenit bilden konnte. In mehreren Laven ist die Beantwortung



der Frage, welches von beiden Erzen vorliegt, sehr schwer. Das Erz tritt hier zwar in lappenförmigen Gebilden auf, dagegen fehlen leistenförmige Durchschnitte fast ganz. Die so oft angeführte Unterscheidung mittelst des Magneten und der Löslichkeit in  $\text{HCl}$  führt nicht zum Ziele. Gerade in den Fällen, wo eine Trennung auf optischem Wege nicht möglich ist, zeigen beide Mineralien dieselbe Reaktionsfähigkeit gegen  $\text{HCl}$  und den Magneten. In dem Basalte vom Hügelskopf kommt Magneteisen in erster, Titaneisen in zweiter Generation vor. In demselben Gestein findet sich auch ein pleochroitisch Mineral, das von F. RINNE<sup>1</sup> in den Basalten des Habichtswaldes als sogenannter Ilmenit zweiter Art beschrieben wird.

Nephelin tritt fast in sämtlichen Gesteinen in mehr oder weniger grosser Menge auf. In nephelinreichen Basalten bildet er als Füllmasse die letzte Ausscheidung des Magmas; in nephelinarmen Gesteinen kommt er in einzelnen Krystallen oder kleinen Partien vor, oder ist auf Zwickel beschränkt. Da manche farblose Gläser mit  $\text{HCl}$  dieselbe Reaction wie Nephelin geben, so ist es oft unmöglich zu entscheiden, ob farbloses Glas oder senkrecht zur Hauptaxe geschnittener Nephelin vorliegt.

Bei nephelinreichen Gesteinen genügte es, eine Ecke des Schliffs mit einem dünnen Hauch von verdünnter  $\text{HCl}$  zu überziehen, um schon in wenigen Minuten die Bildung einer  $\text{SiO}_2$ -Haut und Ausscheidung von reichlich viel  $\text{NaCl}$ -Würfelchen zu veranlassen. In nephelinarmen Basalten trat die Reaction oft nicht ein, und zwar gerade in solchen Gesteinen, die reich an zersetztem Olivin waren. Es erschienen aber sofort  $\text{NaCl}$ -Würfelchen, wenn man den Schliff einige Augenblicke über einer Flamme schwach erwärmte. Liess man einen solchen Schliff wenige Minuten an der Luft liegen, so waren in kurzer Zeit die Würfelchen verschwunden und es hatten sich Wassertropfchen an der angegriffenen Stelle gebildet. Der Grund hierfür liegt wohl darin, dass dem Olivin  $\text{Mg}$  unter Bildung von  $\text{MgCl}_2$  entzogen wurde, welches bekanntlich hygroskopisch ist, so dass die  $\text{NaCl}$ -Lösung zu verdünnt wird, um auskrystallisiren zu können.

<sup>1</sup> F. RINNE, Über norddeutsche Basalte. 1892. p. 69.

Apatit und Biotit sind selten fehlende Gemengtheile. Beide kommen stellenweise sogar in überraschender Menge vor. Der Apatit bildet meist äusserst winzige, langgestreckte Nadelchen. Zuweilen tritt er aber in makroporphyrischen Krystallen auf, die eine Länge bis zu 2 mm erreichen; die Längsschnitte zeigen dann eine deutliche basale Spaltbarkeit. Die sechseitigen Querschnitte haben oft Glaseinschlüsse von der Form des Wirtz.

Biotit lässt sich in allen Gesteinen, mit Ausnahme der Limburgite, nachweisen. Er umrandet gern den Olivin und das Erz. Merkwürdigerweise tritt er besonders in zersetzten Basalten auf und dann als Umrandung oder Einschluss verwitterter Olivine. Es macht dies wahrscheinlich, dass ein Theil des Glimmers eine secundäre Bildung ist. Sehr oft sieht man grössere Glimmerlamellen in Verbindung mit Augitaugen. Vielleicht handelt es sich auch hier um eine Neubildung.

Eine aus braunem, durch HCl schwer angreifbarem Glase bestehende Basis gelangte besonders in feldspatharmen Typen zur Ausbildung. Farbloses Glas ist seltener; es tritt gern in den an farbigen Gemengtheilen reichen Gesteinen auf und giebt dann meist mit HCl Kochsalzwürfelchen. Zuweilen kommen beide Gläser nebeneinander vor und gehen dann ineinander über.

Ich gehe nun zur Besprechung der einzelnen Vorkommen über und betrachte dieselben ihrer Reihenfolge in der aufgestellten Alterstabelle nach. Doch wird im Folgenden dies nicht überall streng eingehalten werden, um nicht eng zusammengehörende Gesteine voneinander zu reissen.

### I. Die Feldspathbasalte.

Wenn auch die Feldspathbasalte sich nicht durchweg in das oben angeführte Spaltensystem einfügen lassen, so ist doch immerhin die Anordnung einer grösseren Anzahl der Vorkommen in der Richtung von NO. nach SW. bemerkenswerth. Es sind dies die Basalte der Drachenburg, Sauerburgholz, Wolfsplatte, Goldberg und die unterhalb des Hügelskopfes anstehenden Basalte. Während diese Gesteine durchweg ein-

ander mehr oder weniger ähneln, erstreckt sich zwischen den Dörfern Mörshausen und Berndshausen ein Feldspathbasaltmassiv, welches sich nicht in das Spaltensystem einordnen lässt und auch petrographisch von den genannten Basalten verschieden ist. Als drittes Massiv ist noch der Kehrenberg bei Hombergshausen zu nennen. Wir besprechen diese Gesteine in der angegebenen Reihenfolge.

### 1. Die Feldspathbasalte bei Hof Sauerburg.

Geologisch lässt sich über diese Basalte wenig sagen. Ihre Erstreckung in der Richtung von NO. nach SW. macht es wahrscheinlich, dass sie ihre Entstehung einer Anzahl in dieser Richtung angeordneter Eruptionscentren verdanken. Wie der Zusammenhang aber im Einzelnen war, lässt sich nicht mehr mit Sicherheit sagen. Einige mehr oder weniger kuppenförmige Erhebungen, nämlich der Goldberg, die Wolfsplatte, das Hegeholz, das Sauerburgholz und die Drachenburg sind wohl als primäre Kuppen aufzufassen. Die genannten Vorkommen stimmen petrographisch so nahe überein, dass sie unzweifelhaft Erstarrungsproducte desselben Magmas sind. Nur in dem Grössenverhältniss der Gemengtheile lassen sich geringe Unterschiede feststellen. Die Basalte zwischen Steinfeld und Hof Sauerburg sind dicht, das Gestein der Drachenburg fein- bis mittelkörnig, die übrigen Vorkommen feinkörnig. Sie enthalten alle als Einsprenglinge grosse, grün verwitterte Olivinkörner und Augitkrystalle mit einem an Glas-, Magnetit-, Olivin- und Biotiteinschlüssen reichen hellbraunen Centrum und einem meist dunkelbraunen einschlussarmen Rande. In der Grundmasse sind Plagioklas und Augit etwa zu gleichen Theilen vorhanden. Ersterer bildet meist Leistchen, selten xenomorphe Partien, letzterer sehr kleine, nach der c-Axe gestreckte, scharf begrenzte Säulchen. Der Magnetit ist sehr reichlich. Biotit kommt in sämtlichen Gesteinen vor, besonders in dem Basalt von der Wolfsplatte und direct nördlich vom Sauerburgholz.

Häufig sind Augitaugen, wie sie RINNE<sup>1</sup> beschreibt. Oft waren die neugebildeten Augite mit einem tief grasgrünen

---

<sup>1</sup> F. RINNE, Über norddeutsche Basalte. I. 1892. p. 85.

Mineral verwachsen, das wohl als Ägirin anzusprechen ist. Zuweilen befindet sich zwischen dem Reste des ursprünglichen Quarzkornes und dem Augitsaum eine Zone von Tridymit mit deutlich erkennbarer Dachziegelstructur. In der Mehrzahl der Augitaugen befinden sich auch noch grössere Biotitlamellen. Dieselben sind wohl als Neubildungen aufzufassen, da sie nie im Centrum, sondern ausschliesslich in der Randzone der Augen sich finden.

Im Basalte der Drachenburg stellen sich geringe Mengen eines farblosen Glases ein, welches mit HCl Kochsalzwürfelchen giebt. Dasselbe verwittert, ähnlich dem Olivin, in grüne Producte. Stellenweise wird der Gehalt an dem dann braunen Glase grösser. Das Gestein zeigt dann eine ausgezeichnete Intersertalstructur.

Das Gestein vom Hegholz, welches im übrigen völlig den direct nordöstlich von Hof Sauerburg anstehenden Basalten entspricht, ist durch einen reichlichen Gehalt an Nephelin ausgezeichnet und dürfte wohl als eine local abweichende Facies aufzufassen sein.

Südlich vom Sauerburgholz bis direct nördlich von Mörs-  
hausen zieht sich ein Basaltrücken, „Bergäcker“ genannt, hin, der von einer Reihe voneinander etwas abweichender Feldspathbasalte gebildet wird. Die Lagerungsverhältnisse sind hier sehr verwickelt und wegen des Mangels an Aufschlüssen nicht klarzustellen. Auf der Höhe des Bergrückens liegen viele grosse Basaltblöcke, die nach dem mikroskopischen Befund völlig übereinstimmen mit Bomben aus dem Tuff von Hof Sauerburg. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass auch diese Blöcke Bomben aus demselben Tuff sind. Sie werden bei dem Tuffe von Hof Sauerburg näher beschrieben.

## 2. Die Feldspathbasalte bei Berndshausen.

Über diese Basalte ist wenig zu sagen. Das Gestein des Schellenberges ist ein normaler Feldspathbasalt, der durch einen geringen Gehalt an Glimmer ausgezeichnet ist. Nach der Form des Vorkommens ist es wahrscheinlich, dass der Schellenberg ein Eruptionscentrum war, von dem nach Dickershausen zu sich ein Strom ergoss.

Interessanter ist das Gestein des Hopfenberges und der „Hesseln“, welches in einem grossen Steinbruche östlich von Mörshausen recht gut aufgeschlossen ist. Der Basalt ist ausgezeichnet dünnplattig abgesondert. Die Schliche lassen u. d. M. ein mittelkörniges Gestein erkennen mit Einsprenglingen von Augit und Olivin, die sich aber nur wenig über die Grösse der Grundmassengemengtheile erheben. In der Grundmasse tritt neben dem Plagioklas, Augit und Magneteisen in nicht unwesentlicher Menge Nephelin, bezw. farbloses, die Nephelinreaction gebendes Glas auf. Der Plagioklas überwiegt über den Augit bedeutend und bildet z. Th. xenomorphe Partien. Der Augit bildet sehr scharf begrenzte nach der c-Axe gestreckte Säulchen.

Dem Hopfenberg ist im Westen ein langgestrecktes Basaltvorkommen vorgelagert, welches sich kaum über den umgrenzenden Braunkohlensand erhebt und einem Feldspathbasalt angehört, welcher mit dem des Schellenberges nahezu identisch ist.

Ich möchte an dieser Stelle noch erwähnen, dass der dünnplattig abgesonderte Basalt vom Steinfeld nördlich Hof Sauerburg dem Basalt der „Hesseln“ u. d. M. äusserst ähnlich ist, was besonders bemerkenswerth ist, da sich beide Vorkommen in der Richtung der NW.—SO.-Spalte anordnen.

### 3. Der Kehrenberg.

Dieses isolirte Vorkommen bildet eine primäre, in nordwestlicher Richtung etwas in die Länge gezogene Kuppe. Das Gestein ist sehr dicht und zeigt u. d. M. Einsprenglinge von corrodирtem Olivin und kleinen Augiten, welche zahlreiche in Reihen angeordnete dreiseitige Magnetitdurchschnitte als Einschlüsse enthalten. In der Grundmasse stellt sich in geringer Menge farbloses, die Nephelinreaction gebendes Glas und Biotit in winzigen Schüppchen ein.

Es gehören noch mehrere Feldspathbasalte in diese Gruppe, da dieselben aber mit Nephelinbasalten, bezw. Doleriten in enger Verbindung stehen, so bespreche ich sie bei diesen Gruppen.

## II. Die Basalte vom Hügelskopftypus.

Südöstlich vom Dorfe Ostheim bei Malsfeld erhebt sich der durch einen grossen Steinbruch gut aufgeschlossene Hügelskopf. Seine Kuppenform, meilerartige Säulenstellung und die von ihm ausgehenden Ströme charakterisiren ihn als Eruptionscentrum. Während das Gestein des eigentlichen Centrums in scharf voneinander gesonderte, nach unten zu dicker werdende Säulen in meilerartiger Stellung zerfällt und petrographisch ein einheitliches Bild bietet, gehören die Ströme zwei verschiedenen Eruptionsperioden an. Es lässt sich dies in dem Steinbruche recht gut verfolgen. Von Ostheim aus gesehen, an der rechten Seite des Steinbruchs, erkennt man deutlich zwei durch eine Zone von völlig zersetztem basaltischem Material getrennte Basaltströme, einen oberen, säulenförmig abgesonderten, der petrographisch dem Eruptionscentrum entspricht und einen unteren, plattig abgesonderten, von diesem völlig verschiedenen Basalt. Da letzterer dem den Spitzenberg bildenden und bei Dagobertshausen anstehenden Basalt sehr ähnelt, so liegt die Vermuthung nahe, dass diese drei Gesteine gleichalterig sind und in geologischem Zusammenhange stehen, was um so wahrscheinlicher ist, als sowohl der Spitzenberg, wie das Vorkommen bei Dagobertshausen mit dem Hügelskopf in enger Verbindung stehen. Es fragt sich nun, welches der Eruptionspunkt dieser drei Gesteine ist. Hierbei kommen nur der Hügelskopf selbst und der Spitzenberg in Frage, da der Stromcharakter des Vorkommens bei Dagobertshausen nicht zu verkennen ist. Es ist also entweder vom Hügelskopf in nördlicher und südlicher Richtung je ein Strom geflossen oder aber vom Spitzenberg ein Strom in nordöstlicher Richtung nach Dagobertshausen zu ausgegangen, der später durch die Eruption des Hügelskopfes durchbrochen wurde. Erstere Annahme scheint mir wahrscheinlicher, da der Spitzenberg trotz seiner bedeutenden Höhe (351 m ü. d. M.) immer noch unter dem Niveau des unteren Stromes im Hügelskopf liegt.

Die Gesteine der **älteren Eruptionsperiode** sind nephelinführende Feldspathbasalte. Sie sind ausgezeichnet dünnplattig abgesondert und daher recht stark verwittert.

U. d. M. zeigt der Spitzenberg-Basalt eine dichte, aus Plagioklas, Augit, Magneteisen und wenig Nephelin bestehende Grundmasse. Der Augit bildet winzige idiomorphe, nach der c-Axe gestreckte bräunliche Säulchen. Er ist älter als der Feldspath, dessen Leisten und rundliche Durchschnitte mit Apatitnadelchen geradezu gespickt sind. Das Magneteisen tritt, wie gewöhnlich, in kleinen Kryställchen auf. Der Nephelin bildet als Füllmasse die letzte Ausscheidung. In dieser Grundmasse liegen zahlreiche, meist kleine Olivinkörner, die in gelbe Verwitterungsproducte übergegangen sind. Z. Th. ist die Verwitterung bis zur Bildung von rothbraunem Iddingsit und Ausscheidung von Opal auf den Hohlräumen vorgeschritten. Weniger reichlich sind Augiteinsprenglinge, die sich von den Grundmassenaugiten durch ihre Grösse, ausgeprägte Spaltbarkeit, die geringe Ausdehnung der Prismenzone und ihre häufigen Zwillingbildungen unterscheiden. Ausser den bekannten Zwillingen nach  $\infty P \infty$  finden sich nicht selten solche, bei denen im Schliff die Zwillingsgrenze schief zur Spaltungsrichtung liegt. BECKE und MOLENGRAAFF führen diese auf das gleiche Gesetz zurück<sup>1</sup>.

Das Gestein des unteren Stroms im Hügelskopf unterscheidet sich von dem besprochenen nur dadurch, dass in der Grundmasse der Augit bedeutend reichlicher ist und der Feldspath eine ausgeprägtere Leistenform besitzt. Der Olivin tritt etwas zurück.

Der Basalt südlich von Dagobertshausen hat einen noch kleineren Olivinegehalt. Es stellt sich in geringer Menge farbloses mit HCl NaCl-Würfelchen gebendes Glas ein.

Wie schon erwähnt, ist das Gestein, welches die Kuppe des Hügelskopfes und die von demselben ausgehenden oberen Ströme bildet, ganz anders ausgebildet als die vorbeschriebenen Basalte. Da dasselbe wohl charakterisirt ist und den Typus einer grossen Zahl von Gesteinen bildet, so bezeichne ich dasselbe kurz als **Hügelskopftypus**.

Zu diesem gehören, wie schon im allgemeinen Theil hervorgehoben wurde, folgende Vorkommen, die sich recht gut in das Spaltensystem einordnen lassen.

<sup>1</sup> TSCHERMAK, Min. u. petr. Mitth. 7. 98; dies. Jahrb. Beil.-Bd. IX. 288.

N. Jahrbuch f. Mineralogie etc. Beilageband XVI.

17

**A. Auf der NO.—SW.-Spalte liegend:**

1. Hügelskopf,
2. Stöpflingskopf,
3. Loh,
4. Hundsacker,
5. Auswürflinge aus dem Tuff von Hof Sauerburg,
6. Auswürflinge aus dem Tuff vom Werrberg,
7. Stellberg.

**B. Auf der NW.—SO.-Spalte liegend:**

1. Auswürflinge aus dem Tuff vom Weinberg,
2. (Auswürflinge aus dem Tuff vom Hof Sauerburg) s. o.,
3. Sandberg,
4. Hirtzelrode,
5. Omeiser.

**C. Parallel zur NO.—SW.-Spalte:**

1. Auswürflinge aus dem Tuff vom Frauenkopf,
2. Vorkommen am Bahnhof Homberg a. E.

Wir besprechen zuerst die hierher gehörenden Vorkommen von der **NO.—SW.-Spalte**.

Beim Hügelskopf zeigen das Eruptionscentrum und die von demselben ausgehenden Ströme einige Verschiedenheiten. Während das Gestein des Centrums feldspatharm ist und eine mehr körnige Structur zeigt, sind die Ströme feldspathreich und haben eine porphyrische Structur, die oft intersertal wird.

Das Centralgestein ist ein mittelkörniger, hypokrystalliner, feldspatharmer Nephelinbasanit. Die älteste Ausscheidung des Magmas bildet der Olivin. Derselbe ist nicht sehr reichlich vorhanden und tritt in kleinen idiomorphen Krystallen in den bekannten sechsseitigen, rechteckigen und rhombischen Querschnitten und in unregelmässig begrenzten Körnern auf. An Einschlüssen ist er sehr arm; selten erblickt man Magnetit-oktaëderchen. Grüne serpentinartige Producte deuten auf beginnende Verwitterung. Der Augit ist bedeutend reichlicher. Er bildet grosse, schon mit blossem Auge sichtbare Krystalle, die begrenzt sind vom Verticalprisma, Quer- und Längsfläche und dem augitischen Paar. Fast ausnahmslos sind die Flächen der Prismenzone sehr kurz ausgebildet, während das augitische Paar vorherrscht. Die Spaltbarkeit ist sehr deutlich. Die Farbe ist braun bis violett. Der Pleochroismus ist nicht



unbedeutend, er geht von violett bis gelbbraun. Zonarstructur ist oft recht gut zu erkennen; die Individuen haben dann einen farblosen Kern und violetten Rand. Fast jeder Krystall zeigt sanduhrförmigen Bau. Äusserst häufig sind Zwillinge nach  $\infty P \infty$ , dieselben überwiegen über die einfachen Krystalle. Dabei kommen nicht nur einfache Berührungszwillinge vor, sondern oft ist ein Krystall von einer ganzen Anzahl paralleler Zwillingslamellen durchzogen. Durchkreuzungszwillinge sind seltener. Die Grösse der Augite ist eine sehr verschiedene. Die grössten Individuen haben eine Länge bis zu 2 mm, die kleinsten haben mikroskopische Dimensionen. Jedoch lassen sich nicht zwei Generationen trennen; vielmehr muss man annehmen, dass die Bildung der Augite eine lange Zeit hindurch ununterbrochen angedauert hat. Bemerkenswerth sind die Verwachsungen von Augit und Olivin (vergl. Taf. IX Fig. 1). Man bemerkt oft grosse, radial angeordnete Augite, die einen Stern bilden, dessen Centrum aus einem corrodirtten Olivinkorn besteht. Selten dagegen ist die Umwachsung eines Olivinkrystalls mit Augit, in diesem Falle sind die angewachsenen Augite bedeutend kleiner. Eine orientirte Verwachsung zwischen beiden Mineralien liess sich nicht feststellen. Auch der Augit hat anderen sich bildenden Mineralien zum Halt gedient; so sind besonders auf dem augitischen Paar oft winzige kurze Erznädelchen senkrecht angesetzt.

Zu diesen beiden, die Hauptmasse des Gesteins bildenden Mineralien treten Eisenerze, Nephelin bzw. farbloses Glas und Feldspath.

Das Erz tritt in zwei verschiedenen Formen auf. Ein Theil desselben bildet grosse, oft lappige Durchschnitte, die zuweilen mit einer graubraunen Farbe durchscheinen und nie eine Spur von Dichroismus zeigen. Selten sind leistenförmige Durchschnitte. Dieses Erz unterscheidet sich also von dem typischen Magnetit und Ilmenit. Die zahlreichen lappenförmigen Gebilde deuten auf Titaneisen hin; die Seltenheit der Leisten aber spricht dagegen. Die zweite Art des Erzes liegt in dem aus Feldspath, Nephelin und farblosem Glase gebildeten Grundteige. Es besteht aus langen dünnen schwarzen Nadeln, die auch in den dünnsten Schliffen völlig undurchsichtig sind. Besonders gern treten tannenzweig-

ähnliche Aggregate auf, die aus einem meist geraden schmalen Aste bestehen, an den sich ringsum dünne Nadeln ansetzen (vergl. Taf. IX Fig. 2). Zuweilen wird die Axe des Astes durch ein farbloses Mineral gebildet, welches sich meist als Plagioklas, zuweilen auch als Apatit bestimmen liess. Unter gekreuzten Nicols bei eingelegtem Gypsblättchen mit dem Roth erster Ordnung zeigt es sich nun, dass das farblose Mineral nicht nur das Centrum des schwarzen Astes bildet, sondern auch über die Grenze desselben hinausgeht. Ist das Mineral des Centrums Plagioklas, so geht durch die Axe des Astes die Zwillingsgrenze, dann kommt eine einschlussfreie und eine mit schwarzen Nadeln durchzogene Zone. Bei dickeren Schliffen ist meist das farblose Centrum nicht zu sehen, es ist durch die schwarzen Nadeln verdeckt. Selten nehmen an einer Verwachsung Apatit und Plagioklas zugleich Theil. Dann bildet der Apatit den einschlussfreien Kern. Zuweilen sind die tannenzweigähnlichen Gebilde völlig gekrümmt, wobei auch der Feldspath diese Biegung mitmacht. Über die Natur der Nadeln lässt sich nichts Bestimmtes sagen, sie sind zu klein, um einer genauen chemischen Untersuchung unterzogen zu werden. Von verdünnter HCl wurden sie nicht merkbar angegriffen, von concentrirter allmählich gelöst. Wahrscheinlich liegt hier ein Eisenerz vor.

Beim Herumdrehen des Objecttisches bemerkt man nun oft, dass die astförmigen Gebilde mehr oder weniger ausgedehnte pleochroitische Stellen aufweisen. Dieselben rühren von einem rosabraunen Mineral her, welches in äusserst dünnen, sehr stark pleochroitischen Lamellen auch unabhängig von den astförmigen Gebilden in grosser Menge im Schliff vorkommt. Sehr selten zeigen sie regelmässig begrenzte Krystalldurchschnitte. Dieselben haben eine rhombische Form und diagonale Auslöschung. Der Pleochroismus geht von braun bis hellgelb. Spaltbarkeit ist nicht zu bemerken.

F. RINNE beschreibt ein mit diesem identisches Mineral aus Basalten des Habichtswaldes als Titaneisen<sup>1</sup>.

Von accessorischen Mineralien kommt in diesem Basalte noch Apatit vor. Derselbe bildet grosse vierseitige Längs-

---

<sup>1</sup> F. RINNE, Über norddeutsche Basalte. I. 1892. p. 69.

schnitte und sechsseitige Querschnitte, die oft einen Kern von braunem Glase haben.

Glimmer ist nicht vorhanden.

Mit der Entfernung vom Eruptionscentrum wird die Structur und der Mineralbestand ein etwas anderer. Die astförmigen Gebilde und das pleochroitische Mineral treten mehr und mehr zurück, bis sie fast ganz verschwinden. Dagegen nimmt der Plagioklas an Menge und Grösse sehr zu, seine Leisten werden breiter und zeigen vielfache Zwillingsbildungen. Die Grundmasse tritt immer mehr zurück und ist schliesslich auf Zwickel beschränkt, die von Feldspathleisten abgegrenzt sind.

Während also das Eruptionscentrum in seinem Mineralbestande sich den Limburgiten, bezw. Nephelinbasalten nähert, sind die Ströme nephelinführende Feldspathbasalte, die den Doleriten nahe stehen.

Am Südfusse des Hügelskopfes erhebt sich der Stöplingskopf, ein kleines rundes Kuppchen, dessen Spitze über 75 m unter dem Gipfel des Hügelskopfes liegt. Es handelt sich hier jedenfalls um einen kleinen Seitenkrater des Hügelskopfes, der keine Ströme lieferte. Tuffreste sind nicht mehr nachweisbar. Aufschlüsse sind nicht vorhanden, es liegt nur Material von Blöcken vor, die den Abhang und den Gipfel des Kuppchens bedecken.

U. d. M. ist das Gestein dem oben besprochenen sehr ähnlich. Die Olivin- und Augiteinsprenglinge haben dieselbe Ausbildung, nur ist ersterer schon stark verwittert. Dabei bilden sich zuerst grüne, hauptsächlich aus Serpentin bestehende Producte; bei weiterer Verwitterung wird die Farbe dunkelgrün bis bläulich und man bemerkt beim Herumdrehen des Objecttisches einen schwachen Pleochroismus. Schliesslich entsteht ein braunes, stark pleochroitisches Mineral mit allen mikroskopischen Eigenschaften des Biotits. Auch ohne einen nachweisbaren Zusammenhang mit dem Olivin kommt das Mineral vor, aber immer nur in solchen Schlfen, wo auch der Olivin z. Th. schon umgewandelt ist. Da das Mineral sich auch gegen chemische Reagentien sehr indifferent verhält und eine ausgezeichnete Spaltbarkeit besitzt, so ist dasselbe mit

derselben Berechtigung, wie das ähnliche, sonst in Basalten vorkommende, stark pleochroitische Mineral als Biotit zu bezeichnen. Selten zeigt der Glimmer eine regelmässige Begrenzung. Es kommen sowohl gerade auslöschende Längsschnitte, als auch schief auslöschende, von Verticalprisma, Quer- und Längsfläche begrenzte Durchschnitte vor.

Ich möchte noch ausdrücklich bemerken, dass dieses Mineral nicht identisch ist mit dem beim Hügelskopf besprochenen pleochroitischen Mineral, das aber hier nicht vorhanden ist.

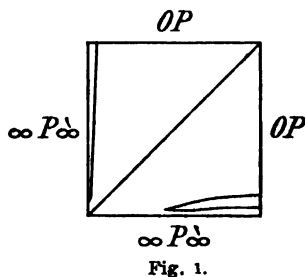
Von Erzen ist ausser den lappenförmigen Gebilden auch typisches Magneteisen vorhanden, welches äusserst winzige Kryställchen bildet.

In der Grundmasse überwiegt der Feldspath. Er bildet grosse idiomorphe Krystalle mit vielfachen Zwillingsbildungen nach dem Albit-, selten nach dem Periklingesetz. Die tannenzweigähnlichen Gebilde fehlen vollkommen. Es sind aber in der Grundmasse zahlreiche Erznädelchen verstreut, die sich oft zu kleinen Büscheln anordnen, welche aber nie mit Plagioklasleistchen verwachsen sind. In den Hohlräumen ist mikroskopischer grünlicher Sphärosiderit abgeschieden.

An den Stöpfingskopf schliesst sich im W. das Loh an, von demselben durch eine tiefe Erosionsspalte getrennt. Die ca. 100 m breite und 400 m in NNO.—SSW.-Richtung sich erstreckende Basaltmasse ist ausgezeichnet säulenförmig abgesondert. Die Säulen stehen meist vertical, z. Th. aber sind sie unter einem mehr oder weniger grossen Winkel geneigt. Ich halte dies Vorkommen für eine gangartige Spaltenausfüllung, resp. für das Eruptionsproduct eines weiteren auf der vom Hügelskopf ausgehenden Spalte liegenden Kraters.

U. d. M. entspricht das Gestein dem des Hügelskopfes fast vollkommen. Schliffe von den tiefsten Stellen des Steinbruchs sind von denen des Hügelskopfcentrums überhaupt nicht zu unterscheiden. Nach der Peripherie zu nimmt aber der Feldspathgehalt so zu, dass er die übrigen Gemengtheile an Grösse und Menge übertrifft. Er bildet dann bis 1 mm breite, 2 mm lange dicktafelige Krystalle von rechteckigem, seltener sechseckigem Durchschnitt und ist durch seine Zwill-

lingsbildungen ausgezeichnet. Die meisten Krystalle sind einfache Albitzwillinge, häufig tritt aber auch Viellingsbildung ein, wobei die einzelnen Zwillingslamellen spitz auskeilen. Sehr oft sind Albit und Periklingesetz, seltener Albit und Bavenoer Gesetz (vergl. Textfig. 1) miteinander verknüpft. Auch Kreuzalbitzwillinge treten ab und zu auf<sup>1</sup>. Einen nicht unwesentlichen Antheil an der Zusammensetzung dieses Gesteins nimmt der Apatit. Er bildet bis 1,5 mm lange, 0,4 mm breite, nach OP deutlich trennbare Krystalle. Oft wird der Krystall seiner ganzen Länge nach von einem Einschluss aus braunem Glase erfüllt, der die Form des Wirths hat, wie man aus den sechsseitigen Querschnitten sehen kann. Zuweilen ist es sehr deutlich zu erkennen, dass der Einschluss seine Entstehung der parallelen Aneinanderlagerung mehrerer Apatitnadeln verdankt, Auch hier fehlen wieder in den Schliften der peripherischen Theile der Basaltmasse die tannenzweigähnlichen Gebilde vollkommen.



Direct in der Verlängerung des Lohs erhebt sich der ebenfalls in die Länge gestreckte, nur mässig hohe Hundsacker. Die wenigen Aufschlüsse lassen ein Gestein erkennen, welches mit dem des Loh identisch ist. Nur ist der Olivin wie beim Stöpfingskopf stärker zersetzt und daher der Biotitgehalt ein recht ansehnlicher. Auch hier fehlen die Tannenzweigbildungen.

Gehen wir auf unserer Spalte weiter, so treffen wir auf den Limburgitkegel von Hof Sauerburg. Unter den Basaltbrocken seines Tuffmantels befinden sich solche, die petrographisch völlig dem Basalt vom Stöpfingskopf und vom Hundsacker entsprechen. Es fanden sich auch Auswürflinge mit den tannenzweigähnlichen Bildungen wie am Hügelskopf.

Auch ein grosser Theil der Basaltbrocken im Tuff vom Werrberg stimmt mit den genannten Gesteinen überein.

<sup>1</sup> Vergl. F. RINNE, Über norddeutsche Basalte. I. 1892. Taf. VII Fig. 8.

Als letztes Gestein dieser Linie ist das vom Stellberg zu nennen. Ich fasse dieses Vorkommen als primäre Kuppe auf, seiner Form wegen, dann wegen seiner Lage auf unserer Spalte und schliesslich seines Tuffmantels wegen. Das dickplattig abgesonderte Gestein ist petrographisch schon von MÖHL für die Schiffsammlung von FUESS kurz beschrieben worden. U. d. M. findet man nur ganz geringe Abweichungen von den vorbeschriebenen Gesteinen. Die Augite haben eine weniger violette Farbe; Zwillingsbildungen und sanduhrförmiger Bau sind seltener. Auch der Pleochroismus ist wenig deutlich bemerkbar. Feldspath und Nephelin sind recht reichlich; die tannenzweigähnlichen Bildungen und das pleochroitische Mineral fehlen vollkommen. Dagegen ist Biotit sehr häufig, aber immer doch noch nicht in dem Maasse, wie beim Hundsacker vorhanden.

Es sind nun die hierher gehörenden Vorkommen der **NW.—SO.-Spalte** zu besprechen.

Die Basaltauswürflinge aus dem Tuff vom Weinberg entsprechen völlig den im Tuff von Hof Sauerburg gefundenen.

Der Sandberg ist leider völlig bewaldet und nirgends durch Steinbruchsbetrieb aufgeschlossen. Das Gestein vom Gipfel des Berges gleicht völlig dem des Hügelskopfcentrums und führt auch die tannenzweigähnlichen Bildungen; Schiffe vom Abhange sind von denen der Ströme des Hügelskopfes überhaupt nicht zu unterscheiden und ganz frei von den tannenzweigähnlichen Bildungen. Aus dieser Analogie schliesse ich, dass auch der Sandberg eine primäre Kuppe ist.

Zwischen Sandberg und dem Dorf Welferode liegen nun noch drei verschiedene Vorkommen, die mit den besprochenen Gesteinen in vieler Beziehung eine grosse Ähnlichkeit haben, nämlich der Steiger, das Hirtzelrode und der Omeiser. Sie bilden einen sich von Westen nach Osten erstreckenden Rücken, der seinen höchsten Punkt im Gipfel des Steiger hat und nach dem Omeiser zu allmählich abfällt. Nach der v. DECHEN'schen Karte sind Hirtzelrode und Omeiser durch Braunkohlensande getrennt. Ob dies richtig ist, liess sich nicht feststellen, da das Gebiet zwischen beiden Vorkommen mit basaltischem Gerölle bedeckt ist. Jedenfalls fanden sich keine Braunkohlenquarzitblöcke.

Das Gestein vom Steiger ist ein ausgesprochener Dolerit, ich führe ihn deshalb hier nur an, weil er durch die radiale Anordnung der Augite und die Ausbildung des Plagioklases dem Gestein vom Hügelskopf sehr ähnlich ist.

Der Basalt vom Hirtzelrode zeigt dieselben Einsprenglinge wie der vom Hügelskopf. Die Augite haben dieselbe Farbe und die dort so häufige radiale Anordnung um Olivinkörner. Auch der Plagioklas bildet gern die beschriebenen Combinationen der verschiedenen Zwillingsgesetze. Die Grundmasse jedoch ist eine andere. Hier herrscht ein braunes Glas vor, welches mit HCl nach einigen Stunden unter Abscheidung einer Kieselhaut äusserst zahlreiche NaCl-Würfelchen giebt. Hierzu treten kleine Augite und Magneteisen. Letzteres ist eine noch sehr junge Ausscheidung, es ist bis zur Erstarrung des ganzen Gesteins fortgewachsen und daher meist von hellen Krystallisationshöfen umgeben, die allmählich in das dunklere Glas übergehen. Stellenweise hat das Gestein eine ausgezeichnete Intersertalstructur.

Ob wir es hier mit einer anderen Ausbildung des Hügelskopfgesteins zu thun haben, lässt sich nicht sagen, jedenfalls legt die Identität der Einsprenglinge und der Umstand, dass das Glas mit HCl NaCl-Würfelchen giebt, eine solche Vermuthung nahe.

Es ist schliesslich noch der Basalt vom Omeiser zu erwähnen. Auch hier war wegen der Waldbedeckung eine nähere Untersuchung nicht möglich. Die Grundmasse dieses Gesteins besteht aus einem dunklen Glase, das nach einiger Zeit mit HCl sehr viele NaCl-Würfelchen giebt. Dazu treten winzige Erzdendriten und in sehr grosser Menge das beim Hügelskopf besprochene pleochroitische Mineral in kleinen dünnen Lamellen. Oft ist das Glas geradezu gespickt mit diesen Gebilden. Plagioklas fehlt völlig, im übrigen sind die Verhältnisse dieselben wie beim Hügelskopf.

In der von MÖHL zusammengestellten Sammlung von Basaltschliffen (FUES) befindet sich ein Schliff, der mit dem Basalt vom Omeiser identisch ist, und als Basalt vom „Hügelsberg“ bei Elfershausen beschrieben und in die Literatur übergegangen ist. Einen solchen Berg giebt es in der Gegend nicht; wahrscheinlich ist der Hügelskopf gemeint, der ja nur

2 km südlich von Elfershausen liegt. Wenn auch von mir der MÖHL'sche Basalt am Hügelskopf nicht gefunden wurde, so ist es immerhin möglich, dass er früher dort anstand und erst durch den umfangreichen Steinbruchbetrieb in den letzten Jahren verschwunden ist. Es wäre dann das Gestein vom Omeiser eine local abweichende Ausbildung des Hügelskopfgesteins.

Südlich von Homberg a. E. lässt sich durch die Limburgite vom Frauenkopf, Herzberg und Stöpfing eine weitere Linie ziehen, die parallel ist der Linie Stellberg—Hügelskopf, und in der wiederum sich 2 Vorkommen des Hügelskopfbasaltes einreihen lassen. Es sind dies Auswürflinge aus dem Tuff vom Frauenkopf und ein südlich vom Homberger Bahnhof anstehender Basalt. Dieselben stimmen mit dem Basalt vom Stellberg überein.

### III. Nephelinbasalte und -basanite.

Fast sämtliche Basalte der Umgebung von Homberg a. E. sind durch einen Gehalt an Nephelin ausgezeichnet. Wirkliche Nephelinbasalte sind jedoch nur an zwei Stellen vorhanden, am Mosenberg und am Werrberg. Beide Vorkommen sind mit feldspathführenden Nephelingesteinen so eng verknüpft, dass die Besprechung im Zusammenhang geboten ist.

#### 1. Der Mosenberg und seine Umgebung.

Der Mosenberg erhebt sich etwa 3 km nordöstlich von Homberg a. E. und ist das höchste und ausgedehnteste Massiv der Gegend. Der Mangel an Aufschlüssen lässt ein genaueres Studium der geologischen Verhältnisse nicht zu. Jedenfalls haben wir es hier mit einem Eruptionscentrum zu thun, dessen Thätigkeit längere Zeit angedauert und das eine Reihe von Strömen entsandt hat. Während der Abfall nach Süden, Westen und Osten ein sehr steiler ist, zieht sich der Mosenberg in nordwestlicher Richtung in die Länge. Der Hauptkrater dürfte daher etwa am Signal auf dem Gipfel gelegen haben, während sich in nordwestlicher Richtung Ströme ergossen.

Das Gestein des Gipfels, des Ost- und des Südabhanges, ist ein Nephelinbasalt von holokrystallin-porphyrischer Structur.



Die als Einsprenglinge auftretenden sehr zahlreichen Augite und Olivine sind recht unregelmässig vertheilt. In manchen Schliften fehlt der Einsprenglingsaugit fast vollständig, in anderen überwiegt er bedeutend über den Olivin. Letzterer bildet grosse farblose corrodirte Krystalle und unzählige kleine verwitterte Körnchen, die den ganzen Schliff imprägniren. Häufig sind Zwillinge nach  $P\infty$ , dabei ist die Zwillingsgrenze meist eine gerade Linie. Bei der Verwitterung entstehen zuerst gelbliche bis röthliche Producte, schliesslich braunrother, deutlich pleochroitischer Iddingsit. Die Augite zeigen eine ausgezeichnete Zonarstructur. Meist haben sie einen farblosen, seltener einen dunkelgrünen Kern, dessen Färbung, wie die chemische Reaction zeigt, durch Cr hervorgerufen ist. Der Kern enthält äusserst zahlreiche grosse Hohlräume, Glas- und Magnetiteinschlüsse, so dass oft die eigentliche Augitsubstanz gegen die Einschlüsse zurücktritt. Die Randzone ist braun und einschlussarm. Häufig sind Zwillinge nach  $\infty P\infty$ . Die Grundmasse wird durch ein sehr dichtes Gemenge von vorwiegend Augit, daneben Magneteisen und Nephelin gebildet. Die äusserst scharf begrenzten, nach der c-Axe gestreckten braunen Augitsäulchen haben eine sehr geringe Grösse, ihr dichtes Gewirre ist nur mit starker Vergrösserung auflösbar. Beim Magneteisen kann man deutlich zwei durch Grösse und Form unterschiedene Generationen erkennen. Die grösseren Individuen sind lappenförmig, die kleineren scharf begrenzt. Der Nephelin tritt als Füllmasse auf; seine Vertheilung ist unregelmässig, es wechseln nephelinarme Partien mit solchen ab, in denen der Nephelin dem Augit an Menge fast gleichkommt. Feldspathleistchen und Apatitnadelchen sind sehr selten. Letztere durchsetzen nur den Nephelin. Die zahlreichen, meist langgestreckten Hohlräume sind mit Zeolithen erfüllt. Westlich vom „Signal“ ist das Gestein blasig ausgebildet.

Am Südfuss des Mosenberges ist durch einen kleinen Steinbruch ein Gestein aufgeschlossen, das von dem beschriebenen abweicht. Während der Nephelinbasalt des Mosenberges unregelmässig abgesondert ist, zeigt dieses eine ausgezeichnet dünnplattige Absonderung. Die Einsprenglinge sind dieselben; die Grundmasse aber ist weniger dicht. Sie wird vorwiegend

von Augit und Feldspath gebildet, dazu tritt in geringerer Menge Nephelin und Magnetit. Auffallend ist der grosse Gehalt an Biotit, der dem an Magneteisen fast gleichkommt. Der Plagioklas ist meist xenomorph und vom Nephelin schwer zu unterscheiden. Die Augite haben eine sehr verschiedene Grösse und bilden meist Körner. Der Biotit umrandet gern grün verwitterten Olivin.

Diese Unterschiede sind zu bedeutend, als dass es sich hier um eine local abweichende Ausbildung des Magmas handeln könnte. Dieses Vorkommen scheint vielmehr einem älteren Basalte anzugehören, besonders da Auswürflinge desselben im Tuff des kleinen Mosenberges vorkommen.

Der Nordwestabhang des Mosenberges gegen den Waldrand des Rumpel hin wird von einem Nephelinbasalt gebildet, der von dem Hauptgestein sehr abweicht. Derselbe ist dünnplattig abgesondert und dürfte wohl als ein dem Mosenberg in nordwestlicher Richtung entfloßener Strom aufzufassen sein.

U. d. M. erkennt man ein mittelkörniges Gestein, welches als Einsprenglinge Olivin und spärlich Augit führt. Der Olivin bildet scharf begrenzte Krystalle und corrodirt Körner, die sich durch eine sehr deutliche Zonarstructur auszeichnen. Die grösseren Individuen haben einen farblosen noch recht frischen Kern und Rand, während nahe der äusseren Begrenzung eine dieser meist parallele schmale Zone zu erkennen ist, die durch ausgeschiedene Eisenhydroxyde gelb bis rothbraun gefärbt ist. Zuweilen folgt auf den farblosen Kern zuerst eine gelbe, dann eine davon scharf getrennte rothbraune und dann wieder eine farblose Zone (vergl. Taf. X Fig. 3). Diese Erscheinung ist wohl so aufzufassen, dass der ursprünglich eisenarme Olivin eine Zeit lang in einer eisenreicheren Lösung fortwuchs und dann wieder eine eisenärmere Schicht ansetzte. Bei der Verwitterung wurden aus der eisenreichen Zone Eisenhydroxyde ausgeschieden. Eine analoge Zonarstructur beschreibt F. MÖHLE (dies. Jahrb. Beil.-Bd. XVI. 1902. p. 84) bei einem Nephelinbasalt von Honolulu.

An dem Aufbau der Grundmasse nehmen hauptsächlich Nephelin und Augit Theil. Ersterer bildet einen zusammenhängenden Teig, in dem einzelne sehr lange, scharf begrenzte

Augitsäulchen liegen. Magneteisen, in grossen Lappen, ist spärlich. Lange Apatitnadeln durchsetzen den Nephelin.

Die Grenze dieses Gesteins im Walde des Rumpel lässt sich nicht verfolgen. Am Westabhang des Rumpel tritt ein völlig abweichender Feldspathbasalt auf, der durch einen geringen Nephelinge halt charakterisirt ist. Vielleicht gehört dies Vorkommen einem älteren, dem Mosenberg entfloßenen Strom an.

An den Mosenberg schliesst sich in nordöstlicher Richtung der kleine Mosenberg an. Derselbe bildet eine kleine kegelförmige Kuppe, die wegen der meilerartigen Säulenstellung und eines sie rings umgebenden Tuffmantels als Eruptionscentrum aufzufassen ist. Die grosse Ähnlichkeit dieses Gesteins mit dem des grossen Mosenberges macht es sehr wahrscheinlich, dass beide Erstarrungsproducte desselben Magmas sind.

Als Einsprenglinge treten auch hier Olivin und Augit in wechselnden Mengen auf. Die Augite sind ähnlich denen des grossen Mosenberges, nur bedeutend grösser. In den zahlreichen, durch Corrosion hervorgerufenen Einbuchtungen der Krystalle, die z. Th. im Schliff scheinbare Hohlräume bilden, hat sich Nephelin, Feldspath, Glimmer und Apatit ausgeschieden. Die Biotitkryställchen sind auf den Wandungen aufgewachsen. Da die Dünnschliffe dieses Mineral sonst nur spärlich enthalten, so ist dieser Glimmerreichthum wohl dadurch zu erklären, dass durch die Auflösung des Augits das Magma reicher an den für die Bildung des Glimmers nöthigen Bestandtheilen wurde. In der Grundmasse überwiegt der Feldspath über den Nephelin. Im Übrigen sind die Verhältnisse dieselben wie beim grossen Mosenberg.

Schliffe vom Gipfel des Berges zeigen einen bedeutenden Gehalt an Biotit, während dies Mineral am Fusse des Berges fast ganz fehlt. Auch in der Verwitterung des Olivins zeigen sich Unterschiede. Auf dem Gipfel ist derselbe grün, am Fusse braunroth verwittert. Es ist daher wohl das Gestein vom Gipfel verhältnissmässig reich an Magnesium, so dass sich eisenarmer Olivin und viel Biotit bilden konnte, während in dem magnesiumärmeren Gestein vom Fuss des Berges das Mg zur Bildung des Olivins und Augits völlig aufgebraucht wurde.

Auf dem Gipfel des kleinen Mosenberges findet sich ein kleiner interessanter Aufschluss. Durch Steinbrucharbeiten ist ein ca. 5 m weites und 3 m tiefes Loch entstanden. Die Nordwestwand desselben wird von einem ausgezeichnet säulenförmig abgesonderten Gesteine gebildet, welches sich schon äusserlich durch seine fettglänzende braunschwarze Farbe als glasreich charakterisirt.

Als Einsprenglinge führt dieser Basalt wenige grosse Augite und ungemein reichlich Olivin. In der Grundmasse überwiegen idiomorphe braune Augitleistchen; dazu tritt Magnet Eisen, wenig Feldspathleistchen und Nephelin, und als letztes Erstarrungsproduct reichlich farbloses und zurücktretend braunes Glas.

Die Südostwand des Steinbruchs wird durch Basalttuff gebildet, den zwei parallele, ca. 1,20 m breite Basaltgänge durchsetzen, die in südöstlicher Richtung verlaufen. Der Basalt ist dünnplattig abgesondert, die Platten parallel der Gangrichtung stehend. Petrographisch entsprechen beide Gänge völlig dem Hauptgestein des kleinen Mosenberges. Die Grenze zwischen Gang und Tuff ist sehr scharf und eben.

Nordwestlich vom grossen Mosenberg erhebt sich der Weinberg, der ebenfalls durch mächtige, ihn umgebende Tuffablagerungen als Eruptionscentrum kenntlich ist. Auch dieses Gestein ist petrographisch den besprochenen Basalten sehr ähnlich. In der dichten Grundmasse liegen zahlreiche Augite und Olivine eingebettet, die denen des grossen Mosenberges gleich sind. Der Augit bildet häufig Zwillinge nach  $\infty P\infty$ , der Olivin solche nach  $P\infty$ . In einem Schlicke fand sich ein grosser angegriffener rhombischer Augit, der mit einem Zaune von monoklinem Augit umgeben ist (vergl. Taf. X Fig. 4). Die Spaltrisse des monoklinen Augits fallen mit der Richtung der Spaltrisse des gerade auslöschenden Kerns zusammen. Die Augite des Zaunes sind verzwilligt; die Zwillingsgrenze geht den Spaltrissen parallel. Die abwechselnden Individuen löschen gleichzeitig aus. Zwischen Zaun und rhombischem Kern befindet sich eine Zone von vollkommen regellos durcheinander lagernden monoklinen Augitkörnern. Ich fasse diese als umgewandelten rhombischen Augit auf. Der Grund für die Parallelverwachsung zwischen dem rhombi-

schen und monoklinen Augit dürfte wohl darin liegen, dass die einzelnen Körnchen der angegriffenen Zone sich in ihrer richtenden Kraft auf das krystallbildende Magma gegenseitig aufgehoben haben und daher der innere rhombische Kern einheitlich orientirend auf den monoklinen Zaun wirken konnte. Ganz ähnliche Bildungen beschreibt A. SCHWANTKE im Centralblatt für Mineralogie. 1902. No. 1.

Die Grundmasse des Basaltes vom Weinberg ist analog der des Gesteins vom kleinen Mosenberg. Nur ist der Plagioklasgehalt ein grösserer und es tritt in geringer Menge braunes Glas auf.

## 2. Der Werrberg.

Der Werrberg bildet ein grosses, sich direct östlich von Homberg erhebendes Massiv, welches an der Süd- und Westseite von ausgedehnten Tuffablagerungen umgeben ist. An seinem Aufbau nimmt eine grosse Zahl verschiedener Gesteine Theil, die meist durch einen Gehalt an Nephelin ausgezeichnet sind. Die Lagerungsverhältnisse sind sehr complicirt. Trotzdem etwa 50 Dünnschliffe angefertigt wurden, gelang es nicht, den Zusammenhang der einzelnen Gesteine genau zu erforschen, da die petrographischen Verhältnisse innerhalb einer Strecke von wenigen Metern sehr schnell wechseln und fast jeder Schliff ein anderes Bild bietet. Immerhin scheinen sämtliche Gesteine Erstarrungsproducte desselben Magmas zu sein, da sie alle gewisse Merkmale gemeinsam haben. Während bei dem Mosenberg trotz sonstiger Verschiedenheiten alle Gesteine als Einsprenglinge Olivin und Augit führten, tritt bei den Basalten des Werrberges nur der Olivin als porphyrische Ausscheidung auf. Die Grundmasse dagegen zeigt eine mannigfaltige Ausbildung. Es finden Übergänge von Nephelinbasalten in Nephelinbasanite bezw. Feldspathbasalte mit farblosem, durch verdünnte HCl unter NaCl-Bildung zersetzbarem Glase statt. Durch Zurücktreten des letzteren erhalten wir schliesslich normale Feldspathbasalte. Andererseits zeigten sich auch durch Zurücktreten der farblosen Gemengtheile Übergänge in augitreiche limburgitische Gesteine.

Da eine genaue Untersuchung des Werrberges mit reichlichem Schliffmaterial im Gange ist, so sollen im Folgenden die Haupttypen nur kurz beschrieben werden.

Eigentlicher Nephelinbasalt steht nur an wenigen Stellen an. Er bildet das Kuppchen direct südlich von der Strasse Homberg—Mörshausen<sup>1</sup> und einen den Tuff durchsetzenden Strom am Westabhang des Werrberges.

Das dünnplattig abgesonderte Gestein ist von TRENZEN beschrieben und analysirt worden<sup>2</sup>. Es enthält als Einsprenglinge grosse regelmässig begrenzte Olivinkrystalle, die oft corrodirt sind und nicht selten Zwillingbildungen zeigen. Bei der Verwitterung bilden sich zuerst gelbe Producte, schliesslich braunrother Iddingsit. In der Grundmasse überwiegt der Augit in braunen idiomorphen Säulchen; dazu tritt reichlich Magnetit und als letzte Ausscheidung Nephelin. Apatit ist häufig, er durchsetzt besonders den Nephelin. In den Schlfen vom Südostabhang des Werrberges stellt sich Biotit in überraschender Menge ein.

Ein mit diesem sehr ähnliches Gestein bildet den nördlichen Theil des Werrberges. Es unterscheidet sich von dem beschriebenen nur durch den Gehalt an Feldspathleistchen. Daneben tritt auch farbloses, die Nephelinreaction gebendes Glas ein. In einem den Tuff durchsetzenden Basaltstrome am Westabhang des Berges bildet der Plagioklas grosse xenomorphe Partien, in die die übrigen Gemengtheile eingebettet sind. Dieses Gestein ist ebenfalls reich an Biotit. Das Kuppchen am Westabhang des Werrberges direct neben der Strasse nach Mörshausen wird durch einen sehr dichten Feldspathbasalt gebildet, der in geringer Menge Nephelin und farbloses Glas führt. Die Augite haben hier sehr winzige Dimensionen. Mehr nach Osten zu stellen sich mittelkörnige Feldspathbasalte ein, die oft reich an einer durch verdünnte HCl leicht zersetzbaren Glasbasis sind.

Am Nordabhang des Werrberges gegenüber der Drachenburg ist durch den Steinbruchsbetrieb ein interessanter Aufschluss freigelegt worden. Zu dem Steinbruche führt ein 2—3 m breiter und etwa 20 m langer Einschnitt durch Basalt-

<sup>1</sup> Auf der Karte mit einer punktirten Linie umgrenzt.

<sup>2</sup> Beiträge zur Kenntniss einiger niederhessischer Basalte (dies. Jahrb. 1902, II. 29). Die Analyse ergibt: SiO<sub>2</sub> 36,38, TiO<sub>2</sub> 2,08, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 16,08, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 12,86, FeO 6,93, CaO 15,53, MgO 5,01, Na<sub>2</sub>O 2,44, K<sub>2</sub>O 1,15, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1,12, H<sub>2</sub>O 0,82, Sa. 100,40.

tuff. Die Wand dieses Durchbruchs zeigt das Bild untenstehender Skizze (Textfig. 2). *a* ist ein 1,20 m breiter Basaltgang, der von NW. nach SO. verläuft. *b* ist eine ausgedehnte Basaltmasse, die in dem Steinbruch viele Meter weit aufgeschlossen ist. Beide Gesteine setzen scharf gegen den Tuff ab und sind parallel der Grenze gegen den Tuff plattig abgesondert. Das Gestein des Ganges ist dem Nephelinbasalt vom Werrberg ähnlich, seine Grundmasse besteht aber fast ausschliesslich aus braunen idiomorphen Augitsäulchen. Nur in geringer Menge treten hierzu Magnetit, Nephelin und farbloses bzw. braunes Glas. Das Gestein bildet also ein Übergangsglied zwischen Nephelinbasalten und Limburgiten. Der Basalt *b* ist sehr reich an Plagioklas und führt in nicht un-

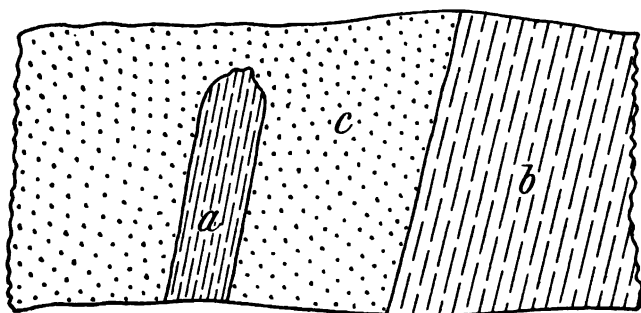


Fig. 2. *a* und *b* Basalt, *c* Basalttuff.

bedeutender Menge Biotit. Ob es sich hier um einen den Tuff durchsetzenden Gang oder einen Stiel handelt, konnte nicht entschieden werden. Weder für die eine noch die andere Annahme liegen zwingende Gründe vor.

Nordöstlich von der Drachenburg ist durch einen kleinen Steinbruch ein Basalt aufgeschlossen, der dem Basalt *a* sehr ähnlich ist, nur ist das braune Glas reichlicher vorhanden. Das Gestein ist säulenförmig abgesondert, die Säulen fallen nach dem Werrberg zu unter einem Winkel von etwa 45° ein.

Das auf der Karte mit „die Heide“ bezeichnete Gebiet konnte nicht näher untersucht werden, da anstehendes Gestein nicht aufgeschlossen ist und die dort liegenden Blöcke den verschiedenartigsten Feldspathbasalten und Basaniten angehören.

#### IV. Die Dolerite.

Während die übrigen Basaltarten sich alle mehr oder weniger gut in das besprochene Spaltensystem einordnen lassen, ist dies bei den Doleriten nicht durchzuführen, da sie fast ausschliesslich auf Ströme beschränkt sind und natürlich nur Eruptionscentren in die Spalten eingeordnet werden dürfen. Immerhin ist das Auftreten der Dolerite in unserem Gebiete auf bestimmte Gegenden beschränkt; sie ordnen sich um eine Linie an, die etwas 3 km südlich von Homberg a. E. parallel zur Spalte Hügelskopf—Stellberg verläuft, so dass sie vielleicht einem in dieser Richtung liegenden Spaltensystem ihre Entstehung verdanken.

Sämmtliche hierher gehörenden Gesteine lassen sich ihrem Korn nach in zwei Gruppen theilen, eine mit grobem und eine mit sehr feinem Korn.

Zur ersten Gruppe gehören der Steiger und die Hute bei Welferode. Diese beiden Vorkommen machen ganz den Eindruck primärer Kuppen. Ihre wahre Natur konnte jedoch wegen des Mangels an Aufschlüssen nicht festgestellt werden. Wie schon erwähnt, ähnelt der Dolerit vom Steiger in vielen Beziehungen den Basalten vom Hügelskopftypus, nur ist das Erz unzweifelhaft Titaneisen. Dasselbe ist oft von Biotit, der in diesem Gestein sehr häufig ist, umrandet. In der Grundmasse ist sehr reichlich Apatit in winzigen, aber sehr langen Nadelchen vorhanden, die sich gern parallel anordnen. Manchmal liegen in dieser Weise 20 und mehr Nadelchen in geringer Entfernung nebeneinander.

Die Hute bei Welferode bildet eine grosse Kuppe mit einem Durchmesser von über 1 km. Das Gestein besteht z. Th. aus Feldspathbasalt, z. Th. aus Dolerit. Schiffe vom Gipfel des Berges lassen u. d. M. ein grobkörniges, sehr feldspathreiches Gestein erkennen, dessen Grundmasse vorwiegend aus Feldspathleistchen besteht. Dazu treten sehr scharf begrenzte braune Augitsäulchen und Magnetitkörnchen. Porphyrisch ausgeschieden sind in rothbraunen Iddingsit umgewandelte Olivinkörner und wenige Augite, die sich von den Grundmassenaugiten nur durch ihre Grösse unterscheiden. Genau dasselbe Gestein findet sich auch am Ostabhang der



Hute in einem kleinen Steinbruche. Wenige Meter nördlich von diesem Bruche findet sich ein zweiter Steinbruch mit einem ausgezeichnet dünnplattig abgesonderten Basalte, der petrographisch ganz dem vorbeschriebenen Gesteine gleicht, nur ist das Erz nicht Magneteisen, sondern Titaneisen. Letzteres ist eine recht junge Ausscheidung, jedenfalls jünger als der Feldspath, dessen Eindrücke es oft trägt; zuweilen haben die Titaneisentäfelchen auch Einschlüsse von Plagioklas. Der Mangel an Aufschlüssen machte leider eine nähere Untersuchung der Beziehungen zwischen beiden Gesteinen nicht möglich. Entweder handelt es sich hier um einen Doleritstrom, dessen Eruptionscentrum ein ihm entsprechender Feldspathbasalt ist, oder es findet hier ein Übergang von Feldspathbasalt in Dolerit statt oder es treten beide Fälle zugleich ein. Da letzteres beim Eichelskopf bei Holzhausen stattfindet, so halte ich es für wahrscheinlich, dass auch bei der Hute dieselben Beziehungen obwalten, wie sie unten beim Eichelskopf beschrieben werden.

Zu der zweiten Gruppe gehören folgende Gesteine:

1. Der Hildebrand und das Vorkommen im Felde westlich davon.
2. Der Ronneberg.
3. Der Dolerit vom Westabhang des Frauenkopfes.
4. Blöcke am Ostabhang des Herzberges.
5. Der Dolerit südlich von Holzhausen.
6. Der Dolerit vom Eichelskopf und vom Altefeld.

Der Hildebrand bildet eine kuppenförmige Erhebung, etwa 2 km südlich von Homberg a. E. Ich halte dies Vorkommen für eine primäre Doleritkuppe, der in nordwestlicher Richtung ein Strom entfloßen ist, welcher durch Erosion von der Kuppe abgeschnitten wurde. Ein sicherer Beweis hiefür lässt sich nicht geben, da das Gestein nur auf dem Gipfel des Berges der Untersuchung zugänglich ist. Vielleicht ist auch der Ronneberg das Eruptionscentrum für den grössten Theil der Dolerite südlich von Homberg a. E. Ich halte im Folgenden an erster Annahme fest.

Das Gestein vom Gipfel des Hildebrand ist hypokrystallin und hat eine wenig ausgeprägte porphyrische Struc-

tur. Der Olivin bildet meist regelmässig begrenzte, gern nach der c-Axe in die Länge gezogene Krystalle, die die übrigen Gemengtheile an Grösse kaum überragen und in grüne serpentinenähnliche Producte zersetzt sind. Hiezu tritt Plagioklas und Augit in etwa gleicher Menge. Der Feldspath bildet scharf begrenzte Rechtecke mit zahllosen Einschlüssen von Apatit und kurzen Säulchen eines schwach grün gefärbten monoklinen Augits. Einzelne grössere tafelförmige Feldspathkrystalle haben eine ausgezeichnete Zonarstructur und sind wohl als ältere Generation aufzufassen. Der hellbraune Augit bildet meist kleine Körner, seltener Säulchen. Titaneisen ist sehr reichlich in den bekannten Formen vorhanden. Diesen krystallinen Ausscheidungen gegenüber steht farbloses, schlackiges von verdünnter HCl unangreifbares Glas, welches mit Augitkörnchen, Titaneisen, Apatit und recht reichlichen Biotit-schuppen auf Zwickel beschränkt ist und dem Gestein eine ausgezeichnete Intersertalstructur verleiht.

Das Vorkommen nordwestlich vom Hildebrand erhebt sich nur sehr wenig über das Niveau des umliegenden Geländes und ist daher wohl als Stromtheil aufzufassen. Stromoberflächenstücke und sonstige sichere Kennzeichen für die Stromnatur wurden allerdings nicht gefunden. U. d. M. erblicken wir ein dem besprochenen sehr ähnliches Gestein, nur lässt sich der Augit in zwei deutlich von einander geschiedene Generationen trennen, das Glas ist viel reichlicher und nicht mehr auf intersertale Partien beschränkt. Charakteristisch für diesen Dolerit ist ein sehr bedeutender Gehalt an Biotit. Dieser pflegt den Olivin zu umranden. Olivin und Glas sind grösstentheils in grüne Producte verwittert.

Sehr ähnlich diesem Gestein ist der Dolerit vom Ronneberg. Auch hier ist der grosse Glimmerreichthum vorhanden. Ein Theil dieses Minerals ist mit Titaneisen verwachsen, bezw. umrandet dasselbe. Blöcke vom Südwestabhang des Frauenkopfes sind mit diesem Gestein identisch, so dass wohl beide Magmen denselben Eruptionspunkt haben, der im Ronneberg zu suchen wäre.

Am Ostabhang des Herzberges ist an mehreren Stellen ein Doleritstrom aufgeschlossen, der ebenfalls nur durch ganz geringe Modificationen von den besprochenen Gesteinen

unterschieden ist. Vielleicht ist hier der Hildebrand Eruptionspunkt gewesen.

Am linken Ufer der Efze zwischen Relbehausen und Holzhausen zieht sich ein langer Doleritstrom hin, der schon sehr stark verwittert ist, so dass mit Mühe die einzelnen Gemengtheile zu erkennen sind. Derselbe bietet petrographisch nichts Bemerkenswerthes.

Es bleibt nun noch der Eichelskopf bei Holzhausen zu besprechen. Dieses Vorkommen ist in der Literatur schon oft erwähnt und von M. BAUER als Beispiel einer secundären Kuppe citirt worden. In einem Steinbruch am Westabhang des Berges sieht man über einem wohlgeschichteten, in den unteren Lagen dunkelbraunen, oben gelben Tuff einen etwa 8 m mächtigen säulenförmig abgesonderten Strom, der sich im Dünnschliff als Dolerit erweist. An der Stromnatur dieses Vorkommens ist nicht zu zweifeln, da das Gestein auf dem Tuff auflagert und ausgezeichnete Stromober- und -unterflächen aufweist. Westlich vom Eichelskopf, durch eine tiefe Erosionsspalte, den Eichelsgraben, von demselben getrennt, steht auf dem Altefeld und „im Sess“ ein Gestein an, welches petrographisch mit dem Dolerit vom Eichelskopf übereinstimmt und durch unzählige, gut erhaltene Stromoberflächenstücke als Stromtheil kenntlich ist. Diese Thatsachen machen es unzweifelhaft, dass beide Vorkommen demselben Strom angehören.

Schliffe von höheren Stellen des Eichelskopfes führen bei sonst gleichem petrographischen Bilde als Erz ausschliesslich Magneteisen. Der sehr steile Abfall und der völlige Mangel an Stromoberflächentheilen machen es sehr wahrscheinlich, dass die eigentliche Kuppe des Eichelskopfes ein Eruptionscentrum gewesen ist. Es ist also hier das Eruptionscentrum als Feldspathbasalt erstarrt, während der dem Westabhang entlossene Strom Dolerit gebildet hat. Es findet jedoch dabei ein Übergang vom Feldspathbasalt zum Dolerit in der Weise statt, dass mit zunehmender Entfernung vom Eruptionscentrum der Gehalt an Magneteisen immer geringer wird, bis schliesslich nur noch Titaneisen als Erz auftritt. Ebenso wird die Fluidalstructur mit der Entfernung von der Kuppe immer ausgeprägter.

Als Einsprenglinge führt das Gestein Augit und Olivin. Ersterer bildet meist Körner, die nach  $\infty P \infty$  verzwillingt sind und häufig Biegungserscheinungen zeigen; letzterer ist schon stark in Serpentin übergegangen; dabei geht die Verwitterung oft bestimmten Flächen parallel, so dass sich scharfe, zickzackförmige Linien zwischen dem verwitterten und frischen Theil bilden.

In der Grundmasse überwiegt der Feldspath den Augit und das Erz. Dazu tritt reichlich farbloses Glas, das zum grossen Theil in grüne Producte übergegangen ist. Eigentümlich ist das Auftreten von kleinen Biotitschüppchen in dem verwitterten Glase. Falls es sich hier um eine primäre Bildung handelt, muss man sie als eine sehr junge Ausscheidung auffassen.

## V. Die Limburgite.

### 1. Der Herzberg.

Südlich von Homberg erhebt sich am linken Ufer der Efze das in nordstüdlicher Richtung gestreckte Massiv des Herzberges, welches aus drei in dieser Richtung hintereinanderliegenden Küppchen besteht. Wenn auch Reste von Tuffen nicht mehr erhalten sind, so kann man doch aus der Form und isolirten Lage dieser Kuppen schliessen, dass hier ein Eruptionscentrum liegt.

Schon mit blossem Auge fällt uns der grosse Reichthum des Gesteins an Olivinfelseinschlüssen auf. Es ist dies für sämtliche Limburgite nördlich vom Knüllgebirge charakteristisch. Dieser Umstand legt die Annahme nahe, dass die Olivinfelseinschlüsse in unserem Gebiet protogene Ausscheidungen des Magmas sind und nicht in der Tiefe anstehenden Olivingesteinen entstammen.

U. d. M. erblicken wir als porphyrische Ausscheidungen zahlreiche Olivine und wenige Augite. Der Olivin bildet grosse Krystalle mit den bekannten vier- und sechsseitigen Durchschnitten. Oft sind die Krystalle in Richtung der c-Axe sehr in die Länge gezogen, so dass zwischen Länge und Breite solcher Individuen Verhältnisse von bis zu 10:1 auftreten. Dies ist wohl auch der Grund dafür, dass die meisten

Krystalle zerbrochen sind, so dass der ganze Schriff mit Olivinfragmenten übersät ist. Als Einschlüsse treten Magnetit und braunes Glas auf. Bei der Verwitterung entstehen gelbrothe Producte, es liegt daher ein eisenreicher Olivin vor. Die spärlichen Augite erster Generation haben ausser dem augitischen Paar noch eine domatische Endbegrenzung. Sie zeigen ausgezeichnete Zonarstructur. Der farblose Kern ist völlig imprägnirt mit Glaseinschlüssen, der braune Rand ist einschlussarm. Kern und Rand löschen bis zu  $10^\circ$  verschieden aus. In der Grundmasse überwiegt das Glas über die krystallinen Ausscheidungen. Die kleinen braunen Augitsäulchen sind scharf begrenzt und zeigen nicht selten Zwillingbildungen nach  $\infty P\infty$  und Durchkreuzungszwillinge. Die Spaltbarkeit nach dem Verticalprisma ist sehr undeutlich, häufig dagegen ist eine Trennbarkeit nach einer Pyramidenfläche. Recht häufig ist Magneteisen in winzigen Oktaëdern. Das Glas zeigt eine braune, sich stellenweise aufhellende Farbe. An augitreichen Stellen wird es fast farblos. Andererseits sind krystallfreie Glasteiche nicht selten, die infolge zahlreicher Entglasungsproducte eine tief dunkle Farbe haben. Die zahlreichen Hohlräume sind theils mit Opal ausgefüllt, theils haben sie einen dünnen hellblauen Überzug eines nicht näher bestimmbar Minerals.

Während nun die südlichste der drei Kuppen völlig feldspathfrei ist, reichert sich dieses Mineral nach Norden zu an. Am Nordabhang des Herzberges, unmittelbar oberhalb der Eisenbahn liegen Blöcke eines Gesteins, das dem beschriebenen gleicht, nur tritt hier das Glas mehr zurück, während sich reichlich fluidal angeordnete Feldspathleistchen einstellen.

Am Südabhang des Stellberges und an beiden Ufern der Efze zwischen Stellberg und Herzberg steht ein Limburgit an, der dem der südlichsten Kuppe des Herzberges so vollkommen gleicht, dass sich Schriffe beider Gesteine überhaupt nicht unterscheiden lassen. Ich halte diesen Limburgit für einen vom Herzberg ausgegangenen Strom. Das Gestein ist von TRENZEN<sup>1</sup> (dies. Jahrb. 1902. II. 24—28) analysirt worden.

<sup>1</sup> Seine Analyse ergibt: SiO<sub>2</sub> 42,21, TiO<sub>2</sub> 1,90, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 17,45, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5,90, FeO 6,60, CaO 12,60, MgO 11,00, Na<sub>2</sub>O 1,12, K<sub>2</sub>O 0,87, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,93, H<sub>2</sub>O 0,98; Sa. 101,56.

Die von ihm häufig beobachteten Olivinzwillinge wurden nicht gefunden. Auch die Augitzwillinge sind nicht häufiger als sonst in den basaltischen Gesteinen, so dass dieselben hier keinesfalls als Beispiel für „Piëzokrystallisation“ angeführt werden dürfen, wie TRENZEN es thut. Dagegen ist die Annahme, dass dieser Limburgit bei langsamerer Erstarrung hätte Feldspath ausscheiden können, durch das Vorhandensein dieses Minerals im Herzberg bestätigt. Für den Olivin nimmt TRENZEN einen Mg-Gehalt an, der bedeutend höher ist, als der der meisten basaltischen Olivine. Aus den Verwitterungserscheinungen muss man vielmehr auf einen eisenreichen Olivin schliessen.

## 2. Der Frauenkopf.

Dieser bildet ein kleines Kuppchen, etwa 1,5 km südwestlich vom Herzberg, welches rings, insbesondere auf der Nordwestseite von Tuffen umgeben ist. Das Gestein ist nur auf dem Gipfel aufgeschlossen und zeigt hier eine unregelmässig säulenförmige Absonderung. U. d. M. erkennt man ein Gestein, welches dem des Herzberges sehr ähnlich ist. Die Grundmasse desselben besteht vorwiegend aus kaffeebraunem Glase; dazu treten längliche idiomorphe nach  $\frac{1}{4}P\infty$  deutlich abgesonderte Augite, Magnetit in grösseren Läppchen und winzigen Oktaëdern und als jüngste Ausscheidung wenige Feldspathleistchen, die z. Th. gegabelte Wachstumsformen zeigen. Um die Feldspathe herum findet eine Anreicherung des dann dunkleren Glases statt. Oft setzen sich senkrecht zu den Flächen kurze schwarze Trichiten an, einen Kranz um den Feldspath bildend. An wenigen Stellen befindet sich farbloses, mit HCl gelatinirendes und NaCl-Würfelchen gebendes Glas.

In dieser Grundmasse liegen zahlreiche makroporphyrische Olivine eingebettet, welche noch vollkommen frisch sind. Sie haben eine regelmässige Begrenzung und führen viele grosse Einschlüsse von braunem Glase und Magnetit.

Sehr häufig sind Augitaugen, wie sie F. RINNE (Über norddeutsche Basalte. 1892. p. 85) beschreibt; um dieselben herum findet eine Anreicherung des braunen Glases statt.

### 3. Der Stöpf ling.

Diese isolirte kegelförmige Erhebung zwischen Werrberg und Eichelskopf halte ich ihrer Form und Lage wegen ebenfalls für ein Eruptionscentrum. Das Gestein entspricht fast vollkommen dem vorbeschriebenen, nur ist hier das farblose Glas reichlicher; ausserdem hat sich in geringer Menge Nephelin ausgeschieden.

### 4. Hof Sauerburg.

Dieses interessante Vorkommen liegt direct südöstlich vom grossen Mosenberg. Es ist ein ausgezeichnetes Beispiel für eine primäre Kuppe. Der säulenförmig abgesonderte Basalt lässt zwar die meilerartige Säulenstellung nur un-  
deutlich erkennen, dagegen ist er von einem mächtigen Tuffmantel umgeben. Einen Strom hat auch dieser Vulcan nicht geliefert, wie überhaupt in unserem Gebiete Limburgitströme selten sind.

Petrographisch stimmt dies Gestein mit den vorgenannten überein, nur stellt sich stellenweise Plagioklas als letzte Ausscheidung recht reichlich ein; doch sind die peripherischen Theile fast feldspathfrei.

### 5. Schlossberg Homberg.

Auch hier haben wir es ohne Zweifel mit einem Eruptionscentrum zu thun; denn es müssen schon zwingende Gründe vorliegen, um eine derartig hohe, isolirte Kuppe als secundär anzusprechen. Tuffe fehlen hier vollkommen.

U. d. M. fallen in der Grundmasse grosse, schon mit blossem Auge sichtbare Teiche von braunem Glase auf. Dieselben sind stellenweise durch reichliche Trichitenbildung geschwärzt. In vielen dieser Teiche liegt ein isotropes Mineral, welches eine schwachbläuliche Farbe besitzt und meist mit einem Mantel von Erzdendriten umgeben ist. Selten sind zonar angeordnete Glaseinschlüsse. Es kann sich hier nicht um Hauyn handeln, da HCl auf das Mineral keine bemerkbare Einwirkung hat.

## B. Die Tuffe.

Der speciellen Beschreibung der einzelnen Vorkommen mögen einige allgemeine Bemerkungen vorausgehen. Mit M. BAUER bin ich der Ansicht, dass die Entstehung der tertiären Basalte in ganz ähnlicher Weise zu denken ist, wie die der heutigen Vulcane. Jede Eruption wird durch einen Tuffausbruch eingeleitet; die Auswurfsproducte umgeben mantelförmig das emporsteigende Magma. Nur in seltenen Fällen kommt es in unserem Gebiete zur Bildung von Strömen. Da die Tuffe leicht zerstörbar sind, so sind sie meist nicht mehr erhalten. Nur an geschützten Stellen trifft man einigermassen mächtige Ablagerungen an.

Unter den Auswurfsproducten kann man nun im Allgemeinen 3 Arten unterscheiden.

1. Brocken der in der Tiefe anstehenden Gesteine. In unserem Gebiete kommen hierbei insbesondere Buntsandstein, Braunkohlenquarzit und ältere Basalte in Betracht. Letztere bezeichne ich im Folgenden kurz als Basaltauswürflinge, bezw. Basaltbrocken.

2. Einzeln ausgeworfene Krystalle und Krystallbruchstücke.

3. Extratellurisch erstarrte Magmafetzen. Diese nenne ich kurz Glaslapilli, weil sie in unserem Gebiete fast durchweg glasig erstarrt sind.

Hierzu kommen

4. bei der Verwitterung entstandene secundäre Producte.

Die Lagerungsverhältnisse der Tuffe in Bezug auf die Basalte geben uns oft wichtige Aufschlüsse für die Unterscheidung der primären und secundären Kuppen, bezw. für die Erkennung von Strömen. Kuppenförmige, von Tuffen rings umgebene Basaltmassen sind als Eruptionscentren aufzufassen, wenn der Tuff den Basalt überlagert. Beispiele hierfür liefern der Frauenkopf, Hof Sauerburg, der Stellberg, der Weinberg und der kleine Mosenberg. Wir haben es dagegen mit einer secundären Kuppe zu thun, wenn der Tuff den Basalt unterlagert. Dieses Kennzeichen ist jedoch nicht absolut sicher. Wenn z. B. eine primäre Kuppe nur an einer solchen Stelle aufgeschlossen ist, wo von derselben ein Strom



ausgeht, so haben wir an dieser Stelle sämtliche Merkmale, die auf eine secundäre Kuppe hindeuten. Nur wenn durch andere Aufschlüsse erwiesen ist, dass es sich um ein Eruptionscentrum handelt, wird man ein solches Vorkommen als primäre Kuppe bezeichnen. Ein Beispiel hierfür bietet der Eichelskopf bei Holzhausen.

Auch das mikroskopische Studium der Tuffe lieferte wichtige Thatsachen. Bei der Untersuchung der Glaslapilli stellte es sich heraus, dass die Lapilli desselben Tuffes einander u. d. M. meist völlig gleichen, bei verschiedenen Tuffen dagegen z. Th. grosse Unterschiede in ihrer Ausbildung zeigen. Dies führte dazu, Beziehungen zwischen den Tuffen und den dazu gehörenden Basalten zu suchen. Es ergab sich, dass bei limburgitischen Gesteinen und Nephelinbasalten die Glaslapilli der dazu gehörenden Tuffe nur Ausscheidungen von Olivin und Augit enthielten, also feldspathfrei waren, die Glaslapilli der Tuffe doleritischer Gesteine dagegen neben Olivinkrystallen vorwiegend Feldspathleistchen enthielten, während die Augitbildung bei der Erstarrung meist in den ersten Anfängen war. Es ist also hierdurch ein Mittel gegeben, wenn verschiedene Ströme einem Centrum entfloßen sind, unter Umständen festzustellen, welcher von den Strömen mit der betreffenden Tuffablagerung in eine Eruptionsperiode fällt.

Weiter lässt sich aus dem Mineralgehalt und der Ausscheidungsfolge in den Glaslapilli schliessen, welches die intratellurischen Ausscheidungen und die Ausscheidungsfolge in den dazugehörenden Basalten ist. Es ist klar, dass die Glaslapilli dieselben intratellurischen Ausscheidungen enthalten wie die dazugehörenden Basalte. Man wird dieselben an ihrer Grösse und daran erkennen, dass sie in den Lapilli unregelmässig vertheilt sind. Ein Lapillo wird z. B. nur Olivin, ein anderer nur Augit, andere wieder beide Mineralien oder keines von beiden in grösseren Ausscheidungen enthalten; denn es beruht ja ganz auf Zufall, welches intratellurisch gebildete Mineral von dem glühend flüssigen Magmafetzen aus der Tiefe mit emporgerissen wird. Die extratellurischen Ausscheidungen dagegen werden in sämtlichen Lapilli eines Tuffes mit der gleichen Regelmässigkeit wiederkehren, es werden nur Grössen-

unterschiede stattfinden, eventuell kann das jüngste Ausscheidungsproduct infolge zu rascher Erstarrung fehlen.

Das Studium der Basaltauswürflinge ergab wichtige Aufschlüsse über das relative Alter der Basalte. Die Ergebnisse sind im allgemeinen Theil zusammengestellt worden. Die Untersuchung der sedimentären Auswurfsproducte ergab keine bemerkenswerthen Resultate, da nur dem Buntsandstein und dem Braunkohlensande entstammende Quarzkörner gefunden wurden.

Schliesslich wurden auch die einzeln ausgeworfenen Kristalle untersucht. Dieselben gehören zu den Bestandtheilen des Olivinfelses und bestehen aus Olivin, monoklinem und rhombischem Augit, Chromdiopsid und Picotit.

Ich gehe nun zur Besprechung der einzelnen Vorkommen über.

Wenn auch jetzt noch z. Th. recht mächtige Tuffablagerungen in unserem Gebiete vorhanden sind, so ist es doch unzweifelhaft, dass dieselben früher eine weit grössere Ausdehnung und Verbreitung hatten. Nur an geschützten Stellen sind sie erhalten geblieben, z. B. in den Schluchten bei Hof Sauerburg, Mörshausen, am Werrberg. Oder sie sind durch Bedeckung mit Basaltströmen der Verwitterung entzogen, so z. B. am Eichelskopf bei Holzhausen.

Wir betrachten nun zuerst die Tuffe, welche zu limburgischen Gesteinen gehören; es sind dies die Tuffe vom Frauenkopf und von Hof Sauerburg.

Am Nordwestabhange des Frauenkopfes ist durch einen Eisenbahneinschnitt eine mächtige Tuffablagerung bis zu einer Tiefe von 15 m aufgeschlossen. Auch am Süd- und Ostabhang des Berges finden sich, wenn auch spärlich, Tuffreste, so dass es unzweifelhaft ist, dass der Frauenkopf früher von Tuffen rings umgeben war.

An der Zusammensetzung des grauen sehr compacten und recht frischen Tuffes nehmen hauptsächlich Glaslapilli, daneben zurücktretend Basaltbrocken Theil. Sedimentäres Material fehlt fast ganz, selten bemerkt man kleine Quarzkörnchen. Das Gestein ist daher als „Palagonitfels“ zu bezeichnen.

Die Glaslapilli haben durchschnittlich einen Durchmesser von 0,25 mm und bestehen aus einem graubraunen, meist sehr frischen Glase, welches bei der Verwitterung gelb und schwach doppeltbrechend wird. Sie sind von zahlreichen runden bis elliptischen Hohlräumen durchzogen, die meist mit Zeolithen ausgekleidet sind. Als Ausscheidungen treten Olivin und Augit auf; selten bemerkt man bei grösseren Lapilli den Anfang der Ausscheidung von Magnetit. Plagioklas tritt überhaupt nicht auf. Der Olivin bildet grosse, farblose, oft zerbrochene und angegriffene Krystalle, wie sie auch im Limburgit vom Frauenkopf vorkommen. Seine unregelmässige Vertheilung und die bedeutende Grösse charakterisiren ihn als intratellurische Bildung. Der Augit tritt in zahlreichen, äusserst winzigen braunen Säulchen auf, die scharf begrenzt und nach der c-Axe gestreckt sind.

Die Basaltauswürflinge gehören verschiedenen Feldspath-basalten an, die denen bei Hof Sauerburg sehr ähnlich sind. Ausserdem kommen Brocken verschiedener Dolerite und eines Gesteins vor, das dem Basalt vom Hügelskopf völlig gleicht. Bemerkenswerth bei letzterem sind die Apatite, welche sich in der Grundmasse in langen Nadelchen parallel anordnen. Nicht selten sind in dem Tuffe bis nuss-grosse dunkelgrüne Augite mit einer breiten eingeschmolzenen Randzone.

In vieler Beziehung gleichen dieser Ablagerung die Tuffe bei Hof Sauerburg, die noch heute ein Gebiet von über einem Quadratkilometer bedecken. Die früher wohl zusammenhängende Masse ist jetzt in mehrere Partien getrennt, die in den Schluchten bei Hof Sauerburg aufgeschlossen sind. Die grösste Ablagerung umgibt mantelförmig den Limburgit von Hof Sauerburg im Osten, Süden und Westen, hieran schliesst sich im Süden der Tuff zwischen Sauerburgholz und Drachenburg, und im Norden der Tuff zwischen Mosenberg und kleinem Mosenberg. Noch 2 km südlich von Hof Sauerburg finden sich bis 1 m grosse Bomben aus diesem Tuffe. In der Schlucht direct am Südostabhang des Berges stehen wohlgeschichtete feine gelbgraue Aschenproducte an, die aus stark zersetztem schlackigem Glase bestehen. Ähnliche Ablagerungen am Nordfuss des Berges sind bis auf wenige Reste

verschwunden. Auch sie bieten ihrer starken Verwitterung wegen u. d. M. nichts Bemerkenswerthes.

Mit zunehmender Entfernung von Hof Sauerburg wird der Tuff sehr schnell grobkörnig, und etwa in einem Abstände von 50 m beginnt ein Conglomerat von grossen, 50 und mehr Centimeter dicken Basaltauswürflingen und Braunkohlen-quarzitblöcken, die durch gelbe feinkörnige Tuffmassen verkittet sind. Diese Bildungen sind besonders direct nördlich von Hof Sauerburg erhalten, wo sie einen über 10 m hohen Hügel bilden. In noch grösserer Entfernung folgen wieder feinere Tuffe, in denen aber auch, wenn schon seltener, grosse Bomben verstreut liegen. Man kann so bei dem Tuffe von Hof Sauerburg drei Zonen unterscheiden; die erste und dritte Zone werden von den feinen Aschen- und Staubtheilchen gebildet, die theils direct am Centrum, theils in grösserer Entfernung von demselben durch den Wind getrieben niederfielen. Zwischen beiden liegt eine Zone, welche die schwereren Auswurfsproducte enthält.

Die gelben feinkörnigen Partien sind ganz analog dem Tuff vom Frauenkopf, nur sind die Basaltbrocken und Krystallbruchstücke bedeutend häufiger.

Die Glaslapilli führen als Ausscheidungen grosse Olivine und winzige braune Augitsäulchen. Unter etwa 500 untersuchten Lapilli befinden sich nur zwei, die auch gegabelte Feldspathleistchen enthalten. Der Olivin entspricht völlig dem im Limburgit von Hof Sauerburg.

Von den Basaltauswürflingen sind die meisten normale Feldspathbasalte. Sie lassen sich in etwa ein Dutzend verschiedene Typen nach geringen Unterschieden in der Structur und dem Mengen- und Grössenverhältniss der Gemengtheile unterscheiden. Z. Th. sind sie in der Nähe von Hof Sauerburg anstehenden Gesteinen sehr ähnlich, so insbesondere den östlich und südlich des Berges anstehenden Feldspathbasalten des Hegeholzes und des Sauerburgholzes. Dagegen wurden Brocken der dichten Feldspathbasalte direct nordöstlich von Hof Sauerburg nicht gefunden. Viele Basaltauswürflinge waren durch einen bedeutenden Gehalt an Biotit ausgezeichnet. Einer führte den Glimmer in grosser Menge als porphyrische Ausscheidung in Krystallen, welche eine Olivin ähnliche Form

haben. Im Centrum der meisten Krystalle fanden sich Reste eines Minerals, das mit grosser Wahrscheinlichkeit als Olivin anzusprechen ist. Diese Erscheinung legt die Vermuthung nahe, dass es sich hier um eine Pseudomorphose von Biotit nach Olivin handelt. Es liegen dann die Spaltrisse und die Auslöschungsrichtung des Biotits parallel der c-Axe des Olivins. Ein anderer Auswürfling enthält Olivinkrystalle, die randlich in ein gelbbraunes, stark pleochroitisches, von vielen parallelen Spaltrissen durchzogenes Product verwandelt sind, welches die mikroskopischen Eigenschaften des Glimmers zeigt. Da beide Basalte sonst petrographisch völlig übereinstimmen, so ist es wohl unzweifelhaft, dass es sich in beiden Fällen um dieselbe Erscheinung in verschiedenen Stadien der Umwandlung handelt. Ähnliche Umwandlungen sind in der Literatur mehrfach beschrieben worden<sup>1</sup>.

DoleritAuswürflinge sind sehr selten. Sie gehören einem vorwiegend aus Feldspath bestehenden mittelkörnigen Gesteine an, von welchem lose Blöcke auch nördlich von Mörshausen gefunden wurden. Da an der betreffenden Stelle anstehender Basalt nicht aufgeschlossen ist, so liess es sich nicht feststellen, ob diese Blöcke Auswürflinge sind oder einem nördlich von Mörshausen anstehenden Gesteine angehören. Zu den Doleriten sind auch schwarze Schlacken mit gegabelten Feldspathleistchen zu rechnen, die ganz den Oberflächenlaven entsprechen, wie sie z. B. sich am Eichelskopf bei Holzhausen finden.

Recht häufig sind Nephelinbasaltbrocken. Sie entsprechen in jeder Beziehung dem Nephelinbasalt vom Gipfel und Südost-  
abhäng des Mosenberges. Sogar die Verwitterungserscheinungen des Olivins und die Hohlraumausfüllungen sind dieselben.

Schliesslich wurden auch Brocken eines Basaltes gefunden, der mit dem vom Stellberg identisch ist. Auch der für diesen typische Biotit ist reichlich vorhanden. Ein Auswürfling entspricht vollkommen dem Basalt vom Omeiser, was um so bemerkenswerther ist, als dieses Vorkommen sich in die von Hof Sauerburg ausgehende NW.—SO.-Spalte einreihen lässt.

Der Tuff westlich vom Sauerburgholz besteht, wie schon erwähnt, aus feinen grauen geschichteten Glas- und

---

<sup>1</sup> Vergl. ZIRKEL, Petrogr. 1893. I. 358.

Aschentheilchen, in denen einzelne grosse Basaltauswürflinge eingebettet liegen. Dass die Schichtung dieses Tuffes eine ursprüngliche ist, erkennt man recht gut daran, dass die grossen Bomben die Schichten nach unten eingebogen haben, während über der Bombe die Schichtung wieder horizontal verläuft. U. d. M. entspricht dieser Tuff völlig dem von Hof Sauerburg. Ein Auswürfling zeigt eine eigenthümliche Ausbildung. Derselbe besteht vorwiegend aus Plagioklas; dazu tritt Augit, Erz, Apatit und farbloses Glas. Der Augit bildet äusserst lange schilfförmige Gebilde ohne Endbegrenzung, hat eine ausgesprochen violette Farbe und zeigt einen schwachen Pleochroismus. Das Erz ist theils Titaneisen, theils Magnet-eisen. Letzteres bildet Dendriten, die aus Oktaëdern bestehen, die nach O verzwilligt sind und in rechtwinklig aufeinanderstehenden Reihen angeordnet sind.

Am Ostabhang der „Heide“, nördlich vom Werrberg, fand sich ein grosser Basaltblock, dessen Grundmasse mit der des beschriebenen Auswürflings übereinstimmt. Es ist daher wohl wahrscheinlich, dass auch dieser Block ein Auswürfling von Hof Sauerburg ist. Das Gestein gehört zu den olivin-freien Basalten und ist der einzige Vertreter dieses Typus in unserem Gebiet. Aus der dichten Grundmasse ragen makro-porphyrische Augite und Feldspathe. Der Augit hat eine violette Färbung, die am Rande in ein intensives Dunkelviolett übergeht. Seine Form ist die gewöhnliche. Bei einigen sehr grossen Individuen bemerkt man jedoch ein skelettartiges Wachsthum der letzten Schicht. Parallel der Prismenzone gehen dünne, sehr lange Augitnadelchen aus, die dieselbe Auslöschung wie der dunkelviolette Rand des Augits haben. Es muss also das Wachsthum der letzten Schicht des Augits ein überaus schnelles gewesen sein. Der Augit hat zahlreiche Einschlüsse von Plagioklas, Apatit und Erz. Die zahlreichen schilfförmigen Augite der Grundmasse sind wohl als abgebrochene Theile solcher Augitskelette aufzufassen (vergl. Taf. XI Fig. 5 u. 6).

Wir betrachten nun den Tuff vom Weinberg. Der graugelbe mehrere Meter mächtige Tuff umgiebt den Berg auf der West- und Nordseite. U. d. M. sieht man ein Ge-

menge von Glaslapilli und Quarzkörnern, die durch feinste Aschentheilchen und Glaspartikelchen verkittet sind. Selten sind Basaltbrocken und Krystallbruchstücke. Die Glaslapilli sind nicht so frisch wie die der vorher besprochenen Tuffe. Nur selten ist die ursprüngliche graubraune Farbe zu sehen, meist ist das Glas goldgelb. Als Ausscheidungen finden sich wie bei Hof Sauerburg grosse Olivine und winzige Augitsäulchen. Selten sind Magnetitoktaëder. Die einzeln ausgeworfenen Krystallbruchstücke gehören dem Olivinfels an und bieten nichts Bemerkenswerthes. Von den wenigen Basaltauswürflingen gleicht einer völlig dem Basalt vom Hügelkopf, die übrigen sind Feldspathbasalte.

Eine andere Ausbildung der Glaslapilli haben die Tuffe bei Mörshausen und zwischen dem grossen und kleinen Mosenberg.

Der deutlich geschichtete, feinkörnige, graugelbe Tuff nördlich von Mörshausen besteht aus Glaslapilli, Quarzkörnern und Olivinfelsbrocken etwa zu gleichen Theilen. Selten sind Brocken eines normalen Feldspathbasalts. In den Glaslapilli ist ausser Olivin und Augit auch Feldspath ausgeschieden. Die Olivine sind sehr gross und frisch; zuweilen haben sie einen Saum von winzigen parallel orientirten Augitsäulchen, deren c-Axe mit der des Olivins zusammenfällt.

Der Tuff südlich von Mörshausen zeigt dieselbe ausgezeichnete Schichtung, hat aber eine hellere Farbe und gröberes Korn. U. d. M. sehen wir ein ähnliches Bild wie bei dem Tuffe nördlich von Mörshausen, nur überwiegen hier die Quarzkörner und einzelnen Kry-

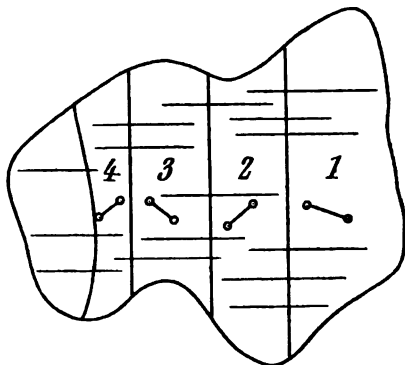


Fig. 8.

stalle ganz bedeutend über die Glaslapilli. Letztere sind nicht mehr frisch und enthalten Ausscheidungen von Olivin, Augit und gegabelten Feldspathleistchen. Die Olivinfelsbrocken sind noch sehr frisch. Häufig sind die Olivine nach  $P\infty$  verzwillingt.

Ein grösseres Individuum zeigt eine mehrfache Zwillingbildung nach demselben Gesetz, dabei liegen die Spaltrisse senkrecht zur Zwillingsgrenze. Die Individuen 1 und 3, 2 und 4 löschen je gleichzeitig aus. Die optischen Axen liegen wie in Textfig. 3 angedeutet.

In der Schlucht zwischen Mosenberg und kleinem Mosenberg befindet sich eine Tuffablagerung, deren Auswurfspunkt sich nicht ermitteln liess. Vielleicht handelt es sich um Bildungen, die gleichzeitig mit dem Erguss der Feldspathbasalte bei Hof Sauerburg stattfanden. Der noch recht frische Tuff zeigt in seinen obersten Schichten eine röthliche Farbe, die nach unten zu ins Graugelbe übergeht. In den Schliften der oberen Schichten erkennt man u. d. M. röthliche Glaslapilli und Quarzkörnchen, die durch kleinere staubartige Fragmente verkittet sind. Die Glaslapilli führen Ausscheidungen von opalisirtem Olivin und gegabelten Feldspathleistchen; selten sind Augitsäulchen. Die Plagioklase zeigen ausgezeichnete Zwillingbildungen, besonders Kreuzalbitzwillinge und Combinationen des Albit- und Bavenoer Gesetzes, wie sie F. RINNE, Über norddeutsche Basalte. 1892. Taf. VII Fig. 8, abbildet.

In den Schliften der tieferen Schichten sind die Glaslapilli frischer und haben eine braune Farbe. Mit zunehmender Tiefe wird der Tuff reicher an den Bestandtheilen des Olivinfelses, besonders an rhombischem Augit.

Es sind nun einige Tuffe zu besprechen, die wegen ihrer schlechten Erhaltung eine nähere Untersuchung nicht zulassen.

Rings um den kleinen Mosenberg finden sich an wenigen Stellen Reste eines gelbgrauen Tuffes. Eigentliche Glaslapilli wie in den vorbeschriebenen Tuffen waren nicht zu erkennen. Ausser Basaltbrocken, die den Feldspathbasalten bei Hof Sauerburg sehr ähnlich sind, finden sich nur braune Schlacken mit grossen Augiten und Olivinen, die mit denen des Nephelinbasanits vom kleinen Mosenberg völlig übereinstimmen. Dazu treten wenige gegabelte Feldspathleistchen.

Die Tuffe vom Werrberg und Stellberg sind zwar recht mächtige Ablagerungen, aber schon sehr stark verwittert. Beide bestehen vorwiegend aus schlackigen Glaslapilli. In den Schlacken des Stellberg-Tuffes finden sich opalisirte Olivine.



Der Tuff vom Werrberg führt Brocken von Feldspathbasalten und von den Basalten des Hügelskopftypus.

Zum Schluss ist noch der Tuff vom Eichelskopf bei Holzhausen zu betrachten. Derselbe ist schon von verschiedenen Autoren beschrieben worden, doch sind bisher die petrographischen Verhältnisse nicht gewürdigt worden. Der Tuff ist in einem grossen Steinbruch am Westabhang des Eichelskopfes aufgeschlossen. Schon am anstehenden Gestein kann man erkennen, dass es sich hier um zwei ungleichalterige Ablagerungen handelt. Die unteren Schichten sind sehr compact und haben eine tiefgraue Farbe, die oberen Schichten dagegen sind intensiv gelb gefärbt.

Der untere Tuff besteht aus einem Gemenge von Quarzkörnern, Olivinfelsfragmenten und braunen Glaslapilli, welche Ausscheidungen von Olivin und Augit enthalten. Nicht selten sind Pflanzenreste<sup>1</sup>.

Im oberen Theile des Tuffes lassen sich abwechselnd gröbere und feinere Schichten unterscheiden, die sich aber petrographisch gleich verhalten. Hier treten die Quarzkörner und einzelnen Krystalle gegen die Glaslapilli zurück. Letztere enthalten Olivinkrystalle und Feldspathleistchen, zuweilen auch daneben Augitmikrolithe.

Basaltauswürflinge sind in beiden Abtheilungen sehr selten, in der oberen wurden Dolerit-, Nephelinbasalt- und Feldspathbasalt-Lapilli gefunden. Im Graben des Eichelskopfes liegen Brocken eines kugelig abgesonderten Nephelinbasaltes, der dem des Mosenberges sehr ähnlich ist.

Während sich über das Eruptionscentrum der unteren Schichten des Tuffes nichts Bestimmtes sagen lässt, ist es wahrscheinlich, dass die oberen Tuffschichten der Eruptionsperiode des Dolerits vom Eichelskopf angehören, weil in ihnen Doleritlapilli vorkommen und sie vom Dolerit vom Eichelskopf überlagert werden.

Marburg, Mineralog. Institut der Universität.

---

<sup>1</sup> Vergl. R. LUDWIG, Fossile Pflanzen aus dem Basalttuff von Holzhausen. *Palaeontographica*. 5. p. 152.

## Die granitischen Intrusivmassen des Aarmassivs.

Von

A. Baltzer in Bern.

Mit Taf. XIII—XVI und 7 Textfiguren.

Im Jahre 1893 erschien die treffliche Arbeit meines nun dahingeschiedenen Freundes E. v. FELLEMBERG<sup>1</sup>, durch welche er sich ein bleibendes Verdienst um die schweizerische Geologie erworben hat. Mustergültig ist hier, auf Grund langjähriger schwieriger Begehungen, ein wichtiger Abschnitt der Hochalpen beschrieben und bildlich dargestellt. Die Verfaltung der krystallinischen Schiefer und der Sedimente auf der Südseite der Berner Alpen, die Tektonik des Granits und besonders sein Verhältniss zu der Schieferhülle, treten infolge günstiger Aufschlüsse hier deutlicher als im centralen und östlichen Flügel des Aarmassivs hervor. Und mögen die Theorien wechseln, in FELLEMBERG's Arbeit ist ein Schatz nutzbarer Beobachtungen für alle Zeiten niedergelegt. In Verbindung mit HELM's Arbeit über den östlichen Theil und der von mir über den mittleren Theil ist es nun möglich, einen Überblick über das Aarmassiv zu gewinnen.

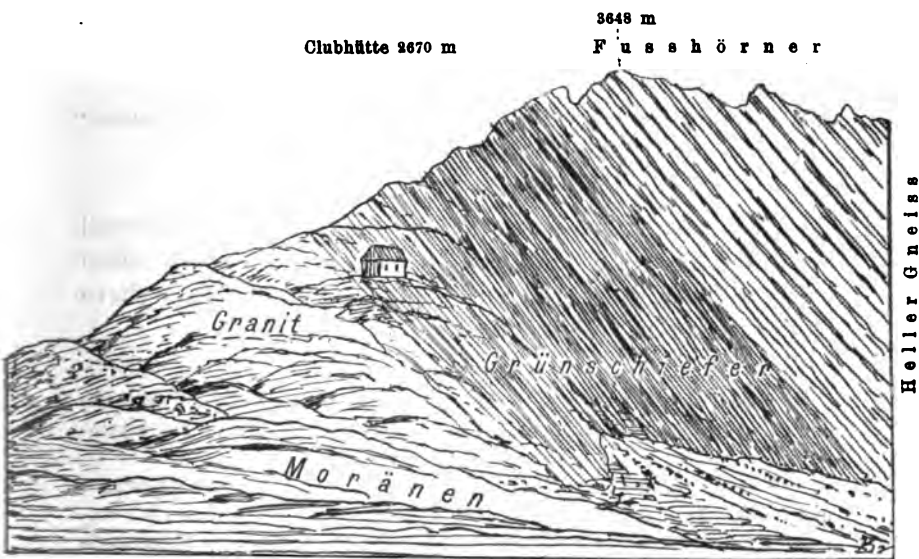
- Den Wunsch, FELLEMBERG's Aufnahmegebiet kennen zu lernen, konnte ich erst in den Jahren 1895 und 1896 befriedigen, die Umgebungen des Oberaletschgletschers und der Concordiahütte wurden besucht, ergänzende und corrigirende Beobachtungen gemacht, im Ganzen daselbst FELLEMBERG's

<sup>1</sup> Geologische Beschreibung des westlichen Theils des Aarmassivs, mit petrographischen Beilagen von Prof. K. SCHMIDT. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. 21. Liefg. Mit Atlas. Blatt 18 d. geol. Dufour-Karte. Vergl. ferner für das Folgende: Blatt 493 u. 489 des Siegfried-Atlas.

Aufnahme bestätigt. Meine Resultate sind in der vorliegenden Arbeit niedergelegt. Dieselbe enthält die Charakterisirung des Granitrückens vom Bietschhorn-Aletschhorn und seine Deutung auf Grund der Beschreibung mehrerer wichtiger Stellen. Im Anschluss hieran folgen meine gegenwärtigen theoretischen Anschauungen über das Aarmassiv im Allgemeinen, die, wie man beachten möge, sich von meinen früheren ganz wesentlich unterscheiden. Was in meinen älteren Arbeiten theoretisch divergirt, ziehe ich hiermit ausdrücklich zurück.

#### 1. Der Vorsprung der Fushhörner am Oberaletschgletscher mit der Clubhütte bei ca. 2670 m.

In ungefähr 4 Stunden gelangt man von Belalp zur Oberaletschclubhütte, die auf dem westlichen Ausläufer des höchsten Fushornes (3648 m) liegt. Man trifft auf diesem Wege



Ober-Aletsch-Gletscher.

Fig. 1. Umgebungen der Oberaletsch-Clubhütte.

zwischen dem grossen Aletschgletscher und dem Sparrhorn Muscovitgneisse und zweiglimmerige Augengneisse ohne scharfe Abgrenzung an. Sehr schön treten auf dem Gletscher sechs Mittelmoränen und eine ausgezeichnete, jenem parallel verlaufende und steil einfallende Blaublätterstructur hervor. Die

geologische Situation bei der grossartig gelegenen Clubhütte giebt beifolgende Zeichnung (Fig. 1). Von West nach Ost folgen sich:

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| Grünschiefer <sup>2</sup> | 1. Granit vom Protogynotypus <sup>1</sup> , mittel- bis grobkörnig, ca. 60 m beobachtete Mächtigkeit. Hierauf folgt: Schuttbedeckung 14 m. |
|                           | 2. Graugrüner Sericitgneiss, 7 m.  |
|                           | 3. Weisser, feinkörniger Quarzit, 6 m.   |
|                           | 4. Graugrüner, dichter, gefleckter Feldspathschiefer (Feldspath und Glimmerschüppchen <sup>3</sup> ) hinter der Clubhütte, 1½ m.           |
|                           | 5. Dunkler, faseriger Biotitgneiss.  |
|                           | 6. Graugrüner Feldspathschiefer mit einzelnen Glimmerblättchen, ähnlich 4.   |
|                           | 7. Mächtige, hellere Gneisse der Fasshörner.   |

Auf Blatt 18 ist diese Gesteinsfolge als Gneiss und Phyllit und der mächtige Granit gar nicht angegeben (l. c. p. 60). Letzterer bildet die Felsen westlich der Clubhütte bis zum Gletscher herunter und setzt sich in südwestlicher Richtung gegen das Gross-Nesthorn und Bietschhorn fort.

## 2. Der Granitgang in den Grünschiefern beim Oberaletschgletscher am Vorsprung des Rothorns bei 2807 m.

(Siegfried-Atlas Blatt 493 und Fig. 2.)

Wohl der interessanteste Gang im Aarmassiv. Wiewohl ihn FELLEBERG (l. c. p. 35), z. Th. nach Beobachtungen seines Führers HENZEN, beschreibt und abbildet, erschien doch weitere Untersuchung wünschenswerth.

<sup>1</sup> Im Folgenden wird der massige sogen. Protogyn (Protogyngranit) einfach als Granit bezeichnet. Die Schreibweise Protogin ist etymologisch falsch.

<sup>2</sup> Grünschiefer nannte FELLEBERG im westlichen Aarmassiv die dichten und halbkrySTALLINISCHEN oft graugrünen Phyllite. Dieselben sind vergesellschaftet mit höher krySTALLINEN Schiefern, die z. Th. auch Hornblende führen, so dass also im Ganzen hierher gehören würden: Sericitschiefer, sogen. Sericitgneisse, Glimmerschiefer, Glimmerquarzite, Feldspathschiefer, z. Th. sericitführend etc. Solange diese Gesteine noch nicht mikroskopisch genügend untersucht sind, muss der Name noch provisorisch beibehalten werden.

<sup>3</sup> Die Flecken sind Biotitanhäufungen. Dr. HUGER, der meine Dünnschliffe durchsah, fand an der Grenze von 4 und 3 Sillimanitnadeln, was nebst den Flecken für Contactmetamorphose eines sedimentären Thonschiefers durch den Granit spricht.



entstandenen Hornblendeschiefern<sup>1</sup> mit grüner gemeiner Hornblende einschliesst. Der Granit zeigt auch gequetschte Stellen und stellenweise starke Feldspathanreicherung. Hier liegt eine deutliche primäre Contactmetamorphose vor.

Bald tritt alsdann, während man schutt- und schneebedeckte Sericitgneisse und Hornblendeschiefer überquert, der durch FELLEMBERG entdeckte, in Grünschiefern aufsetzende Granitgang hervor (Fig. 2 Gesamtansicht, Fig. 3 Detail). Länge nach FELLEMBERG 120 m; die Mächtigkeit schätze ich zu 18 m bis 6 m (am Ende). Das Gestein ist typischer, mittel- bis grobkörniger Protogyn mit Ortho- und Plagioklas, ziemlich reich an gekörneltem Quarz, auch Sericit führend.



Fig. 3. Ende des Granitganges in Grünschiefern bei 2807 m am Oberaletschgletscher. *a* Concordante Einquetschung des Granits in die Schiefer. *b* Anschmiegung des Schiefers an den Granit. *c-e* vide Text.

Deutliche, die Salbänder schneidende Transversalklüftung, parallel zur Schieferung der Schiefer, wohl durch Druck entstanden.

Während nun (Fig. 3) Granit und Grünschiefer im Allgemeinen discordant zu einander stehen, biegt ersterer am Ende vermittelst eines Zipfels (*a* Fig. 3) in die Schieferung des Grünschiefers ein. Dabei verliert der Granit seine richtungslose Structur und wird bei und in der Einbiegung deutlich geschiefert und flaserig, wobei die Schieferung parallel

<sup>1</sup> Biotit, grüne, z. Th. schilfige Hornblende, an den Enden skelettartig ausgebildet; Muscovit, Titanit (Hvgr).

der des Nebengesteins verläuft. Desgleichen ist der Granit an der Umbiegungsstelle deutlich flasergneissig, z. Th. augengneissartig und sericitreich geworden.

Salband des Ganges oben und seitlich bei *c* Fig. 3 hell gefärbt, mit 2 Feldspäthen, Quarz und sehr wenig Biotit<sup>1</sup>; bei *d* gneissig mit langgestreckten Feldspathaugen. Seitlich bei *d* steht ein weisslicher und dichter Schiefer an mit vorwiegend Orthoklas, Quarz und wenig Biotit und Sericit, flaserig, z. Th. selbst mit Augenstructur, stark gequetscht. Weiter hinauf streifiger, plattiger Hornblendeschiefer, Hornblende führender Sericitschiefer und Gneiss, grauer, quarzreicher, sericitischer Gneiss, helle Feldspathschiefer, Quarzphyllit und weisser geschieferter Quarzit, mit eingesprengten, hirsekorngrossen, schwarzen Kryställchen.

Etwas weiter unten am Gang ist das Contactgestein ein typischer Sericitschiefer mit Quarzlinsen.

Es biegen sich nun die Schiefer deutlich um das stumpfe, stark gequetschte Ende des Ganges herum (Fig. 3). Sie sind überhaupt dem Gang angeschmiegt, oben deutlicher wie unten; die Schleppung (bei *e* Fig. 3) unten scheint aber derjenigen oben wenigstens local entgegengesetzt zu sein. Auf der linken Seite des Ganges bei *e* treten Aplitadern im gneissigen Granit auf.

Bei dem Gensplätzli (Fig. 2 *P*), also unterhalb des Ganges, stehen Hornblendeschiefer und Amphibolit (z. Th. Glimmer führend), Glimmerschiefer, hornblendeführender Gneiss, noch weiter unten Sericitgneiss an.

Nach FELLEBERG setzen die Grünschiefer nach dem Rothhorn 3701 m fort, wo sie sich zwiebelschalenförmig um den Granitgneiss herumlegen und sich gegen ihn hin verflachen.

Steigt man nun zur Moräne hinab und ein Stück auf derselben aufwärts, so gelangt man an eine charakteristische Contactzone von Granit und Grünschiefern, deren Lage und nähere Beschaffenheit aus Fig. 2 Ziff. 1 und Fig. 4 zu ersehen ist. Zahlreich sind hier Schollen von Hornblendeschiefer, Glimmerschiefer mit grünem Glimmer, gneissartigem,

<sup>1</sup> Korn sehr ungleichmässig, bald grob-, bald äusserst feinkörnig. Accessorisch: Epidot, Zirkon und wenig Eisenglanz (Hue).

hornblendeführendem Gestein, in Granit eingeschlossen, wobei einige Schollen noch eckig sind, andere bei der Intrusion gestreckt und gepresst wurden. Auch der Granit zeigt deutliche Spuren von Schieferung durch Pressung und es biegt sich der Glimmer desselben z. Th. um die Schollen herum (Fig. 4). Das Nebengestein ist hier gneissig, mit Quetschzonen, auch ein körniger Quarzit mit einzelnen hellgrünen Glimmerschmitzen wurde beobachtet. Bemerkenswerth ist, dass diese

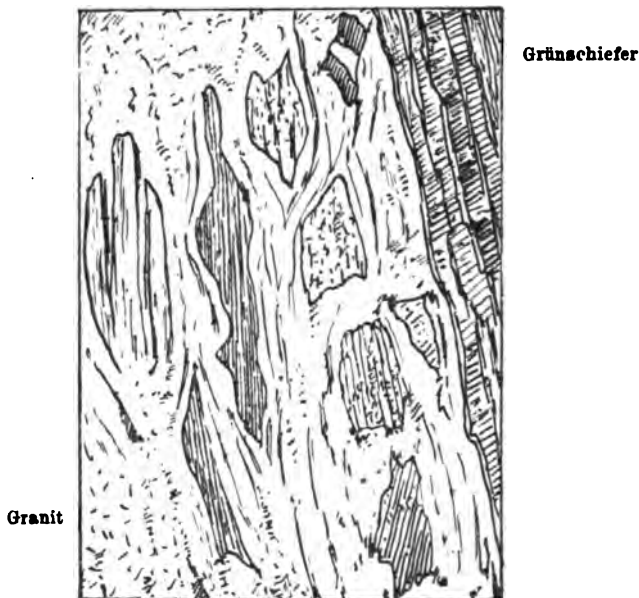


Fig. 4. Contactzone des Granits an den Schiefeln. Schollen von Glimmerschiefer und Hornblendeschiefer. Rothhornang am Oberaletschgletscher, vergl. 1 in Fig. 2. Höhe 6 m.

contactmetamorphe Zone gegen die Hauptmasse des Granits weiter links scharf abgesetzt ist.

FELLENBERG'S Figur zeigt eine Theilung des Hauptgangs in zwei durch Grünschiefer getrennte Granitzipfel, wovon ich mich nicht überzeugen konnte.

Nach dem Gesagten ist der Granitgang am Rothhorn (Oberaletschgletscher) ein echter Intrusivgang, der die Schiefer discordant durchbrach und dabei deutliche contactmetamorphe Wirkungen erzeugte. Abgerissene Schollen der Grünschiefer sind im Granit eingeschlossen und umgewandelt worden.



Unter dem hohen Druck zeigt der Granit an der oberen Grenze (Fig. 2) Neigung, sich in die Schiefer einzufüttern, daher das eigenthümlich geschlängelte Aussehen des Salbandes. Namentlich am Ende drang der Granit zipfelförmig in die Schieferung ein und wurde dabei zu schieferigem Gneissgranit ausgequetscht.

Von einer mechanischen Ausstülpung, wie FELLEBERG (l. c. p. 36) annimmt, kann nun nicht mehr gesprochen werden (man müsste denn annehmen, der längst erstarrte Granit sei beim Faltungsact wieder local flüssig geworden).

Es macht dieser Granitgang, für sich allein betrachtet, den Eindruck, als wäre er erst am Schluss oder nach der Faltung in die Schiefer eingedrungen, andernfalls wäre er wohl mehr in sich selbst gebrochen oder gestaucht worden.

### 3. Der Granit-Grünschiefercontact am Faulberg bei der Concordiahütte.

Wo sich auf der Walliser Seite der Berner Alpen grosser Aletsch-, Jungfrau- und Ewigschneefirn zu einem grossartigen flachen Firnkessel vereinigen, ragt östlich der granitische Faulberg (3244 m) in die Höhe, an dessen Fuss die Concordiahütte liegt.

Hinter der Hütte folgen sich (vergl. Fig. 5) von unten nach oben:

- |          |   |   |
|----------|---|---|
| ca. 25 m | { | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Granit.</li> <li>2. Dunkler streifiger Biotitgneiss<sup>1</sup>, sehr zerrüttet und gequetscht.</li> <li>3. Etwas glimmerarmer, grobkörniger Granit mit Ortho- und Plagioklas, Glas- und Körnelquarz; mittel- bis grobkörniger, z. Th. etwas Sericit führender Aplit. Derselbe führt eckige Schollen von Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer und unbestimmtem (feinkörnigen Feldspath, Quarz, Hornblende führenden) Gestein<sup>2</sup>.</li> <li>4. Grünschiefer: Sericitischer Gneiss, Glimmerschiefer, grauer Feldspathamphibolit mit grossen Feldspathkörnern.</li> <li>5. Aplit.</li> <li>6. Grünschiefer.</li> <li>7. Mächtige Granitmassen, anscheinend bis zum Gipfel des Faulbergs.</li> </ol> |
|----------|---|---|

<sup>1</sup> Biotit in braunen und grünen Schuppen und Flasern. Kataklastischer Quarz in ein feines Netzwerk von Saussurit eingehüllt (Huer).

<sup>2</sup> In einer solchen Scholle bestimmte Dr. Huer Orthoklas (saussuritisiert), Plagioklas, Quarz, stark zersetzten Biotit, grüne Hornblende; accessorisch:

Der Granit No. 3 zeigt starke Kataklaste und ist stellenweise geradezu breccienartig ausgebildet. Am Contact mit den Grünschiefern ist er z. Th. auf ca. 1' sehr glimmerarm, ähnlich dem Granit an der Mieselen<sup>1</sup>.

Während dieser Aufschluss den Eindruck macht, als habe der Granit von unten und der Seite her die Grünschiefer

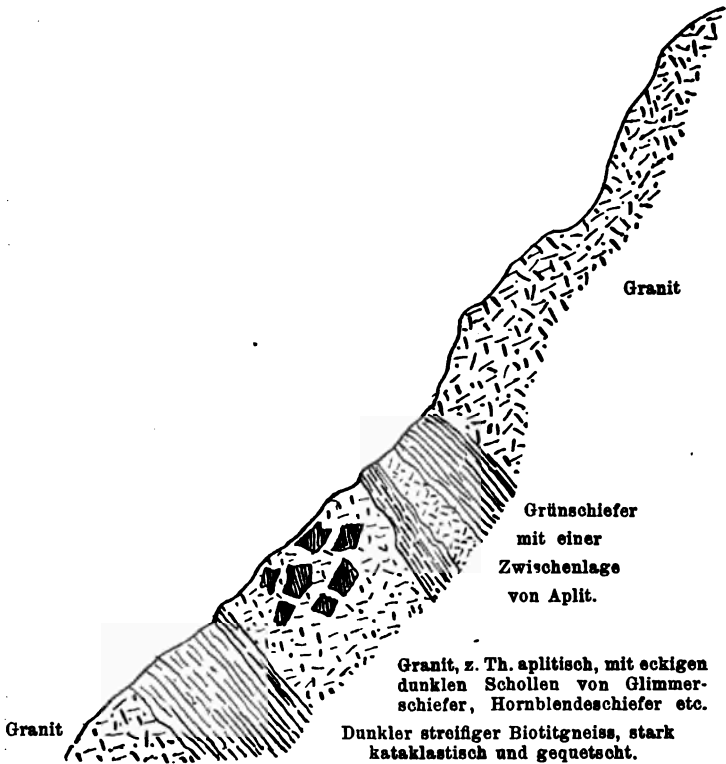


Fig. 5. Granitschiefercontact am Faulberg bei der Concordiahütte.

umhüllt, dringt wenig weiter nordöstlich ersterer von oben und seitlich her in die Schiefer ein (Fig. 6). Stellenweise hat das granitische Magma wie auch beim Rothhorn Partien

Zirkon, Epidot, Zoisit, Titanit, mit Titanit oft durchgreifend verwachsenen Ilmenit (mit Leukoxenbildung), Chlorit, Apatit, Calcit. Feldspäthe in sehr wechselnden Mengen.

<sup>1</sup> Vergl. BALTZER, Nachlese zur Geologie des Aarmassivs. Mitth. d. Bern. naturf. Ges. 1901. p. 4.

der Grünschiefer eingeschmolzen. Manchmal verzweigt sich der Granit geradezu in die Schiefer hinein<sup>1</sup>.

Wie am Rothhorn haben wir also auch hier intrusiven Granit, nur z. Th. mehr lagerartig.

Dieser Aufschluss hält etwa die Mitte zwischen dem discordant die Schiefer durchbrechenden Rothhorngang und dem dem intrusiven Lagertypus angehörigen Aufschluss am

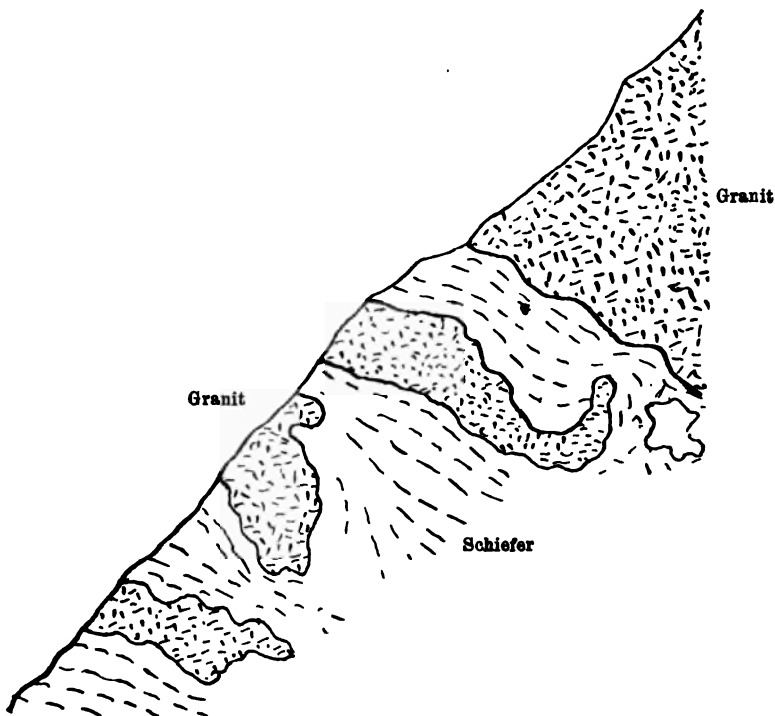


Fig. 6. Granit-Schiefercontact am Faulberg.

Thierberg. An letzterem findet ein dreimaliger Wechsel von Schiefen und Granit statt. Meine frühere Abbildung<sup>2</sup> ist ganz richtig, nicht aber die damalige Auffassung.

Nördlich des Faulbergs tritt ein neuer granitischer

<sup>1</sup> Der Dünnschliff einer Granitscholle in den Schiefen enthält nach Dr. HUGER's Bestimmung Ortho- und Plagioklas, mikropertthitisch verwachsen, stark zersetzten Biotit mit eingeschlossenen Zirkonkörnern; accessorisch treten auf: Titanit, Orthit, Apatit.

<sup>2</sup> Mittleres Aarmassiv. 24. Lieferung der Beiträge etc. Taf. V Fig. 2.

Rücken auf, von jenem wahrscheinlich durch vom Gletscher bedeckte Grünschiefer getrennt. Beide Rücken sind wohl unterirdisch miteinander verbunden.

FELLENBERG erwähnt die Aufschlüsse am Faulberg nicht, sie wären noch weiterer Untersuchung werth, wofür die Concordiahütte einen guten Stützpunkt bildet.

#### 4. Der Granit beim Grünhörnli an der Grünhornlücke.

Diese bei 3305 m befindliche Stelle hat FELLENBERG bereits beschrieben und abgebildet, meine Darstellung (Taf. XIV) ist etwas vollständiger und giebt noch einige Einzelheiten.

Der Granit erscheint hier ca. 75 m hoch und 500 m breit, eingezwängt zwischen Grünschiefern. Sie bedecken z. Th. den Granit. In der Grünhornlücke stehen theils knotige, theils ebenflächige Sericitschiefer mit Feldspathkörnern an, sowie sericitische Gneisse; südlich der Lücke folgen knotige Sericitschiefer mit Lagen von etwas Feldspath führendem Glimmerquarzit.

Auf der gegen die Lücke zu gewendeten Seite sind die Schiefer flach gelagert. Auf der Nordseite dringt der Granit in zwei kurzen klobigen Hörnern in die Schiefer ein. Die Contactlinie verläuft eckig. Was an dem Gang ursprünglich Intrusionsform und was spätere mechanische Umformung ist, lässt sich schwer sagen. Wichtig ist, dass er bei 1 der Taf. XIV theilweise von den Schiefen bedeckt ist, die dasselbst der Granitgrenze concordant liegen.

Diese Decke war vor der Erosion wohl mehrere 100 m mächtig.

Es scheint auch hier, das Granitmagma sei langsam zwischen die Schiefer eingepresst worden, so dass dieselben sich ihm z. Th. local anschmiegen konnten (Taf. XIV 2). Wahrscheinlich setzt dieser Gang nach der Grünegg fort und es streichen die ihn nördlich begrenzenden Schiefer nach dem die Grünegg und das Grünegghorn verbindenden Grat hinüber.

FELLENBERG erblickt in diesem Aufschluss einen „echten Stock“ mit eckigen, mechanisch bei der Faltung erzeugten Ausstülpungen.

## 5. Das Aletschhorn (4198 m).

(Taf. XIII.)

Eine der schönsten Leistungen FELLEBERG's ist die Ersteigung des Aletschhorns im Jahre 1862 und seine geologische Untersuchung desselben, welche das überraschende Resultat lieferte, dass die die Spitze bildenden Grünschiefer hier kappenförmig dem aus Granit bestehenden Rumpf des Berges aufsitzen. Die Schiefer lagern discordant zur Oberfläche des Granits. Ich habe das Aletschhorn, diesen „Kernpunkt des Aarmassivs“, wie FELLEBERG es richtig nennt, zweimal genau gezeichnet und gebe Taf. XIII eines dieser Bilder, welches mit FELLEBERG's Fig. 3 auf seiner Taf. XV im Ganzen übereinstimmt, immerhin noch einige mit Hilfe eines ZEISS'schen Feldstechers gesehene geologische Details mehr giebt.

Der aus dem Becken des Oberaletschgletschers im Querschnitt domartig 700 m hoch aufsteigende Granit bildet einen Rücken, der sich im Aletschhorn bis zu ca. 3600 m (nach FELLEBERG) erhebt. Westlich legen sich die steil nordwestlich fallenden grünen Schiefer concordant der Grenzfläche des Granitrückens an. Dies Verhältniss habe ich noch in der Fortsetzung,  $\frac{1}{2}$  Stunden weiter südlich beim Schienhorn beobachtet. Nach FELLEBERG (l. c. p. 229) besteht zwischen Kleinaletschhorn und dem westlich gelegenen Sattelhorn eine aufrechte, stark zusammengeschobene Falte in den Schiefern. Östlich des Aletschhorns ist der unmittelbare Contact weniger deutlich entblösst.

Die Kuppe des Aletschhorns besteht, wie gesagt, aus grünen Schiefern: nach FELLEBERG glimmerführender Feldspathamphibolit, grünliche Thonglimmerschiefer, Sericitschiefer, Chlorit und Glimmer führende Schiefer. Dieselben stehen deutlich discordant zur Grenzfläche des Granits und fallen mehr oder weniger steil, ca. 45—60° nach SO.; man erkennt ihre Ungleichartigkeit auch an Structur und Farbe von weitem (vergl. die helleren, etwas flacher fallenden Bänke bei 3, Taf. I). Sie sind ferner am Contact deutlich geschleppt (4), wie wenn ein Schub von SO. her stattgefunden hätte.

Bei 1 dringt der Granit in Form kurzer, z. Th. zackenförmiger Apophysen in die Schiefer ein; Verzweigungen wie

am Faulberg sind jedoch, wenigstens von weitem, nicht sichtbar. Fig. 7 giebt die Stelle bei 2 der Taf. XIII im grösseren Maassstab. Die Schiefer sind hier gefältelt und gleichsam in den Granit eingewickelt.

Eine intime Imprägnirung der Schiefer mit Granitmagma auf grössere Strecken hin haben weder ich noch FELLENBURG hier oder anderwärts beobachten können, obgleich doch hier die Verhältnisse für eine bis auf die Schieferblätter sich erstreckenden Injectionsgranitisirung günstig waren.

Zur Erklärung der auffallenden Discordanz der Schiefer zum Granitsalband kann man annehmen, dass ursprünglich zu Beginn der Hebung die jetzt unter 45—60° geneigten Schiefer

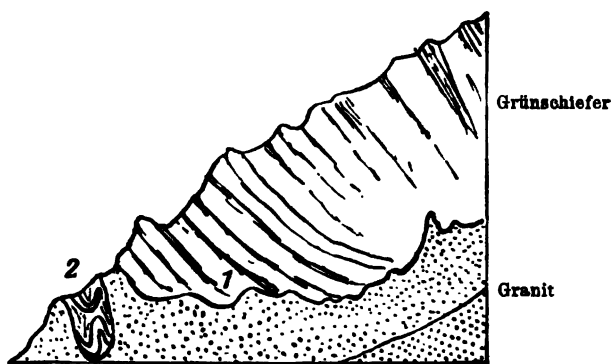


Fig. 7. Detail am Gipfel des Aletschhorns. 1 Schleppung der Grünschiefer am Granitcontact. 2 Einklemmung der Grünschiefer in Granit (vergl. Taf. XIII bei 2).

concordant lagen, wie es jetzt noch vielfach an den Flügeln der Schiefergewölbe der Fall ist. Bei der Faltung des ganzen Complexes verhielt sich der Granitklotz relativ starr, während die flexiblen Schiefer scheerende und gleitende Bewegungen an seiner Peripherie ausführten und hierbei sich aufrichteten und discordant stellten. Hiermit stimmen die genannten Schleppungen am Contact gut überein.

Auf dieselbe Weise erklären sich die partiellen seitlichen Discordanzen.

#### 6. Contact beim Schienhorn und Beichfarn zwischen 3254 und 3670 m.

Hier sind die Grünschiefer steil an den Granit theils angelehnt, theils aufgelagert. Von weitem glaubt man eine

starke Zerstückelung des Granits wahrzunehmen, es beruht dies aber nur auf den Geröllhalden des Schiefers; immerhin greift der Granit stellenweise in die Schiefer ein.

### Zusammenfassung, Folgerungen und Hypothesen.

Nachdem ich früher das mittlere Aarmassiv und seine nördlichen Vorlagen in zwei Textbänden zur geologischen Karte der Schweiz, wie ich glaube, thatsächlich getreu geschildert habe, hat sich dagegen eine Wandlung in meiner theoretischen Auffassung des Granites vollzogen, die kurz gesagt darin besteht, dass ich die Granitrücken für ursprünglich intrusiv in die Schiefer eingedrungene und demnach jüngere Gesteinsmassen von lakkolithenähnlicher (im weiteren Sinne des Wortes) oder von batholithenartiger Beschaffenheit halte.

Dieser Wandel könnte auffallend erscheinen, hängt aber mit meiner geologischen Entwicklung zusammen. Ich habe, durch äussere Verhältnisse bedingt, die Arbeit am Aarmassiv im centralen Theil angefangen, wo die Abtragung am stärksten, der Granit stärker gneissig gequetscht ist, statt an den Flügeln, wo die Verhältnisse klarer und einfacher liegen. Ist doch der westliche Flügel der Schlüssel für das ganze Massiv; an ihn bin ich aber erst nach Publication meines „Mittleren Aarmassivs“ gekommen. Wiederum begann ich meine Arbeiten in den Berner Alpen mit dem sogen. mechanischen Contact an der Kalkgneissgrenze vor 25 Jahren und — hingerissen von den merkwürdigen Erscheinungen der von Sedimenten regelmässig umsäumten Gneisskeile, der gangartigen, senkrecht zum Salband zungenförmig in den Gneiss eindringenden Malmfältchen, der mechanisch in den Kalk hinein verflössten Gneisschollen — kam ich mit einer gewissen Voreingenommenheit an den Granitschiefercontact.

Da ich nun im mittleren Aarmassiv nur sehr wenige Gänge auf der Westseite vorfand und nur einen, den Siebengang am Lanteraargletscher, genauer untersuchte, so wird man es begreiflich finden, dass ich, weitgehenden mechanisch metamorphen Anschauungen geneigt, diese Protogyngänge als mechanische Ausstülpungen deutete (dies Jahrb. 1885. II. 41), worin mich das anscheinende Fehlen einer Contactmetamor-

phose bestärkte. Ich habe diesen Lapsus an anderem Orte schon richtiggestellt<sup>1</sup>.

Hier möchte ich aber betonen, dass ich erstlich den nördlichen Grenzgneiss, der die bekannten Keile in die Sedimente hineinsendet, zwar für eruptiv, aber wegen der regelmässigen Umsäumung durch die jüngeren Sedimente nicht für intrusiv in dieselben eingedrungen halte, und ferner, dass in unserem Massiv infolge extremen Druckes krystalline Gesteine sowohl wie Sedimente „Pseudogänge“ bilden konnten (vergl. p. 320).

**Tektonik der Granitrücken und Grünschiefer.** Der centrale Granit tritt im Westflügel des Aarmassivs als langgestreckter, sich nach unten etwas verbreiternder Rücken aus der Schieferhülle hervor (Taf. XVI Fig. 3, 4, 5). Dieser tektonische Rücken verläuft in alpinen Streichrichtung über Bietschhorn (Taf. XV), Nesthorn zum Aletschhorn. Ein zweiter, niedrigerer Rücken steckt möglicherweise weiter südlich in der Tiefe als westliche Fortsetzung der Siedelhornkette.

Der erstere Rücken sinkt nach Osten ab, zieht sich vermuthlich unter dem Finsteraarhorn, von mächtigen Schiefermassen bedeckt, hindurch und gewinnt im Unteraar-Lauteraargletscherprofil durch vielfache gneissige Zwischenlagen einen etwas anderen Charakter. Im Grimselstrassenprofil finden wir schon vier grössere, in Gneissgranit und Augengneiss regelmässig eingeschaltete Granitpartien, von denen die nördlichste (Mittagfluh bei Guttannen) durch mächtige Grün- und Hornblendeschiefer von den südlichen (Handeck, Stockstege u. s. w.) getrennt ist. Ähnlich im Reussthal. Dabei bleibt der Granit immer derselbe bis in die Tödigruppe auf eine Erstreckung von ca. 100 km. Man vergleiche FELLEBERG'S, HEIM'S<sup>2</sup> und meine Querprofile.

Für solche durch Faltung beeinflusste Eruptivkörper, welche langgestreckt und verhältnissmässig schmal sind, wird im Folgenden der Ausdruck Rücken gebraucht. Wären die ausgedehnten Porphydecken im Trompia- und Caffarothal der

<sup>1</sup> Über die aplitische randliche Facies des Protogyns an der Mieselen. Mitth. d. Bern. naturf. Ges. 1901. p. 70.

<sup>2</sup> Monographie der Tödi—Windgällengruppe und 25. Lief. zur geolog. Karte der Schweiz.



Südseite gefaltet worden, so würden sie etwa ähnliche, allerdings mehr lagerartige Formen zeigen.

Kehren wir zurück zum Bietschhorn-Aletschhornrücken. Auf beiden Seiten desselben fallen die grünen Schiefer antiklinal, eine Hülle bildend und concordant der Granitoberfläche, local auch discordant, steil ab. An einigen Orten aber überbrücken sie ganz oder theilweise den Granit, z. B. in der Grünhornlücke, besonders schön am Aletschhorn (Taf. XVI Fig. 5) und weiter östlich am Finsteraarhorn; kein Zweifel, dass früher, wie ich schon für das mittlere Aarmassiv annahm, die Bedeckung eine allgemeine war. Aber thatsächlich beobachtet ist dieselbe nur im westlichen Aarmassiv, zuerst durch FELLEBERG.

Die Axe des grossen Granitrückens sinkt und steigt in ihrem Verlauf; sie sinkt am grossen Aletschgletscher, um sich auf der anderen östlichen Seite wieder zu erheben.

An einigen Stellen greifen untergeordnete Schiefermulden in ihn ein, z. B. bei der Grünhornlücke und auf der Nordseite des Aletschhorns. Ähnliche muldenförmige Einlagerungen habe ich im mittleren Theil des Massivs, z. B. im Haslithal zwischen Mittagfluh und Gwächtenhorn nachgewiesen. Sie weisen auf Faltung durch tangential Kräfte hin.

Intrusivgänge und Contactmetamorphose. An der Granitschiefergrenze treten sowohl echte Intrusiverscheinungen auf, als auch durch Pressung des schon erhärteten Gesteins entstandene Ausstülpungen (analog den Pseudogängen des Malm im Berner Oberland<sup>1</sup>). Beide sind zuweilen schwer auseinander zu halten. Jene durchstossen die Schiefer (Rothhorngang, p. 295 Fig. 2), sind zuweilen unregelmässig verästelt (Faulberg, p. 301 Fig. 6), oder sie folgen der Schieferung des Nebengesteins als Lagergänge (Thierberg, Taf. XVI Fig. 2), oder sie gehen aus einem Lagergang in einen gewöhnlichen Gang über (Siebengang, Taf. XVI Fig. 1).

Neu und entscheidend für meine jetzige Auffassung ist der Nachweis von eruptiven Contactzonen mit den Schollen der Grünschiefer im Granit, wie sie oben beschrieben wurden (Faulberg, Rothhorngang, Fusshornvorsprung bei der Ober-

<sup>1</sup> Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1878. p. 275 u. 277. Dies. Jahrb. 1885. II. p. 32 ff.

aletschhütte). Auch das unzugängliche Vorkommen am Lauter-aarhorngrat („Mittleres Aarmassiv“, Taf. V Fig. 1) gehört wahrscheinlich hierher. Wo es sich dagegen nur um mechanisch am festen Material erzeugte Contourunregelmässigkeiten handelt, tritt Breccienbildung, weitgehende Kataklyse, Mörtel-structur auf, ohne Schmelzerscheinungen, und Contactmineralien.

Es muss aber hervorgehoben werden, dass die randlichen Einpressungen, wenn sie auch in den beigegebenen Abbildungen kräftig hervortreten, im Ganzen und Grossen doch im Verhältniss zum Volumen der Massen nicht sehr bedeutend sind. Kommen sie doch im mittleren und östlichen Aarmassiv fast gar nicht vor, fehlen doch hier insbesondere, soweit bekannt, die Contactzonen am Protogyn.

Der pyrogene Granitschiefercontact ist ausgezeichnet durch abgerissene und in ihrem Mineralbestand veränderte Schollen des Nebengesteins, welche von dem flüssigen Magma umgeben waren. Der Granit ist näher dem Contact gewöhnlich aplitisch erstarrt, tritt auch in Schollen auf und enthält ebenfalls Neubildungen. Die Grünschiefer scheinen hie und da am Contact eingeschmolzen worden zu sein, jedoch nur in unbedeutendem Betrag. Charakteristisch sind ferner die fleckigen Feldspathschiefer mit Biotitanhäufungen und mit Sillimanit. Ein Theil der Grünschiefer ist hiernach als metamorphischer Thonschiefer zu betrachten. Die Contactneubildungen enthalten Zoisit, Orthit, Titanit, Magnetit, Eisenglanz, Ilmenit, Sillimanit, Calcit. Wiewohl der Aplit grossartig entwickelt ist, tritt doch in den Apophysen oft wieder mittel- und grobkörniger Granit auf und wechselt die Korngrösse auffallend (Siebengang). Die Untersuchung ist nicht abgeschlossen. Dr. HUGER wird sie weiterführen. Soweit sich bis jetzt urtheilen lässt, ist die Contactmetamorphose eine nicht sehr intensive gewesen. Echte Hornfelse wurden bis jetzt noch nicht gefunden.

Alter des Granits. Da wir das Alter der Grünschiefer nicht kennen<sup>1</sup>, so ist auch das Alter des Granits nicht sicher

---

<sup>1</sup> Das Auftreten von Graphitschiefern in Lötschen nach FELLENBURG und das ähnliche von mir beschriebene Vorkommen am Eingang des Trift-thales ist so wenig wie das stammähnliche Gebilde von Guttannen für palaeozoisches Alter der Phyllite beweisend. Der Graphit oder Graphitoid kann auch primär entstanden sein.

zu bestimmen. Zunächst dürfte archaisches oder palaeozoisches Alter in Betracht kommen, da er nirgends in Contact mit Dolomit oder mesozoischen Kalken getreten ist und sich auch Bruchstücke eines solchen Contactes nirgends in Conglomeraten gefunden haben. Ob unsere Granite tertiär sind, wie es SALOMON für den Adamello- und andere alpinen Granite anzunehmen geneigt ist, erscheint zwar durchaus nicht unmöglich (es ist Vieles in den Alpen nicht unmöglich), aber vor derhand noch nicht zu erweisen. SALOMON selbst nimmt den Montblancgranit von seiner Hypothese aus, unser Granit wird aber gewöhnlich als Fortsetzung von jenem betrachtet. Die für höheres Alter sprechende bisherige Annahme, dass Protogyngranitgerölle auf der Nordseite der Alpen im Verrucanoconglomerat vorkommen, wird von SALOMON sehr energisch bestritten; im Anhang p. 323 wird angegeben werden, warum jene Annahme bis auf weitere Nachweise immer noch als wahrscheinlich gelten kann.

Die Frage nach dem Alter unseres Granits erscheint also noch nicht spruchreif. Zunächst sollte die Genesis der grünen Schiefer (die z. Th. Eruptivgesteine, z. Th. umgewandelte Sedimente sein könnten) auf mikroskopischem Wege ermittelt werden.

Hypothesen. Nach der, wie ich glaube, objectiven Darstellung des Thatsächlichen mögen auch die Hypothesen zu Wort kommen. Die Entstehung des centralen Alpengranits ist verschieden gedeutet worden: Man nahm hauptsächlich an:

1. Ursprüngliche Erstarrungskruste.

2. Auf Riesenspalten aufgestiegene stockartige Massen mesozoischen Alters, denen man hebende und dilatirende Wirkung zuschrieb (BERNHARD STUDER). LORY nahm für seine Granitgänge in der Dauphiné carbonisches Alter an.

3. Archaische Eruptivmassen bildeten Decken und standen in engem räumlichen und zeitlichen Zusammenhang mit der Schieferhülle. Beide wurden später gefaltet. Die randlichen Gänge wurden für pseudoeruptiv gehalten, untergeordnet ein besonderer Stock- und Ganggranit angenommen (BALTZER's<sup>1</sup> nunmehr zurückgenommene Hypothese).

<sup>1</sup> Aarmassiv, mittlerer Theil. p. 111 ff. Dies. Jahrb. 1886. II. 43.

4. Intrusivmassen jungcarbonischen Alters durch Stiele mit den granitischen Magmaherden verbunden (für das Aarmassiv vermuthet, aber nicht durch eigene Untersuchung begründet). Z. Th. auch als mesozoisch oder alttertiär betrachtet.

5. Batholithe im Sinne von SUSS. Intrusive, nach unten breit in die magmatische Tiefe übergehende Massen haben sich mittelst „Aufschmelzung“ Platz geschafft.

Halten wir fest, dass die Unterlage unseres Granites unbekannt ist, wir uns also auf schwankendem Boden befinden.

Stöcke liegen nicht vor, dazu passt nicht der Parallelismus der Granitsalbänder mit den Schiefern, der verhältnissmässig regelmässige Querschnitt und die ganz überwiegend lineare Ausdehnung.

Kann nun der Bietschhorn-Aletschhorngranitrücken ein Lakkolith sein? Richtiger gesagt: War dieser Rücken ursprünglich ein Lakkolith? Und wenn ja, wie wurde er bei den beiden grossen Alpenfaltungen tektonisch verändert? Könnte ein einzelner Lakkolith wie der Adamello (nach SALOMON) oder eine Lakkolithengruppe — wie sie uns HOLMES und neuerdings JAGGAR<sup>1</sup> aus den Black Hills schildern — bei Faltung ein Bild liefern, wie es unsere Granitrücken bieten?

Um Missverständnisse zu vermeiden, sei zunächst vorausgeschickt, dass der Ausdruck „Lakkolith“ hier in einem allgemeinen Sinn gebraucht werden soll und nicht auf die typischen, gruppenweise auftretenden, auf Schloten und Spalten<sup>2</sup> stehenden nordamerikanischen Vorkommnisse von idealer Planconvexlinsenform beschränkt wird (Lakkolithen im engeren Sinn, wozu auch die „Granitkerne“ des Kaiserwaldes nach LÖWL<sup>3</sup> und andere Vorkommnisse gehören). An solche reißen sich nun die in die Länge gestreckten Intrusivmassen des

<sup>1</sup> The Laccoliths of the Black Hills. XXI annual Report U. S. geol. Survey. 1899—1900. 3. 171. Mit interessantem experimentellem Beitrag von HOWE. Vergl. auch die Figur in KAYSER's Lehrbuch der allgemeinen Geologie, I. Aufl. p. 110.

<sup>2</sup> JAGGAR setzt in den Black Hills für Entstehung der Lakkolithen Spalten voraus.

<sup>3</sup> Die Granitkerne des Kaiserwaldes bei Marienbad. Prag, DOMINICUS.

Reihentypus, wie z. B. die Elk mountains<sup>1</sup>, die Wasatschberge<sup>2</sup> und endlich schliessen sich an die durch Faltung stark beeinflussten linearen Intrusivrücken unserer Alpen, deren Genesis verwickelter ist. Der Name Batholith lässt sich für letztere nicht verwenden, da sich jetzt mit ihm der Begriff der Aufschmelzung verbindet, was für unseren Fall nicht zutrifft. Lakkolith in diesem Sinn bedeutet also nur eine langgestreckte Intrusivmasse mit zum Nebengestein paralleler Oberfläche und unbekanntem abyssischem Verhalten. Die Beschaffenheit der Zufahrt kann verschieden gedacht werden.

Nach diesen Vorbemerkungen glaube ich obige Frage hypothetisch mit ja beantworten zu dürfen. Wir müssen annehmen, dass unser vom Lötschenthal bis zum Tödi, also auf 100 km westlich sich erstreckender Centralgranit aus einigen getrennten, aber gleichzeitig oder annähernd gleichzeitig entstandenen Ellipsoiden besteht, welche ursprünglich, d. h. vor der Faltung, mehr ovalen Umriss besaßen und ihre jetzige lineare Rückenform, wie wir sie an der Oberfläche sehen, erst durch die Art der Faltung erhalten haben. Nach unten verbreitern sich die Massen etwas, was nicht ausschliesst, dass sie sich in noch grösserer Tiefe zu Stöcken oder Gängen zusammenziehen.

Für lakkolithenartige Entstehung des Bietsch-Aletschhorn-Ellipsoids kann man die Intrusion in die Schiefer, wobei die Oberfläche nicht erreicht wurde, den Parallelismus der Schiefer mit dem Granitsalband, ganz besonders aber die Contactmetamorphose, welche seitlich und selbst am oberen Salband in dieser Arbeit nachgewiesen ist, aufführen.

Im Adamellolakkolith, den wir durch SALOMON, LEPSIUS, STACHE und andere gut kennen, ist die ursprüngliche Form noch gut erhalten. In unserem Fall erzeugte die ursprüngliche Intrusion, unterstützt von der schiefrigen Beschaffenheit der Hülle, zunächst einen Lagertypus. Dieser ursprüngliche Lagerlakkolith wurde dann tektonisch zum Rückentypus oder gefalteten Lakkolithen umgeformt. Denn so gut Decken gefaltet wurden, konnte auch ein Lakkolith von der

<sup>1</sup> Elk range by W. H. HOLMES, Annual Report of the U. S. geol. and geogr. Survey für 1874. p. 68.

<sup>2</sup> F. V. HAYDEN, ibid. p. 54.

Art, wie HOLMES sie abbildet, gefaltet werden. Auf Taf. XVI Fig. 7 a—c wurde versucht, die Entstehung eines solchen gefalteten Lakkolithen zu veranschaulichen. Die gestrichelte Linie, Fig 7 c, deutet an, bis zu welchem Niveau der Lakkolith denudiert ist.

Solange freilich die fortschreitende Erosion nicht innerhalb geologischer Zeiten die Wurzeln unseres gefalteten Lagerlakkolithen entblösst haben wird, bleibt seine Annahme eine auf Analogie gestützte Hypothese.

Aus den Untersuchungen über nordamerikanische Lakkolithen geht hervor, dass an schwachen Stellen Intrusivmassen auf Schichtflächen seitlich eindringen und Hebungen der Last erzeugen konnten. Ich anerkenne also verticale Hebungen von unten nach oben in dem Sinne, dass der Auftrieb nicht primär, sondern unter hydrostatischem Druck durch Schollensenkung an einem anderen Orte erfolgte („Isostasie“).

Es dürfte aber auch die ältere Batholithenhypothese von SUESS<sup>1</sup> eine gewisse Berechtigung, namentlich für gefaltete Lakkolithen, haben.

LÖRÖL wendete gegen dieselbe (l. c.) ein, es seien damit die ebene Unterlage und die steilen Flanken unvereinbar. Thatsächlich giebt es nach JAGGAR<sup>2</sup> auch Lakkolithen mit schief abgeschnittener oder gekrümmter Unterlage und weniger starkem Neigungswinkel. Sollte da nicht Eindringen des Magmas in durch Abstau entstandene Hohlräume stattgefunden haben? Ist ferner die Hypothese gefalteter Lakkolithen anwendbar, dann würden jene Einwände nichts gegen die ursprünglich batholithische Entstehung beweisen.

Endlich scheint auch eine Combination von lakkolithischer und batholithischer Entstehung möglich zu sein: Das Magma wird aus weit ausgedehnten Herden hinaufgepresst, dringt in die durch Abstau bei der Faltung entstandene Hohlräume, erfüllt dieselben und hebt die Decke infolge von Nachschüben. Gerade für unsere Massive halte ich diese Combination für möglich. Es wurde durch die Faltung und Hohlraumbildung den Intrusivmassen die Form gewissermaassen vorgezeichnet,

<sup>1</sup> Antlitz der Erde.

<sup>2</sup> l. c. p. 290.

wodurch die regelmässig lineare Gestalt noch etwas leichter sich erklärt wie bei rein lakkolithischer Bildung durch Spaltensysteme und Zerrüttungszonen.

Man kann demnach die Intrusion des Aletschhorn-Lakkolithen mit der jungcarbonischen Faltung in Verbindung bringen, sie geschah unter einer sehr mächtigen Decke von Grünschiefern, deren noch vorhandene Überreste sich auf ca. 500 m belaufen.

Aus dem Verhalten der Schiefer, wie es aus den Textfiguren 3, 6, 7 hervorgeht, scheint zu folgen, dass die Granitintrusion langsam erfolgt ist, so dass die Schiefer zuweilen mehr weggeschoben, als kräftig dislocirt erscheinen.

### **Einige allgemeine Bemerkungen über das Aarmassiv.**

Im Allgemeinen sehen wir in diesem Massiv viele steil gestellte granitische Gesteinsstreifen, welche steil nach Süden (an den Gräten oft flacher) fallen. Diese haben, wie die angelehnten concordanten Schiefer, parallele oder auch antiklinale Flanken (Bietschhorn), selten tritt Tendenz zur Fächerbildung hervor, und in diesem Falle ist der Fächer verkümmert, unsymmetrisch (Grimseldurchschnitt).

Vertheilung der Protogyngranitstreifen. Schliessen wir die an den Flügeln auftretenden echten Granite (Gasterengranit, Hornblendegranite) aus, welche vielleicht z. Th. selbständiger Entstehung sind, z. Th. zu den Protogynen in genetischer Beziehung stehen mögen, so bemerken wir, wenn wir HEIM's, meine und FELLEBERG's Karten und Aufnahmen vergleichen, dass an den äussersten Flügeln eine gewisse Ähnlichkeit der Anordnung herrscht, im mittleren Theil aber die granitischen Streifen sich häufen: Im Westflügel haben wir nur einen compacten Granitrücken (Bietschhorn—Aletschhorn), von dem wir nicht genau wissen, ob er unter dem Finsteraarhorn in der Tiefe durchzieht und wie er sich zum Granitstreifen der Sidelhornkette verhält. Im tief erodirten Lötschenthal ist keine Spur mehr von ihm zu sehen.

Im mittleren Aarmassiv war eine Kartirung der Granitstreifen wegen Vergletscherung und Begehungsschwierigkeiten noch gar nicht durchzuführen; doch taucht der Granit östlich des Finsteraarhorns alsbald mächtig auf und zeigt im

Haslithal-Grimseldurchschnitt mindestens vier grössere Streifen, die scharf von den damit wechselnden Streifen von Gneissgranit, Augengneiss (im alten Sinne) abgesetzt sind, aber concordant, steil Süd fallend verlaufen. Eine selbständigere Stellung nimmt die isolirte Masse der Mittagfluh hinter Guttannen ein. Die Breite der Granit-Gneiss-Zone beträgt an 10 km.

Ostwärts scheint sich diese Zertheilung der Granitstreifen eher noch zu vergrössern, ohne dass man sagen könnte, ob sie langgestreckte Ellipsoide, Linsen oder wirklich fortlaufende Züge bilden. Die Breite der Zone beträgt hier ca. 8 km, die Denudation ist sehr stark. Vom Reussthal östlich haben wir nach HERN zunächst eine breite Masse von Protogyn, die sich aber alsbald zwischen Bristenstock und Gurtellen nach obigem Autor in 6 Streifen mit zwischenliegendem Gneiss spaltet. So im Fellithal, desgleichen im Oberalpstockquerprofil dieselbe Erscheinung. Sodann verschmälert sich die protogynische Zone<sup>1</sup> rasch; im Ruseinthal sind hornblendeführende Gesteine eingeschaltet, weiterhin ist nur noch ein schmaler Protogynstreifen vorhanden mit Einschaltung von Amphibolprotogyn und Syenit.

Es ist mir nicht gelungen, im mittleren und westlichen Aarmassiv wesentliche Unterschiede am Granit oder auch seinen gneissigen Begleitern herauszufinden; er verhält sich im ganzen Massiv gleich; insbesondere enthalten die Gänge und Apophysen im Westflügel keinen besonderen Ganggranit, sondern nur eine Randfacies.

Nehmen wir nun an, dass die gneissigen Streifen Quetschzonen und Schlieren<sup>2</sup> im Protogyn bilden, so stellt das Ganze einen oder mehrere in sich einheitliche Eruptivkörper von gleicher Natur und Entstehung dar.

Ich halte an meiner früheren Meinung<sup>3</sup> fest, dass diese streifige Differenzirung des Magmas schon eine ursprüngliche,

---

<sup>1</sup> Zone im allgemeinsten Sinn, bei uns auch für Eruptivmassen von linearer Anordnung üblich.

<sup>2</sup> Es fehlt noch an chemischen Analysen dieser Gneisse. Typischer Augengneiss des Grimselprofils zeigte im Verhältniss zum granitischen Nebengestein eine unerwartete Verschiedenheit (Mittleres Aarmassiv. p. 170).

<sup>3</sup> Mittleres Aarmassiv. p. 64 ff.



bei der Formirung des Lakkolithen entstandene war und der Faltungsphase angehört, mag sie nun archaisch, carbonisch oder alttertiär sein. Es ist wohl möglich, dass die verschiedenen Granitstreifen in einem Querprofil untereinander zusammenhängen und eine gemeinsame Quelle haben. Ob ein grosser oder mehrere kleinere Lakkolithen anzunehmen sind, lässt sich nicht entscheiden.

Was die von mir<sup>1</sup> früher beschriebenen 3 Hauptstructuren im Granit anbelangt, so sind sie theils auf Contraction bei der Erkaltung, theils auf Pressung bei der Faltung zurückzuführen.

Man ersieht nach diesen Ausführungen, dass im Aarmassiv für junge, durchaus bergtuchtige Kräfte noch manches zu thun ist. Eines der nächsten Ziele wäre die mikroskopische Bearbeitung der Grünschiefer, der randlichen gneissigen Zonen, womit im bernischen geologischen Institut begonnen worden ist.

Bern, 20. November 1902.

---

### Nachträge.

#### Dimensionen des Aletschhornlakkolithen.

Wenn auch dieser Lakkolith, den wir nach dem hervorragendsten Gipfel benennen, keineswegs als eine selbständige Individualität erwiesen werden kann, so ist er doch durch die Depression, die er unter dem Finsteraarhorn erleidet, genügend isolirt, um eine Abtrennung zu gestatten. Seine Grundlage ist uns verborgen; seine Kappe vielfach denudirt; doch erhebt er sich im Bietschhorn noch frei um 800 m über seine nähere Umgebung, im Grossnesthorn um ca. 850 m. Am Aletschhorn steht die obere Granitgrenze 719 m über dem Kessel des Oberaletschfirns; betrachten wir aber als Fusspunkte den Vorsprung des Thorbergs einerseits und den Fuss des Dreieckshorns andererseits, so erhalten wir 811 m und 983 m, im Mittel 900 m.

Länge 30 km vom Ostgehäng des Lötschenthals bis zum Aletschgletscher.

---

<sup>1</sup> Mittleres Aarmassiv. p. 24.

Die sichtbare Breite des Querschnitts beträgt im Westen beginnend:

am westlichen Ende . . .	0,3 km	
„ Jole-(Jjoli-)Gletscher . .	1,5 „	
„ Bietschhorn . . . . .	1,5 „	
„ Grossnesthorn . . . . .	3,2 „	
„ Aletschhorn . . . . .	2,2 „	} incl. die schmale Einlage- an der Grünhornlücke . . 2 „ } rung von Grünschiefern.

Mittelwerth 1,75 km.

Verhältniss von Breite zu Länge ca. 1 : 17.

#### Vergleich des Aletschhornlakkolithen mit dem Adamello-lakkolithen.

Dieser Lakkolith, den so viele ausgezeichnete Geologen bearbeiteten und der neuerdings durch SALOMON'S<sup>1</sup> Darstellungen, an die ich mich im Folgenden halte, neues Interesse beansprucht, zeigt bei wesentlichen Unterschieden auch wieder verwandte Züge. Er ist zunächst bei rundlichem Umriss viel unregelmässiger im Querschnitt (l. c. Fig. 1) und zeigt eine charakteristische, nach unten sich zusammenziehende Trichterform, die darauf beruht, dass die Schiefer unter den Granit einschiessen. Eine solche Gestalt kommt weder dem Aletschhornlakkolithen, noch einer anderen Protogynmasse im Aarmassiv zu<sup>2</sup>. Im Gegentheil verbreitert sich der Protogyn oft nach unten, was Verengerung noch weiter abwärts nicht ausschliesst. Auch der Granit des Gotthardmassivs (nach den Profilen von FRITSCH) liefert dafür keine genügenden Anhaltspunkte.

Den Adamello bezeichnet SALOMON<sup>3</sup> als ein Mittelding zwischen Stock und Lakkolith, unser Gebilde ist ein gefalteter Lakkolith.

Die Unterschiede im Material, in der Art der Contactmetamorphose (Kalke hat unser Protogyn nirgends jetzt sichtbar erreicht und verändert) sind in die Augen fallend. Am Adamello wurde auf Grund des Contactes als untere Alters-

<sup>1</sup> Periadriatische Massen. Habilitationsschrift.

<sup>2</sup> Eine ganz schwache Andeutung davon möchte man vielleicht aus einigen Profilen von HEIM (Val Rusein) entnehmen.

<sup>3</sup> Geologisch-petrographische Studien im Adamello-Gebiet. Sitz.-Ber. d. Berl. Akad. 1896. p. 40.

grenze die mittlere Triaszeit festgestellt, bei unserem Lakkolith ist überhaupt keine sichere Altersbestimmung möglich.

Übereinstimmung zwischen den beiden Lakkolithen herrscht dagegen mit Bezug auf den Parallelismus mit den nebenstehenden Schieferen. Als Hülle treten im Ganzen und Grossen beiderseits dieselben Phyllite vorwiegend auf. Die Constanz dieser Phyllite ist überhaupt merkwürdig auf der Süd- und Nordseite der Alpen. Bei Recoaro haben sie bei flacher Lagerung und grosser Gleichförmigkeit krystallinischen Charakter, woraus TORNGUIST auf archaisches Alter schloss. Bei Lugano und ebenso im Aarmassiv sind sie denen von Recoaro (die ich selbst gesehen habe) durchaus ähnlich. Dies giebt mit Bezug auf Dynamometamorphose zu denken. Endlich herrscht Analogie zwischen beiden Lakkolithen mit Bezug auf die Structures, wovon ich mich selbst überzeugte.

Aus dem Gesagten folgt, dass man den Aletschhornlakkolithen als einen weniger typischen, weil structurell und materiell stärker veränderten Fall betrachten darf, eben als einen gefalteten Lakkolithen.

Beiläufig sei bemerkt, dass gelegentlich eines Aufenthaltes in Val Sugana mich die Analogie des Asta-Massivs mit unseren Verhältnissen frappirte. Dasselbe Eingreifen des Granits in die ganz ähnlich gearteten Phyllite, dieselben Gang- und Apophysenerscheinungen. Der bekannte Gang im unteren Val Maso könnte ebensogut bei uns vorkommen, doch ist der mittelkörnige Granit daselbst weder protogynisch noch aplitisch, wenn auch etwas glimmerärmer. Auf der anderen Seite des Thales greift er über den Schiefer hinüber gerade so wie unser Protogyn oberhalb Guttannen.

#### Das Gotthardmassiv als Lakkolith.

Vor 14 Jahren<sup>1</sup> habe ich den unterirdischen Zusammenhang zwischen Aar- und Gotthardmassiv im Gegensatz zu v. FRITSCH<sup>2</sup> behauptet, wegen der petrographischen und chemischen Ähnlichkeit des Rotondo- und Aarmassivgranits. Gegenwärtig bin ich nicht mehr so fest hiervon überzeugt;

<sup>1</sup> Mittleres Aarmassiv. Lieferung 24. Abth. 4 der Beiträge.

<sup>2</sup> Gotthardmassiv. Lieferung 15 der Beiträge.

denn es lässt sich nicht entscheiden, ob der Gotthardmassivgranit aus demselben Spaltensystem wie der Aargranit oder getrennten Spalten stammt. Dagegen darf wohl ein gemeinsamer Herd für beide Massivs angenommen werden.

Man muss im Gotthardmassiv von den echten Protogynkernen ausgehen, wenn man die Lakkolithennatur verstehen will, nicht von gneissigen Aequivalenten oder Hüllgesteinen. Nun beträgt die Länge des Massivs 72,5 km, wovon der Granit auf dem Westflügel 14 km, auf dem Ostflügel 16,5 km ausmacht, zusammen 30,5 km. Im ganzen mittleren Theil bleibt der Granit in der Tiefe oder er ist nach SALOMON'S Ansicht<sup>1</sup> durch gneissige Aequivalente (Sellagneiss, Fibbiagneiss) vertreten. Die Form ist die eines Ellipsoides, nicht unähnlich der centralgranitischen Zone des Aarmassivs, wie aus den folgenden, der geologischen Dufour-Karte entnommenen Breiten des Querschnittes hervorgeht.

Westende . . . . .	500 m	
Mettlenhorn . . . . .	ca. 3	km
Rotondo . . . . .	ca. 4,5	„
Lücke		
Mittelrheintal bei Piz		
Ganneretsch . . . . .	4	„
Nördliches Gabelstück . .	0,5	„ am Ende wieder etwas breiter.
Südliches Gabelstück . .	1	„ taucht bald im Val Krystallina unter.

Es ergibt sich nun die Lakkolithennatur aus dem Parallelismus von granitischem Salband und Schieferung des Nebengesteins, aus der z. Th. noch erhaltenen Überdachung durch die Grünschiefer, und endlich aus den granitischen Apophysen in diesen Schiefern. Charakteristisch für die ersteren Punkte ist der von HEM dargestellte Aufschluss im Hintergrund von Val Som vix<sup>2</sup> (vergl. auch meine Liefg. 24, Taf. IV, Fig. 1, idealer Durchschnitt durch Aar- und Gotthardmassiv). Granitgänge und Schollen im Gneiss kommen nach v. FRITSCH<sup>3</sup> in der Rotondo-Gruppe vor.

Auch im Gotthardmassiv harrt die Schieferhülle, bestehend

<sup>1</sup> Neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St. Gotthard etc. p. 5.

<sup>2</sup> Liefg. 25 der Beiträge. Taf. I, Profil Fig. 2.

<sup>3</sup> Liefg. 15 der Beiträge. Taf. IV.

aus Glimmergneissen mit ihren Einlagerungen von Hornblende-schiefern, Topfstein und Serpentin, Urserengneissen u. s. w., noch näherer mikroskopischer Erforschung.

#### Entwicklung und verschiedene Stadien unserer Lakkolithen.

Dass die Bestimmung des Zeitpunktes der Intrusion auf unsicherem Boden steht, wurde schon erörtert. Trotzdem wollen wir die drei Haupthypothesen noch etwas näher discutiren.

1. Die Grünschiefer und die Granitintrusion in dieselben sind archaisch; das Palaeozoicum wäre dann bei uns nur durch wenig mächtiges Carbon vertreten (Trift, Wengengletscherpass, Tödi) und die Faltung hätte bei der Intrusion keine wesentliche Rolle gespielt.

2. Die Grünschiefer sind palaeozoischen Alters, die Intrusion der Granite geschah in Verbindung mit der carbonischen Faltung, welche im ganzen Berner Oberland durch die Discordanz des Verrucano erwiesen ist<sup>1</sup>. Von jeher war für mich die carbonische Faltung eine selbständige und bedeutende. Ich kann dieser Intrusion auch die gneissige Structur des Granits, die im centralen Theil des Aarmassivs so stark hervortritt, im Sinne von WEINSCHENK's Piezokrystallisation zuschreiben; vielleicht auch theilweise die Ausbildung der nördlichen Gneisse vom Typus des Innertkirchener granitischen Gneisses, sowie der Augengneisse der südlichen Schieferhülle. Schon früher<sup>2</sup> habe ich das Material unserer Granitgneisszone als „primär nicht gleichartig, sondern in einem gewissen Grade schon differenzirt“ angenommen. Was dann von Gesteinsveränderungen am festen Material der tertiären Faltung zugeschrieben werden muss, ist bekanntlich schwer zu sagen. Hierfür kommen structurelle Veränderungen, wie Bankung, Clivage, Kataklaste und hierdurch ermöglichte chemische Umsetzungen in Betracht. Ob richtungslos struirte, feste, massige Gesteine sich in solche mit vollkommen paralleler Glimmerlage über grosse Räume hin entwickeln konnten, erscheint doch ziemlich zweifelhaft und manches ist auf Conto der Dynamo-

<sup>1</sup> Vergl. Liefg. 20 der Beiträge und Liefg. 24. Abth. 4. Taf. I, II, III.

<sup>2</sup> Vergl. Liefg. 24. Abth. 4 der Beiträge und Comptes rendus du congrès géologique international von 1894. p. 458.

metamorphose geschrieben worden, was primär durch „Piezo-krystallisation“ besser erklärt werden kann.

3. Die Intrusion des Granits geschah bei der Hauptfaltung, welche für die Randgebiete jungmiocän war, in den centraleren Theilen wohl schon viel früher anfang. Diese Möglichkeit lässt sich bei uns vielleicht kaum je erweisen, verdient aber doch Berücksichtigung, wenn es SALOMON gelingen sollte, das alttertiäre Alter der Intrusion in der Adamello-Gruppe einwandfrei festzustellen. Einen Vortheil dieser Hypothese erblicke ich darin, dass manche Schwierigkeiten der Dynamometamorphose wegfallen, welche letztere wir dann nur noch innerhalb bescheidener Grenzen nöthig hätten.

#### Der nördliche Granit des Aarmassivs und seine mechanische Metamorphose.

Vom centralen Granit oder Protogyn ist nach dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse der nördlichere, an Plagioklas reichere Granit (körniger Innertkirchner Gneiss meiner alten Profile<sup>1)</sup> wohl zu unterscheiden. Dieser eruptive Granit bildet bekanntlich, eigenthümlich verändert, die sogen. Gneisskeile am Gstellhorn, Mettenberg, Wetterhorn, Blauberg. Er ist im Aarmassiv nach meiner Ansicht der Ausgangspunkt für eine nüchterne, auf Thatsachen fussende Würdigung der mechanischen, bezw. der Dynamometamorphose; denn hier liegt ein secundärer „mechanischer Contact“ vor, räumlich getrennt von einem älteren primären Contact. SAUER<sup>2</sup> hat den letzteren durch Nachweis von Contactmetamorphosen

<sup>1</sup> Liefg. 24. Abth. 4 der Beiträge Taf. III. Livret-Guide des VI. internationalen Geologencongresses. 1894. Taf. IX Fig. 1.

<sup>2</sup> Geologische Beobachtungen im Aarmassiv. Sitz-Ber. d. Berliner Akad. 1900. 34. Wenn SAUER meint, ich betrachte diesen Innertkirchner Gneiss als sedimentär, so schiebt er gegen Windmühlen, da ich von dieser irrigen Ansicht schon längst zurückgekommen war (vergl. Livret-Guide 1894 und Comptes rendus 1897). Zweifelhaft bleibt mir noch seine Vermuthung, dass alle Schiefer bis nahe vor Guttannen den gepressten Innertkirchner Graniten angehören. Direct bestreiten (sofern ich den Autor richtig verstehe) möchte ich den Ausspruch, dass der Schaftelemarmor primär contactmetamorph sei. Ich halte ihn vielmehr für secundär dynamometamorph und viel später entstanden, da er die Fortsetzung des Pfaffenkopfs ist (Liefg. 20 der Beiträge p. 133). SAUER sagt: Diejenige Kraft,

(Einschlüsse von Kalksilicathornfelsen, Wollastonitfels mit Vesuvian, Pyroxen und Granat) in der Gegend von Innertkirchen und am Sustenpass sichergestellt.

Die Art jener Dynamometamorphose habe ich<sup>1</sup> früher ausführlich, besonders am Gstellihornprofil, dargelegt. WEINSCHENK in seinen interessanten neuen „Grundzügen der Gesteinskunde“ macht p. 137 und 138, wo er gegen die Dynamometamorphose der Westalpen polemisiert, keinen Unterschied zwischen dem centralen Protogyn und dem uns jetzt beschäftigenden Granit der nördlichen Massivzone. Mit Bezug auf ersteren hat er theilweise Recht, betreffend letzteren aber wäre ihm ein Besuch des Gstellihorns zu empfehlen zum Studium der „künstlich construirten Dislocationen!“ WEINSCHENK spricht hier doch etwas wie der Blinde von der Farbe; er wirft die alte Intrusion und die spätere Faltung mit ihren pseudo-eruptiven Erscheinungen in einen Topf. Er übersieht ja vollständig, dass für letzteren Act keine Contactmetamorphose nachgewiesen ist und dass die Sedimente die vermeintlichen Eruptivgänge regelmässig umsäumen.

Hier sei auch noch gesagt, dass ich den „mechanischen Contact“ am Nordrand des Aarmassivs seiner Zeit als eine unter localen Bedingungen und Einflüssen zu Recht bestehende Erscheinung beschrieb, nicht aber daraus eine allgemeine Theorie ableitete, für die ich die Verantwortung, die mir WEINSCHENK in seinem genannten Lehrbuch (p. 132) zuschreibt, ablehne. Allerdings halte ich an der Bedeutung obigen Contactes für die Alpen und ähnliche Kettengebirge fest.

Dass viele Gesteine unter hohem Druck plastisch werden können, wurde von mir schon 1873 in meiner Arbeit über den Glärnisch ausgeführt. Dagegen ist wohl speciell für die

---

welche die Marmorisirung bewirkte, konnte nicht auch die Schieferung hervorbringen; denn „was während des Druckes und durch den Druck sich bildete, wird durch ihn nicht deformirt“. Ich meine, es kommt hier nur auf die Druckgrösse an. Ist Druck, wie hier, im Überschuss vorhanden, so wird der dichte Jurakalk krystallinisch und schieferig. Die Schieferung beruht hier auf einem Ausweichen der Theilchen des stark gewalzten Kalkes, dies konnte ganz gut gleichzeitig mit dem Krystallinischwerden erfolgen.

<sup>1</sup> Liefg. 20 der Beiträge 1880. p. 192 und anderen Orten.

Gneisskeile die Annahme einer latenten Gesteinsplastizität nicht nöthig, da sich ihre eigenthümliche — bald granitische, bald gneissige — Structur durch Kataklyse, Knetung und Umformung unter hohem Druck (also nicht bruchlos) erklären lässt, wie ich ja überhaupt die mechanische Seite der Dynamometamorphose immer stark betont habe. Durch die Kataklyse war dann jene Vervielfältigung der Angriffspunkte gegeben, welche durch Infiltration und chemische Umsetzung unter Mitwirkung des Druckes Sericit, Chlorit, grünliche und andere Substanzen erzeugte, so dass es schwer hält, frische Stücke zu erhalten.

#### Der Lakkolith des Gasterenthalles.

Dem Aletschhornlakkolithen unmittelbar nördlich vorgelagert ist die Masse des Gasterengranits, deren Kenntniss wir hauptsächlich FELLEBERG<sup>1</sup>, mit Beiträgen von C. SCHMIDT, verdanken. Darnach ist dieselbe etwas unregelmässig eiförmig im Umriss, 3 km breit, auf 8 km Länge aufgeschlossen (theoretisch bis zum Breithorn 13 km lang), eugranitisch, in der Decke granitporphyrisch (auch in Gängen), mit einer theilweise gut erhaltenen discordanten Kappe von Verrucano und Dolomit.

FELLEBERG spricht von einem Stock, es handelt sich aber nach seinen Profilen um einen Lakkolithen, der parallel den Schiefen und Sedimenten eingeschaltet ist, gleichsam wie ein aufrechter Brodlaib. Allerdings berichtet FELLEBERG von Intrusionen in die den Lakkolithen auf der Südseite begrenzenden (in der Kappe über Verrucano und Dolomit hinübergestossenen und dann ähnlich wie am Aletschhorn discordant aufgerichteten) Grünschiefer nur wenig. Doch giebt er „Eurit“- (Aplit-) Gänge in ihnen am Gipfelgrat des Birghorn an. Den Verrucano beschreibt er als stellenweise ausgezeichnet conglomeratisch, anderenorts ganz gneissig, das Conglomerat enthält mehrfach Einschlüsse von Gasterengranit (l. c. p. 86 a. a. O.).

SCHMIDT schliesst hieraus auf jungpalaeozoisches Alter, aber jünger als das des Protogyns (wegen der eugranitischen Ausbildung). Ich möchte auch wegen dieser Ausbildung an-

<sup>1</sup> Blatt 18 der geol. Dufour-Karte. Liefg. 21 der Beiträge.



nehmen, der Gasterengranit habe die Piezometamorphose der carbonischen Faltung nicht erlitten. Da er aber doch vor dem Verrucano (Rothliegendem) aufbrach, so fiel seine Bildung muthmaasslich in die Zeit nach der carbonischen Faltung und vor Absatz des Verrucano.

Schon vor vielen Jahren habe ich den Granit der nördlichen Gneisszone (körniger Innertkirchner Gneiss) hypothetisch als ein Aequivalent des Gasterengranits aufgefasst<sup>1</sup>. Beiden gemeinsam ist der im Verhältniss zum Protogyngranit höhere Plagioklasgehalt, der geringere Kieselsäuregehalt; die Summe von Thonerde und Eisenoxyd ist bei beiden gleich. Man vergleiche die Charakteristik und Analyse des nördlichen Granits in Liefg. 20 p. 23 No. 8, 9, 13 und p. 27 No. 2. Den hohen Plagioklasgehalt hebt aber auch SCHMIDT für die zweite Gasterengranitvarietät hervor<sup>2</sup>. Wie ferner im Gasterengranit porphyrische Facies auftritt, so auch beim nördlichen Granit (Windgälle, Gornerenthal nach A. MÜLLER). Ich besitze vom Gornerenthal auch Dünnschliffe von aus Quarzporphyr hervorgegangenen Porphyroiden. Die genannte Hypothese bedarf immerhin weiterer Prüfung.

Demnach sind also im Westflügel des Aarmassivs zwei Lakkolithen erkannt, der Aletschhorn- und der Gasterenlakkolith. Ersterer setzt sich in die stärker durch Piezometamorphose beeinflusstere Lakkolithen des mittleren und östlichen Aarmassivs fort, letzterer hat seine Fortsetzung vermuthlich in der nördlichen bis zur Reuss reichenden Granitzone, wo er dann aber ausser durch Piezokrystallisation auch durch Dynamometamorphose stark verändert ist.

#### Ueber das Auftreten von Protogyngranitgeröllen im Verrucanoconglomerat der Nordseite der Alpen.

Dieses Auftreten wird neuerlich von SALOMON<sup>3</sup>, der sich dabei auch auf SAUER beruft, rundweg verneint. Solche charakterlosen granitischen Gerölle, so meint er, könnten ebensogut „aus dem Schwarzwald, oder den Vogesen, oder

<sup>1</sup> Comptes rendus des internat. Geologencongresses 1894. p. 456.

<sup>2</sup> Liefg. 21. p. 41. Vergl. auch Analyse. 1. 45 von DUPARC.

<sup>3</sup> Neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St. Gotthard. Sitz.-Ber. preuss. Akad. d. Wissensch. 1899. 3. 46 ff.

aus tief unter der Poebene vergrabenen Massen abstammen“. Thatsächlich sind diese von MILCH<sup>1</sup> als Protogyngranit bezeichneten kleinen Gerölle nach seiner Beschreibung recht gut als Protogyngranite erkennbar, wenn auch nach neuerlichen brieflichen Mittheilungen des Autors deren petrographische Identität Mangels individueller Züge sich nicht absolut beweisen lasse. „Dagegen glaube ich,“ so fährt MILCH fort, „bestimmt, dass dieser Granit aus der nächsten Nähe stammt. Er ist quantitativ am meisten am Aufbau des Verrucano theiligt (l. c. 2. 45); nächstdem spielt der von mir im Gebiet anstehend aufgefundene Quarzporphyr als Geröll die grösste Rolle; Porphyrit entdeckte ich im Conglomerat und anstehend (l. c. 2. 1—9); auch Melaphyr, der allerdings im Conglomerat zurücktritt, steht daselbst an; andere Gesteinsarten sind im Verhältniss zu den genannten nur untergeordnet, die meisten fast nur als Seltenheiten vorhanden. Wenn das Material zum Verrucano von weither, von Norden oder Süden, stammen würde, müsste es doch wohl abwechslungsreicher sein und könnte selbst bei Vorwiegen des Granites nicht diese Einförmigkeit in der Structur dieser Gesteinsart zeigen, da doch gewaltige Granitgebiete das Material geliefert hätten. Da aber für Porphyr, Porphyrit etc. der Nachweis des Anstehens in dem Gebiet selbst erbracht ist, spricht doch mindestens die Wahrscheinlichkeit dafür, dass man die Heimat des Hauptmaterials nicht in der Ferne suchen dürfe, um so weniger, als ganze Bänke nur aus ihm bestehen.“ Somit kann sich SALOMON doch eigentlich nicht so nachdrücklich auf MILCH's Untersuchungen berufen und die Frage, weit davon erledigt zu sein, bedarf, wie mir scheint, noch weiterer Studien. Z. B. würden sich für diesen Zweck die Verrucanoconglomerate von Valorcine und Outrerhone eignen. Auch die Analogie mit dem Gasterengranit führenden Verrucanoconglomerat im Gasterenthal (Fellenberg) macht eine vorsichtige Behandlung dieser Frage wünschenswerth.

---

<sup>1</sup> Beiträge zur Kenntniss des Verrucano. II. Theil.

## Das Alter, die Entstehung und Zerstörung der Salzburger Nagelfluh.

Von

**Hans Crammer in Salzburg.**

---

Links von der Salzach erhebt sich über die Stadt Salzburg der Mönchsberg. Seine z. Th. künstlich hergestellten verticalen Felswände und der durch den Berg geführte Strassentunnel, das Neuthor, zeigen überall schräg einfallendes, regelmässig geschichtetes Conglomerat. Aus demselben gleichaltrigen Gestein bestehen ferner der in nächster Nähe befindliche Rainberg und der in grösserer Entfernung südlich von Salzburg liegende Hügel von Hellbrunn. Man ist zwar einig darüber, dass alle diese Berge Reste einer einst weit ausgebreiteten, zusammenhängenden Conglomeratdecke sind, die wir Salzburger Nagelfluh nennen, doch gehen die Meinungen über das Alter, die Entstehungsweise und die Zerstörung dieser Decke auseinander.

Erst in letzter Zeit schrieben zwei Vertreter der einander entgegenstehenden Ansichten über dieses Thema. EBERHARD FUGGER veröffentlichte im Vorjahre eine Schrift unter dem Titel: „Zur Geologie des Rainberges“ im XLI. Band der Mittheilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, und ALBRECHT PENCK behandelt „Die Salzburger Nagelfluh“ in seinem eben erscheinenden Werke: Die Alpen im Eiszeitalter.

FUGGER spricht von einem ziemlich hochliegenden Aufschluss an der Südostecke des Rainberges, dessen Lage er ganz genau angiebt. Hier hat er mit CARL ABERLE wieder-

holt gesehen, dass der Nierenthaler Mergel, welcher das Hangendste der Kreideformation bildet, unmittelbar, also ohne jede Zwischenschicht von einem feinkörnigen Sandstein und dieser ebenso unmittelbar ohne Zwischenlagerung von dem Rainbergconglomerat überlagert wird. Im Jahre 1900 wurde auf der Höhe des Rainberges, also auf der Oberkante des Conglomerates ein von Grundmoräne überlagerter Gletscherschliff entdeckt. Es muss folglich, als der Schliff entstand, das Conglomerat schon gut verfestigt gewesen sein. Dazu war aber der Zeitraum selbst von der ältesten Interglacialzeit bis zur jüngsten Eiszeit zu kurz. So schliessend und sich auf die Neigung und Concordanz sämtlicher Schichten des Rainberges stützend, glaubt FUGGER mit Recht behaupten zu können, das Conglomerat des Rainberges und mit ihm auch das des Mönchsberges gehöre dem jüngeren Tertiär an.

PENCK hingegen theilt mit, er habe im Jahre 1899 unter den vorspringenden Conglomeratwänden des Rainberges aus der hangenden Partie des Mergels eine Anzahl typisch gekritzter Geschiebe hervorgeholt. Er hält es für ausgeschlossen, dass diese Geschiebe vielleicht erst nach Ablagerung des Conglomerates eingepresst wurden. Die ganze Art ihres Auftretens macht sicher, dass die gekritzten Geschiebe vor Ablagerung der Nagelfluh in die obersten Lagen des Mergels eingeknetet wurden. Im Widerspruch mit FUGGER schliesst daher PENCK auf das interglaciale Alter der Rainberg- und somit auch der Salzburger Nagelfluh überhaupt. — Den von FUGGER gemachten Einwand, auf einer quartären Schotterablagerung könnte wegen zu geringer Verfestigung kein Gletscherschliff entstanden sein, widerlegt PENCK durch den Hinweis, dass gar nicht selten ältere Quartärbildungen unter jüngeren geschrammt sind.

Sowohl Professor FUGGER wie PENCK zeigten mir im Jahre 1902 persönlich den Ort, wo jeder von ihnen die oben mitgetheilten Beobachtungen gemacht hatte. Da stellte sich heraus, dass beide Herren ganz genau an ein und derselben Stelle waren. PENCK fand auch in meiner Gegenwart unter dem feinkörnigen Sandstein etliche gekritzte Geschiebe. Er ersuchte mich, den sehr schlechten Aufschluss für eine Excursion des nächstjährigen internationalen Geologencongresses

verbessern zu lassen. Diesem Wunsche kam ich nach. Bei der Grabung machte ich folgenden Befund.

An der Südostecke des Rainberges, wo die strittige Stelle liegt, bildet das Conglomerat eine Wand, an deren Fuss sich ein ziemlich steiler, mit Gras und Strauchwerk bewachsener Hang anschliesst. In den untersten Partien wird das Conglomerat von einigen Sandsteinschichten abgelöst. Im Hange liess ich einen bis zu 1,6 m tiefen Einschnitt von 4 m Länge in der Richtung senkrecht gegen die Wand herstellen. Dadurch wurde der Sandstein 1 m weit unterfahren. Weiter hineinzugraben war nicht rätlich, weil das Nachsitzen der Sandsteinbänke zu befürchten war. Nach Abhebung einer etwa 1 dm dicken Humusschichte wurde aus dem ganzen Einschnitt nur Grundmoräne gefördert. Nirgends, auch nicht unter dem Sandstein, stiess ich auf anstehendes Gestein. Die Zusammensetzung der Moräne war jedoch derart, dass man bei einem weniger guten Aufschluss in der That die gekritzten Geschiebe übersehen und die Moräne wegen ihres reichen Gehaltes an Mergelgeschieben für anstehenden Mergel halten konnte. So ist der Widerspruch in den Beobachtungen FUGGER's und PENCCK's erklärlich.

Ausser den Mergelgeschieben und dem zum Schlamm zerriebenen Mergel enthält die Moräne, wie schon gesagt, deutlich gekritzte Kalkgeschiebe, dann Geschiebe aus ortsfremdem, sehr feinkörnigem Sandstein und Geschiebe aus einem hier nicht anstehenden dichten Conglomerat. Von Bedeutung ist, dass ich in der Moräne kein einziges Stück von der einst weithin verbreiteten Salzburger Nagelfluh finden konnte, obgleich ich sehr sorgfältig danach suchte.

Unter dem anstehenden Sandstein enthielt die Grundmoräne einen harten Felsblock von 1,5 m Durchmesser, dessen Entfernung eine schwere Arbeit war. Gleich hinter diesem Block traf ich einen zweiten, noch grösseren an, der ohne Sprengung nicht fortzuschaffen war. Auch aus diesem Grunde stellte ich die Arbeit ein.

Der Aufschluss, wie er jetzt ist, reicht also nur 1 m weit unter den anstehenden Fels hinein. Es mag daher vielleicht von Gegnern immer noch behauptet werden, die Moräne bilde nicht das Liegende, sondern sie sei bloss ein Stück weit

unter das schon bestandene Conglomerat in eine Hohlkehle gepresst worden. Dieser Behauptung widerspricht aber das Fehlen von Geschieben aus Salzburger Nagelfluh, welche letztere in der Moräne ziemlich zahlreich enthalten sein müssten, wenn diese nach der Nagelfluh abgelagert worden wäre. Gegen die Einpressung der Moräne spricht ferner auch der Umstand, dass die Moräne unter dem weichen anstehenden Sandstein, von dem man an frisch entblösten Stellen mit dem Finger Sand abreiben kann, harte Geschiebe bis zu 2 m Durchmesser enthält. Bei einer erfolgten Einpressung hätten diese Geschiebe vom Sandstein Stücke absprengen müssen, welche sich entweder im Ganzen oder zu Sand zerrieben in der Contactzone der Moräne wieder zeigen müssten. Auch müsste die Unterseite des Sandsteins Spuren gewaltsamer Bearbeitung aufweisen. Weder das Eine noch das Andere ist der Fall.

Während der ganzen Dauer der Grabung behielt ich die Contactfläche zwischen Moräne und Sandstein im Auge. Sie bildet eine scharfe, flach gewellte Grenze zwischen beiden Ablagerungen. Mehrere kleine, meist nur einige Millimeter hohe Steinchen, die nach ihrer Form, Grösse und petrographischen Beschaffenheit zur Moräne gehören, sah ich mit ihrer unteren Hälfte im Moränenschlamm, mit ihrer oberen im Sandstein stecken. Das gleiche galt auch von einem 10 cm langen, walzenförmigen Geschiebe, welches ganz aufrecht gestellt war. Wäre auch die Moräne unter den Sandstein gepresst worden, so hätten dennoch die kleinen, in weichem Moränenschlamm gebetteten Steine und Steinchen nicht in dieser Weise in den härteren Sandstein eindringen können. Auffällig ist, dass auf keinem der in den Sandstein ragenden Steine Schlamm lag, während sich solcher sonst überall dazwischen an der Contactfläche unter dem Sandstein vorfand.

All das erkläre ich mir so: Zuerst wurde die Moräne abgelagert. Nachdem sie vom Eise verlassen war, wurde sie oberflächlich durch schwach darüberströmendes Wasser zum Theil ihres Schlammes beraubt. Die Oberseiten hochliegender Steinchen wurden entblöst, während der Schlamm dazwischen in den geschützten Vertiefungen liegen blieb. Später brachte das Wasser feinen Sand, in welchem die abgewaschenen Stein-

chen begraben wurden. Endlich kam über dem Sand Schotter zu liegen. Sand und Schotter verfestigten sich schliesslich zu Sandstein und Conglomerat.

Diese Vorgänge (die Verfestigung der Ablagerungen ausgenommen) konnten nur in einem See stattfinden, der nach einem Rückzuge des Salzachgletschers das Salzburger Becken erfüllte. Der See entstand, indem sich die Salzach in das vom Gletscher erodirte Zungenbecken ergoss. Ausserdem wurde nach PENCK das Wasser durch einen im Vorlande liegenden, geschlossenen Endmoränenwall noch höher gestaut. Wo die Salzach in den See mündete, schüttete sie ein Delta auf. Infolge der abnehmenden Strömung blieben die gröberen Salzachgerölle gleich beim Eintritt in den See liegen, während die kleineren Gerölle, besonders der Sand, erst weiter drinnen im See zur Ruhe kamen. Noch weiter von der Flussmündung entfernt, war aber die Strömung nur mehr so stark, dass sie eben noch feinen Schlamm von der Oberfläche der Grundmoräne hinwegzuspülen vermochte. — Mit dem seawärtigen Anwachsen des Deltas wurde aber an dieser Stelle die Strömung mit der Zeit kräftiger und kräftiger. Sie brachte dann Sand und später Gerölle daher. Es entstand über der Moräne eine schräggeschichtete Sand- und Schotterablagerung, deren Reste uns heute noch im verfestigten Zustand als Salzburger Nagelfluh vorliegen.

PENCK erwähnt, dass diese Nagelfluh an verschiedenen Orten nach verschiedenen Richtungen einfällt. Aber nicht nur das, sondern auch die Regelmässigkeit der Schichtung, welche es ermöglicht, am Rainberg wie am Mönchsberg ebene Schichtflächen auf weitere Strecken hin ununterbrochen zu verfolgen, lässt auf eine Deltabildung schliessen. Die Ablagerungen im Bette eines verwilderten Gebirgsflusses, wie es die Salzach war, können nie so regelmässig geschichtet sein.

Nach Beendigung der Grabung an der Südostecke suchte ich am Rainberg nach anderen Moränenaufrissen. Einen solchen fand ich an der Nordostwand des Rainberges, mit welcher dieser gegen die Gründe der Sternbrauerei in der Vorstadt Riedenburg abfällt<sup>1</sup>. Diese verticale Wand ist künst-

<sup>1</sup> Man sehe die Karte des Rainberges 1:2500 von G. v. PELIKAN. Mittheilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde. Bd. XL. 1900.

lich hergestellt. In ihrem oberen Theil ist sie glatt bearbeitet, während man im unteren noch die durch Sprengung erzeugten Bruchflächen sieht. Der glatte Wandtheil wurde schon zur Zeit der Herrschaft der Fürsterzbischöfe über das Land Salzburg geschaffen. Ihr unterer, rauher Theil entstand aber erst in jüngster Zeit, indem man den Abbau des Conglomerates zu Bauzwecken fortsetzte. Der Bruch wurde schliesslich aufgelassen, weil man in seinem südöstlichen Theil ziemlich hoch über der Thalsohle auf minderwerthiges, weniger festes, sandiges Conglomerat stiess, im nordwestlichen Theile aber, wohin sich die Schichten senken, die Thalsohle erreichte. Es blieb also im Südosten des Bruches ein an die Felswand gelehnter Hügel stehen. Er war bis vor ganz kurzer Zeit von dem beim Steinbrechen abgefallenen Kleinmaterial und auch von grösseren Blöcken bedeckt, die wegen ihrer mürberen Beschaffenheit von weiterer Verwendung ausgeschieden worden sind. Um Bauplatz zu gewinnen, wird gegenwärtig der Hügel entfernt. Der ihm oberflächlich auflagernde Schutt ist bereits so weit fortgeschafft, dass man den natürlichen Aufbau des Hügels erkennen kann. Wo sich der Hügel an die künstliche Felswand anlegt, besteht er aus zwei stehengelassenen Conglomeratresten, die aus der Wand vorspringen und mit dieser einheitlich verwachsen sind. Sonst lugt überall an den vom Schutt befreiten Stellen Grundmoräne hervor, welche hinsichtlich ihrer Zusammensetzung mit der früher beschriebenen an der Südostecke des Berges identisch ist. Auch hier im Bruche fehlen der Moräne Geschiebe aus Salzburger Nagelfluh.

Es ist die Frage zu entscheiden: Setzen sich die beiden Conglomeratreste, welche unseren Hügel krönen, nach abwärts in den Hügel hinein fort, oder bilden sie nur Kappen, die dem Hügel aufgesetzt sind? Mit anderen Worten: Ist die Moräne der Nagelfluh nur angelagert oder schiesst die Moräne unter das Conglomerat ein?

Beim südlichen Reste ist die Überlagerung der Moräne durch das Conglomerat auf gut 1 m Länge deutlich zu sehen. Auch hier machte ich die Wahrnehmung, dass ein an der Contactfläche liegendes, grösseres Moränengeschiebe in das darüberlagernde Conglomerat eingreift. Auf seiner Oberseite liegt kein Schlamm, sondern eine  $\frac{1}{4}$  cm dicke Lage



lichtgrauen, gewaschenen Sandes. Darüber folgt sandiges Conglomerat.

Beim nördlichen Reste stak ein 2 m<sup>3</sup> fassendes, kugelförmiges Mergelgeschiebe mit seinem Untertheil in der Moräne. Seine Oberseite lag frei; denn das Conglomerat das bis vor ganz kurzer Zeit darauf lag, war abgesprengt worden. Mit einer Seite lehnte sich der Mergelblock aber noch dicht an das Conglomerat. Die ganze sichtbare Oberfläche des Geschiebes war gut gerundet, was durch das weiche Material und den Transport unter dem Eise bedingt ist. Um die Contactfläche zwischen dem Block und dem Conglomerat zu sehen, habe ich den Block zerschlagen lassen. Er war auch gegen den Fels hin schön gerundet und passte vollkommen genau in die Höhlung des an dieser Stelle recht festen Conglomerates. Es ist ganz undenkbar, dass das weiche Mergelgeschiebe die Höhlung in dem harten Conglomerat ausgerieben oder eingedrückt hat. Ebenso ist es ausgeschlossen, dass der Mergelblock in eine Höhlung des schon bestehenden Conglomerates eingepresst wurde und dabei deren Formen annahm; denn in diesem Falle müsste der Mergel zum Mindesten in der Contactzone zermalmt sein, was nicht der Fall ist. Es kann sich somit der Vorgang nur so abgespielt haben, dass der Block unter losem Schotter verschüttet wurde, der sich später zu Nagelfluh verkittete. Wir haben also einen Negativabguss eines Mergelgeschiebes in Nagelfluh vor uns. Alle eben angeführten Befunde beweisen wieder das höhere Alter der Moräne gegenüber den Nagelfluh.

Der beste Beweis dafür ergibt sich aber aus Folgendem: Auf der Oberfläche unseres Hügels ist die Grundmoräne auch zwischen den beiden ihn krönenden Nagelfluhresten und zwar in zusammenhängender Fläche blossgelegt. Diese Fläche bildet einen Streifen, der, senkrecht gegen die Felswand gemessen, eine Breite bis zu 8 m hat. Herr JAKOB CECONI, der ehemalige Besitzer des Steinbruches, sagte mir nun an Ort und Stelle, wodurch ein Missverständniss ausgeschlossen ist, dass dieser Streifen in seiner ganzen Breite von anstehendem Conglomerat überdeckt war. Erst in der Zeit, in welcher der Bruch in CECONI's Besitz war, wurde hier das Conglomerat bis auf die Moräne abgebaut. Der im Bruche

seit Jahren beschäftigte Polier bestätigte die Aussage seines Herrn vollinhaltlich. Übrigens zeugt die ganze Situation für eine solche Sachlage.

Der Polier fügte nur hinzu, dass das abgetragene Conglomerat durch Risse, welche zur jetzigen Felswand parallel verliefen, in verticale Platten zertheilt war. Genau dieselbe Zertheilung ist heute noch im Nagelfluhvorsprung nördlich der blossgelegten Moränenfläche zu sehen. Dort zählte ich fünf zu einander parallele, hintereinander befindliche Risse. Es besteht aber nicht der geringste Zweifel, dass trotzdem anstehender Fels und kein Haufwerk von Trümmern vorliegt, da sich die Schichtung von einer Platte zur anderen über die Risse hinweg vollkommen ungestört bis in die Wand fortsetzt. Es sei dies ganz ausdrücklich betont.

Die Entstehung der Risse ist leicht erklärlich. Hier liegt unter der Nagelfluh nachgiebige Moräne, die am Tage austreicht. Sie wird darum durch die Last der Nagelfluh etwas herausgedrückt. Dadurch verliert die Nagelfluh am Rande ihre Unterlage und es entstehen in ihr die beobachteten Risse.

Es ist also sicher, dass sich die Moräne mindestens 8 m weit unter die anstehende Nagelfluh erstreckte. Eine Einpressung von Moräne so weit unter ein Gestein, gehört in das Bereich der Unmöglichkeit.

Zum Schluss einige Worte über die Zerstörung der Nagelfluhdecke. WÄHNER, welcher der Salzburger Nagelfluh ein höheres Alter zuschreibt, führt tektonische Vorgänge ins Treffen. Wir haben aber das jugendliche Alter der Nagelfluh erkannt und gesehen, dass ihre schräge Schichtstellung ursprünglich, und nicht auf tektonische Störungen zurückzuführen ist<sup>1</sup>. Suchen wir an den noch vorhandenen Resten nach den Spuren jener Kräfte, welche sich an der Zerstörung der Nagelfluhdecke betheiligten, so finden wir zweierlei. Die schöne Concave, nach welcher der Mönchsberg steilwandig gegen die Altstadt abfällt, weist auf Wassererosion hin. Die Wand entstand, als die Wellen der Salzach den Fuss des Mönchberges bespülten und durch seitliche Erosion unter-

---

<sup>1</sup> s. hierüber A. PENCK: Die Alpen im Eiszeitalter. 1902. S. 161—166.

gruben. Es entstanden überhängende Stellen der Nagelfluh, die zeitweilig in Form verticaler Platten abbrachen und deren Trümmer das Wasser entführte.

Der Schliff auf dem Rainberg beweist die Abtragung der Nagelfluh durch Eiserosion. Dieser Schliff, der leider bereits abgesprengt ist, bot besonderes Interesse, da er anschaulich machte, in welcher Weise das Eis erodirte. Wo die Nagelfluh aus ziemlich gleich harten Geschieben zusammengesetzt war, war auch ihre Abnutzung gleichmässig. Der im Sonnenschein glänzende Schliff war da eben. Wo aber in der Nagelfluh härtere Gesteine staken, leisteten diese der Abschleifung grösseren Widerstand als ihre weichere Umgebung. Das war vielfach zu sehen. Beispielsweise überragte ein hartes Geschiebe von 2 dm Durchmesser seine Umgebung um 6 cm. An der Stossseite, wie an den beiden Seitenflächen lag es frei. An den Leeseiten schloss sich aber einem jeden dieser harten Geschiebe ein Riedel aus weicherer Nagelfluh an, der im Schutze des vorliegenden harten Geschiebes stehen blieb. Ich habe Riedel bis zu 50 cm Länge gemessen. Die Richtung der Riedel stimmte ganz überein mit jener der Kritzte auf der Oberseite der harten Gerölle. Es ist klar, dass durch die fortgesetzte Abschleifung die harten Geschiebe immer mehr und mehr herausgearbeitet wurden, bis endlich ihr Zusammenhang mit dem anstehenden Fels zu schwach wurde, und die Geschiebe ausbrachen. Der Riedel aus weicherem Stein dahinter konnte nun auch nicht mehr lange Stand halten. Beim vorhin erwähnten Ausbrechen sind manchmal Partien anstehenden Gesteins mitgegangen, was ich aus einem 3 dm tiefen Loch mitten im Schlicke schliesse, folglich beschränkte sich die erodirende Wirkung des Eises nicht nur auf die Abschleifung der Nagelfluh. Das Ausbrechen von Gesteinsstücken beschleunigte die Abtragung des Conglomerates wesentlich.

Es ist auffällig, dass die Reste der Salzburger Nagelfluh, sowohl am Mönchsberg, wie am Hellbrunnerhügel an Erhebungen aus älterem Gestein gebunden sind, welche den heutigen Thalboden überragen. So schliesst sich das Mönchsbergconglomerat unmittelbar an den ihn überragenden Festungsberg an, der aus Hauptdolomit besteht. Der Hellbrunner-

hügel ist zwar ein vollständiger Conglomeratberg, aber es sind da zwei Conglomerate verschiedenen Alters zu unterscheiden. Die Hauptmasse des Berges bildet die uns wohlbekannte Salzburger Nagelfluh. Darunter streicht in der südlichen Hälfte der Ostseite, sowie an der Südecke des Berges über der Thalsole Gosaconglomerat aus. — Endlich lehnt sich nach einer mündlichen Mittheilung FUGGER's auch an den Nummulitenkalkhügel von Morzg ein kleiner Nagelfluhrest an. In allen diesen Fällen schliesst sich die Salzburger Nagelfluh den älteren Erhebungen in der Richtung thalabwärts an, also in der Richtung, in der das Wasser floss, und in der sich das Eis des Salzachgletschers bewegte. Der Gedanke liegt daher nahe, die heute noch vorhandenen Nagelfluhreste erhielten sich gegen die Wasser- und Eiserosion, weil sie im Schutze älterer und widerstandsfähiger Gesteinshügel lagen. Es sind das Vorgänge, welche mit den kleinen am Rainbergschliffe besprochenen analog sind.

Ob sich die Rainbergnagelfluh auch im Schutze des Festungsberges erhielt, oder ob am Rainberge eigene Verhältnisse obwalteten, vermag ich gegenwärtig noch nicht zu entscheiden.

---

In der E. Schweizerbart'schen Verlagshandlung (E. Nägele)  
in Stuttgart ist ferner erschienen:

# **Lethaea geognostica**

oder

**Beschreibung und Abbildung**

der

**für die Gebirgsformation bezeichnendsten Versteinerungen.**

Herausgegeben von einer Vereinigung von Palaeontologen.

**I. Theil: Lethaea palaeozoica**

von

**Ferd. Roemer, fortgesetzt von Fritz Frech.**

Textband I. Mit 226 Figuren und 2 Tafeln. gr. 8°. 1880. 1897.  
(IV. 688 S.) Preis Mk. 38.—.

Textband II. 1. Liefg. Mit 31 Figuren, 13 Tafeln und 3 Karten.  
gr. 8°. 1897. (256 S.) Preis Mk. 24.—.

Textband II. 2. Liefg. Mit 99 Figuren, 9 Tafeln und 3 Karten.  
gr. 8°. 1899. (177 S.) Preis Mk. 24.—.

Textband II. 3. Liefg. Mit 13 Tafeln und 235 Figuren. gr. 8°.  
1901. (144 S.) Preis Mk. 24.—.

Textband II. 4. Liefg. Mit 186 Figuren. gr. 8°. 1902. (210 S.  
und viele Nachträge.) Preis Mk. 28.—.

Atlas. Mit 62 Tafeln. gr. 8°. 1876. Cart. Preis Mk. 28.—.

---

Ueber

## **Medusen aus dem Solenhofer Schiefer**

und

**der unteren Kreide der Karpathen**

von

**Dr. Otto Maass.**

4°. 1902. Mit 2 Tafeln. — Preis Mk. 8.—.

---

Die

## **Fauna der obersten weissen Kreide der libyschen Wüste**

von

**Dr. Joh. Wanner.**

4°. 1902. 64 S. Mit 7 Tafeln. — Preis Mk. 24.—.

---

Die

## **Meer-Crocodilier (Thalattosuchia) des oberen Jura**

von Prof. **E. Fraas.**

4°. 1902. 71 S. Mit 8 Tafeln. — Preis Mk. 20.—.

---

## Inhalt des zweiten Heftes.

	Seite
Sturm, F.: Das sudetische Erdbeben vom 10. Januar 1901. (Mit Taf. VII und VIII.) . . . . .	199
Schultz, W.: Beiträge zur Kenntniss der Basalte aus der Gegend von Homberg a. Efze. (Mit Taf. IX bis XII und 3 Figuren.) . . . . .	241
Baltzer, A.: Die granitischen Intrusivmassen des Aarmassivs. (Mit Taf. XIII—XVI und 7 Figuren.) .	292
Crammer, H.: Das Alter, die Entstehung und Zerstörung der Salzburger Nagelfluh . . . . .	325

## Mikroskopische Strukturbilder der Massengesteine in farbigen Lithographien

herausgegeben von

**Dr. Fritz Berwerth,**

o. ö. Professor der Petrographie an der Universität in Wien.

32 lithographirte Tafeln. — Preis Mk. 80.—.

## Reports of the Princeton University Expedition to Patagonia, 1896—1899.

Edited by

**William B. Scott**

Blair Professor of Geology and Palaeontology, Princeton University.

6 Bände. gr. 4° mit je 20—50 schwarzen und farbigen Tafeln.

**Preis:** Bei Abnahme des ganzen Werkes per Band Mk. 70.—. Einzelne Bände Mk. 84.—.

Bisher erschienen:

Vol. IV. Palaeontology I.

Part I: The Marine Cretaceous Invertebrates, by Dr. T. W. STANTON,  
p. 1—43, Pl. I—X.

Part II: Tertiary Invertebrates, by Dr. A. E. ORTMANN. p. 44—332,  
Pl. XI—XXXIX.

(Einzelne Theile sind nicht käuflich.)

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

1. April 1903.

# Neues Jahrbuch

für

## Mineralogie, Geologie und Palaeontologie.

Unter Mitwirkung einer Anzahl von Fachgenossen

herausgegeben von

**M. Bauer, E. Koken, Th. Liebisch**

in Marburg.

in Tübingen.

in Göttingen.

### **XVI. Beilage-Band.**

Drittes Heft.

Mit Taf. XVII. XVIII und 86 Figuren.



STUTTGART.

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Nägele).

1903.

In der E. Schweizerbart'schen Verlagshandlung (E. Nägele)  
in Stuttgart erscheint:

# Centralblatt

für

## Mineralogie, Geologie und Palaeontologie

in Verbindung mit dem

### Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie

herausgegeben von

M. Bauer, E. Koken, Th. Liebisch

in Marburg.

in Tübingen.

in Göttingen.

== Jährlich erscheinen 24 Nummern. Preis Mk. 12.—. ==

Abonnenten des Neuen Jahrbuchs erhalten das Centralblatt unberechnet.

Infolge der reichlich einlaufenden und vielseitigen Beiträge erfreut sich das „Centralblatt“ des stetig wachsenden, lebhaften Interesses aller Fachkreise des In- und Auslandes, ein Beweis, welche lang empfundene Lücke es ausgefüllt hat.

Trotz des reichlichen Stoffes können in eiligen Fällen Briefliche Mittheilungen etc. innerhalb 14 Tagen, von einer zur andern Nummer, publicirt werden.

Ferner finden Anzeigen bezüglich Assistentenstellen oder sonstige Bekanntmachungen, Annoncen über Sammlungen, neu erschienene Fachliteratur etc. etc. durch das „Centralblatt“ die schnellste und weiteste Verbreitung.

Die

## Ammoniten des Schwäbischen Jura

von

Fr. Aug. Quenstedt.

Band I—III.

Mit 1140 Seiten in 8<sup>o</sup> und 126 Tafeln in Folio.

Preis für Band I—III statt Mk. 210.— jetzt Mk. 120.—.

Die

## Bildung des Natronsalpeters aus Mutterlaugensalzen

von

Dr. Carl Ochsenius.

8<sup>o</sup>. Mit 1 Karte. — Preis Mk. 5.—.



## Die regelmässigen Verwachsungen von Mineralen verschiedener Art.

Von

**O. Mügge** in Königsberg i. Pr.

Mit 82 Figuren.

Die regelmässigen Verwachsungen von Mineralen verschiedener Art haben seit dem Aufsätze SADEBECK's in Pogg. Ann. Ergänzungsbd. 8. 659. 1878 keine Zusammenstellung, und eine eingehendere Discussion überhaupt noch nicht erfahren. SADEBECK's Übersicht war nur eine gelegentliche, auch keine vollständige<sup>1</sup>, ausserdem sind seit jener Zeit eine erhebliche Anzahl neuer regelmässiger Verwachsungen bekannt geworden, sowohl von natürlichen wie künstlichen Krystallen. Die Leichtigkeit, mit der manche der letzteren erhalten werden können, berechtigt zu der Meinung, dass solche Verwachsungen keineswegs gewissermaassen nur ausnahmsweise entstehen, dass sie demnach eine grössere Aufmerksamkeit verdienen, als ihnen bisher zu Theil geworden ist.

In der folgenden Zusammenstellung habe ich mich auf die Verwachsungen von Mineralen miteinander und mit einigen wenigen künstlichen Krystallen beschränkt, solche künstlicher Krystalle unter sich nicht berücksichtigt, letzteres nicht etwa deshalb, weil ich diese für weniger wichtig halte — ich glaube vielmehr, dass sie für das Studium der Entstehung und Bedeutung solcher Verwachsungen zunächst

---

<sup>1</sup> Von den hier behandelten ca. 70 Verwachsungen sind bei SADEBECK nur 18 aufgeführt, obwohl bereits damals nahe doppelt so viele bekannt waren.

sogar die bessere Handhabe bieten werden —, sondern weil die krystallographischen Untersuchungen an ihnen vielfach zu wünschen übrig lassen. Sie beruhen zum grossen Theil auf nur mikroskopischen Beobachtungen, und vielfach ist nicht einmal die Krystallform der Componenten einigermaassen vollständig bekannt, eine Definition des Verwachsungsgesetzes daher unmöglich.

Von der Zusammenstellung ausgeschlossen sind ferner alle isomorphen Verwachsungen und Umwachsungen, deren Abgrenzung von den Verwachsungen nicht isomorpher aber doch verwandter Substanzen allerdings nicht ganz sicher ist. Im Allgemeinen sind aber Verwachsungen chemisch und krystallographisch nahe verwandter Substanzen nicht aufgenommen, wenn sie derselben Symmetriegruppe angehören, wohl aber, wenn sie von verschiedener Symmetrie sind, indem ich von der Ansicht ausging, dass eine stetige Änderung der geometrischen und physikalischen Constanten, wie sie für Glieder einer isomorphen Mischungsreihe gefordert wird, mit der Verschiedenheit der Symmetrie ihrer Endglieder in Strenge nicht verträglich ist. Weiter sind nicht berücksichtigt die regelmässigen Verwachsungen der Modificationen polymorpher Substanzen, soweit sie auf Umlagerung im festen Zustande (eigentlicher Paramorphose) beruhen, dagegen sind sie aufgenommen, wenn die eine Modification aus Lösung oder Schmelzfluss auf der anderen zum Absatz gelangte. Die regelmässigen Verwachsungen der beiden Modificationen enantiomorpher Krystalle endlich sind fortgelassen, da sie sich wohl näher den Zwillingsverwachsungen gleichartiger Krystalle anschliessen.

Hinsichtlich der übrigen habe ich Vollständigkeit angestrebt; da aber die Literatur über diese bisher nur gelegentlich behandelten Erscheinungen ganz ausserordentlich zerstreut und vielfach in Aufsätzen ganz verschiedener Art versteckt ist, zweifle ich nicht, dass mir einiges entgangen sein kann und werde für jede Ergänzung dankbar sein, bemerke aber, dass alle sogen. „halbregelmässigen“ Verwachsungen und alle, deren Verwachsungsgesetz nicht hinreichend sicher festgestellt ist, absichtlich ausgelassen sind. Manche davon, welche der näheren Untersuchung werth erscheinen,

sind anhangsweise in kleinerem Drucke aufgeführt. Auch unter den aufgenommenen mögen immerhin noch einige unsichere sein, namentlich solche in der älteren Literatur angegebene, welche seitdem nicht mehr beobachtet sind. Von den ca. 70 sicher bekannten Verwachsungen sind mir nur einige vierzig in natura bekannt geworden.

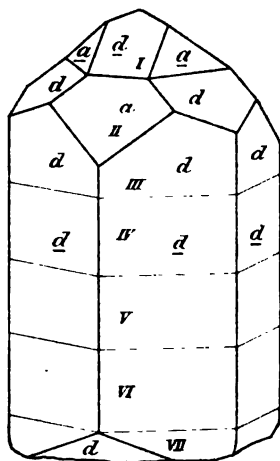
Für die Anordnung war das Krystallsystem der beiden Componenten maassgebend; man vergleiche die Inhaltsübersicht und das alphabetische Verzeichniss am Schluss, welche auch bei der Discussion der geometrischen und chemischen Verhältnisse der regelmässigen Verwachsungen, welche der Zusammenstellung angeschlossen ist, gute Dienste leisten werden. Die beigegebenen Figuren sind fast alle nach den citirten Abhandlungen reproducirt.

## Specieller Theil.

### Zusammenstellung der regelmässigen Verwachsungen.

### 1. Kupfer mit Cuprit.

Nach O. Mügge (dies. Jahrb. 1898. II. 151) erscheint Cuprit als Überzug auf Kupferkrystallen von Burra-Burra in Süd-Australien. Die nach 3 Flächenpaaren von  $\{110\}$  säulenförmig entwickelten Krystalle sind Viellinge nach der zur Säulenrichtung senkrechten Oktaëderfläche (Fig. 1). Der Cuprit besteht aus sehr kleinen Oktaëdern, welche sich in Parallelstellung zum Kupfer befinden und daher auf den scheinbar einheitlichen Säulenflächen  $\{110\}$  des Kupfers die polysynthetische Zwillingsbildung dadurch verrathen, dass ihre kleinen Oktaëderflächen auf den den Individuen I, III, V angehörigen Flächentheilen der Säule in anderer Stellung schimmern als auf den II, IV und VI angehörigen.



**Fig. 1.**

Analoges ist beobachtet an „blattförmigem“ Kupfer von Cornwall, an moosförmigem von Massa marittima in Ober-

italien, weniger deutlich auch an einigen sibirischen Vorkommen. Auch Krystalle von Globe in Arizona, welche kürzlich für die Universitätsammlung erworben wurden, sind z. Th. denen von Burra-Burra ganz ähnlich, z. Th. verzerrte Würfel; an letzteren macht sich der orientirte Überzug namentlich dadurch bemerklich, dass ihre Flächen tiefroth erscheinen, wenn man sie so hält, dass eine Oktaëderfläche reflectiren würde, während sie in anderen Stellungen im Allgemeinen Metallglanz zeigen bis auf zahllose kleine, u. d. M. unregelmässig umgrenzte Flecke, welche dem Cupritüberzug angehören dürften. Endlich ist der orientirte Überzug neuerdings auch bemerkt auf älteren, künstlich (anscheinend elektrolytisch) dargestellten Krystallen der Form  $\{001\} \cdot \{111\}$ .

## 2. Pyrit mit Bleiglanz.

Auf Pyrit, angeblich von Brosso, erscheint nach O. MÜGGE<sup>1</sup> Bleiglanz in papierdünnen, drei- oder sechsseitigen Blättchen

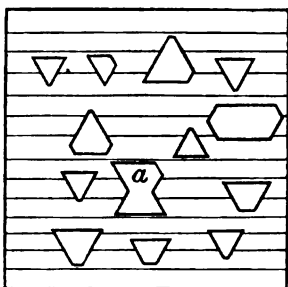


Fig. 2.

von 1 mm Breite aufgewachsen, und zwar nur auf den Würfflächen. Seine Orientirung ist eine zweifache, nämlich derart, dass eine Oktaëderfläche parallel der Würfffläche, eine Oktaëderkante parallel der pentagonalen Streifung des Pyrits verläuft und beide Orientirungen des Bleiglanzes also zwillingsartig nach der der Pyritwürfffläche parallelen Oktaëderfläche sind (Fig. 2). Die

Bleiglanzblättchen sind nicht im mindesten in die Würfel eingesenkt, das Wachsthum des Pyrits scheint zur Zeit der Bildung des Bleiglanzes also schon völlig beendet gewesen zu sein.

Damit identische Verwachsungen (vergl. BÜCKING bei MÜGGE, l. c. p. 351) sind früher von HINTZE<sup>2</sup> am Pyrit von Elba beobachtet, aber als solche von Pyrit und Eisenglanz beschrieben.

<sup>1</sup> O. MÜGGE, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 20. 349. 1901.

<sup>2</sup> HINTZE, TSCHERMAK's Min. Mitth. 1876. p. 141.

Ausserst dünne Überzüge von Bleiglanz auf Pyrit erwähnen auch TENNE und CALDERÓN<sup>1</sup> (nach COLLINS) von Rio Tinto, ohne Angaben über ihre Orientirung.

### 3. Bleiglanz mit Fahlerz.

WAKKERNAGEL<sup>2</sup> beobachtete auf Fahlerz von der Mühlbach im Weilburg'schen Bleiglanz in Parallelstellung aufgewachsen. Dasselbe fand K. ZIMÁNYI<sup>3</sup> an Fahlerz vom Botes-Bergbau in Siebenbürgen<sup>4</sup>. Die Bleiglanze erheben sich nur wenig über die Aufwachsungsflächen und reihen sich parallel auf manchen Stufen dicht nebeneinander.

### 4. Fahlerz mit Pyrit.

Auf Stufen von Laurion erscheint nach O. MÜGGE (dies. Jahrb. 1895. I. 103) Pyrit in Pseudomorphosen nach einem tetraëdrischen Mineral, anscheinend Fahlerz, und zwar liegen die krystallographischen Axen beider parallel. Das Fahlerz zeigte das Tetraëder mit schmalen Abstumpfungen durch den Würfel; auf den letzteren erscheint die charakteristische Streifung der Pyritsubstanz nach den abwechselnden Kanten, und an den Ecken des Tetraëders sind die Flächen {120} des Pyrits durchaus regelmässig vertheilt; die äussere Symmetrie der Pseudomorphosen ist daher regulär-tetartoëdrisch. Nimmt man das Pentagondodekaëder als positives, so ist das Tetraëder bei einigen Pseudomorphosen positiv, bei anderen negativ. Der Pyrit erscheint also in zweierlei Orientirung zum früheren Fahlerz, indessen kommen beide Orientirungen (welche einer Zwillingstellung nach Art der „Eiserne Kreuz“-Zwillinge

<sup>1</sup> TENNE u. CALDERÓN, Die Mineralfundstätten der Iberischen Halbinsel. p. 27. 1902.

<sup>2</sup> KASTNER's Archiv f. d. ges. Naturlehre. 5. 307. 1825.

<sup>3</sup> Zeitschr. f. Kryst. 34. 80. 1901.

<sup>4</sup> Die weitere Angabe, dass die Oktaëderkanten des Galenits mit der Tetraëderkante einen rechten Winkel einschliessen, ist unklar. ZIMÁNYI giebt daselbst noch eine zweite regelmässige Verwachsung an, „und zwar derart, dass die Oktaëderkante des Galenits parallel liegt mit einer Tetraëderkante, die Hexaëder- und Oktaëderflächen bilden einen stumpfen Winkel mit der Tetraëderfläche.“ Diese Verwachsung ist also nicht hinreichend bestimmt.



Axen parallel sind, sondern auch die gleichnamigen Tetraëder beider Minerale zusammenfallen. Ebenso erwähnt v. ZEPHAROVICH<sup>1</sup>, dass bei Kapnik zuweilen regelmässige Verwachsungen von Fahlerz und Zinkblende vorkommen, und eine grosse Stufe der Königsberger Universitätssammlung von diesem Fundort zeigt bis  $\frac{1}{2}$  Zoll grosse, stark angefressene Fahlerzkrystalle der Form  $\{111\} \cdot \{1\bar{1}1\} \cdot \{112\}$  neben noch grösseren Zinkblenden, gelbbraunen Krystallen der Form  $\{111\} \cdot \{1\bar{1}1\} \cdot \{110\} \cdot \{100\}$ , vielfach verzwillingt nach  $\{111\}$ . Die Tetraëder des Fahlerzes sind hie und da ganz oder halb in die Zinkblende eingesenkt, so dass die Axen parallel liegen, die Stellung der Tetraëder nicht zu bestimmen. Da auch der von SADEBECK erwähnte Zinkblendekrystall ein Zwilling nach O  $\{111\}$  ist, kann man die Verwachsung für beide Zinkblende-Individuen auch charakterisiren durch die Parallelität zweier gleichnamiger Tetraëderflächen und dreier Kanten derselben.

b) BECKE<sup>2</sup> beobachtete auf Zinkblende von Kapnik zahlreiche sehr kleine Fahlerzkryställchen derart aufgewachsen, dass die krystallographischen Axen beider zwar wieder parallel lagen, aber das positive Tetraëder des Fahlerzes parallel dem negativen der Zinkblende. Die kleinen Fahlerze sind meist so auf der Zinkblende angeordnet, dass sie möglichst wenig gegenüber der Unterlage hervorragen, sie sind in dieselbe aber durchaus nicht eingesenkt, sondern lassen sich leicht loslösen, wobei die Trennungsflächen beider Minerale ganz glatt sind. Am meisten sind die matten Flächen der Blende mit Fahlerz besetzt, z. B.  $\{131\}$  und  $\{001\}$  (hier sind die Fahlerze meist breit tafelig ebenfalls nach der Würfelfläche), dagegen sind die glänzenden Flächen  $\{111\}$  und  $\{1\bar{1}1\}$  der Zinkblende fast frei von Fahlerz. Dicht besetzt sind auch die feinen Zwillingslamellen der Blende, namentlich auf den Flächen  $\{110\}$ , welche für die Zwillinge zusammenfallen und auf welchen dann die Fahlerze in zwei Orientirungen erscheinen.

#### Anhang.

1. Die Versuche, durch welche WAKKERNAGEL (KASTNER's Arch. f. d. ges. Naturlehre. 5. 308. 1825) am Alaun parallele Überwachsungen

<sup>1</sup> Min. Lexikon. II. 322. 1873.

<sup>2</sup> TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 5. 331. 1883.

durch Bleinitrat erzielt haben wollte, sind von KOPP (Ber. d. deutsch. chem. Ges. 15. 1853. 1882) ohne Erfolg wiederholt.

2. Boracit überwachsen von Alaun (WACKERNAGEL, l. c.). Es gilt dasselbe wie vorher; auch von Herrn Dr. JOHNSEN im hiesigen Institut angestellte Versuche waren erfolglos.

3. Nach G. NORDSTRÖM (Ref. Zeitschr. f. Kryst. 4. 526. 1880) kommen auf der Eisengrube in Norberg Oktaëder vor, welche aus parallelen Schalen von Magnetit und Buntkupfererz bestehen neben solchen von reinem Magnetit und reinem Buntkupfererz.

4. FRANKENHEIM (Lehre von der Cohäsion. p. 354. 1835) giebt an, dass nach MARX (KASTNER's Archiv f. d. ges. Naturl. 5. 306. 1825) Flussspath und Pyrit mit parallelen Axen verwachsen. Das Citat ist nicht richtig; ich habe nicht finden können, wo MARX diese Angabe macht.

### 6. Arsen mit Arsenolith.

An Krystallen von künstlichem Arsen, welche mehrere Jahrzehnte aufbewahrt und von einer staubartig aussehenden Schicht von Arsenolith bedeckt waren, bemerkte Verf. <sup>1</sup> u. d. M.,

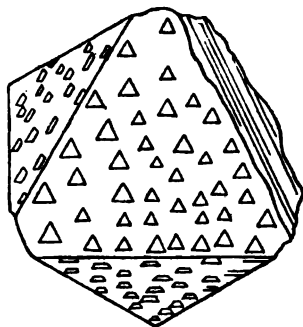


Fig. 6.

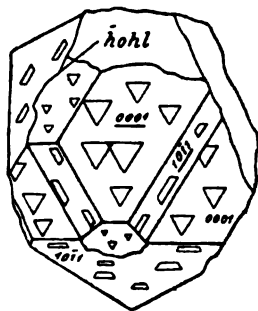


Fig. 7.

dass letzteres feine, nach einer Oktaëderfläche tafelige Kryställchen bildete, welche auf den Flächen  $\{0001\}$  wie auf den rhomboëdrischen Seitenflächen des Arsens so orientirt waren, dass eine Oktaëderfläche parallel der Basis lag, zugleich eine Oktaëderkante parallel einer Kante zum Rhomboëder, und zwar sind die stumpfen Kanten des Oktaëders den stumpfen Kanten  $\{0001:10\bar{1}1\}$  zugewandt. Wo den rhomboëdrischen Tafeln des Arsens Theile in Zwillingstellung nach  $\{0001\}$  halb oder ganz eingesenkt sind, erscheinen auch die Oktaëder

<sup>1</sup> O. MÜGGE, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 19. 102. 1900.



des Arsenolith um  $180^\circ$  gegenüber denen auf dem Haupttheil gedreht (Fig. 6 u. 7<sup>1</sup>).

### 7. Magnetkies mit Bleiglanz.

LACROIX<sup>2</sup> beobachtete an Pseudomorphosen von Markasit nach Magnetkies von der Grube Pontpéan (Ille-et-Vilaine, Bretagne) eine Kruste von Bleiglanz, dessen Kryställchen so zum Magnetkies gestellt waren, dass eine Würfffläche parallel der Basis und eine andere Würfffläche parallel dem Protoprisma lag. Wie Fig. 8<sup>3</sup> zeigt, hat der Bleiglanz auf jeder Fläche (1010) und dem ihr anliegenden Sextanten der Basis nur eine, einheitliche, Orientirung, es kommen nicht alle 3 möglichen Orientirungen des Bleiglanzes promiscue vor. (Der Markasit, der die Hauptmasse der Pseudomorphosen bildet, hat ebenfalls eine regelmässige Orientirung zum Magnetkies, ebenso der statt des Bleiglanzes zuweilen vorkommende Pyrit, vergl. No. 8 u. 34.)

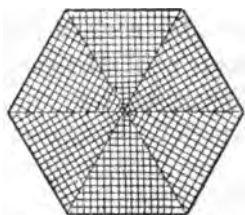


Fig. 8.

### 8. Magnetkies mit Pyrit.

BREITHAUPT<sup>3</sup> beobachtete von der Grube Neuglück bei Drei-Eichen unweit Freiberg „Leberkies in hexagonalen Prismen, Pseudomorphosen nach Magnetkies, wieder regelmässig verwachsen mit Eisenkies, so dass die Würffflächen des letzteren parallel einer prismatischen Fläche des vorigen liegen, und eine rhombische Axe des Eisenkieses wieder parallel mit der hexagonalen Hauptaxe des ursprünglichen Magnetkieses.“

Danach ist die Orientirung beider Minerale dieselbe, welche später LACROIX<sup>4</sup> von der Grube Pontpéan als neu beschrieb (vergl. unter No. 34, Magnetkies mit Markasit)

<sup>1</sup> In Fig. 7 sind die Blättchen von Arsenblüthe auf (0001) des Hauptkrystals versehentlich auch in Zwillingslage gezeichnet.

<sup>2</sup> LACROIX, Compt. rend. 125. 265. 1897; Bull. soc. franç. de min. 20. 223. 1897; Minéralogie de la France. II. 567. 1897.

<sup>3</sup> BREITHAUPT, Paragenesis. p. 130. 1849.

<sup>4</sup> LACROIX, Compt. rend. 125. 265. 1897; Bull. soc. franç. de min. 20. 223. 1897; Minéralogie de la France II. 569. 1896/97.

(vergl. Fig. 41). Vielleicht haben auch MIERS<sup>1</sup> derartige Verwachsungen in Pseudomorphosen von Pyrit nach Magnetkies von Cornwall vorgelegen, er sagt indessen nur: „The cubes of pyrites which constitute each hexagonal plate are for the most part arranged in regular position, and parallel to each other.“

### 9. Magnetit (Magnetferrit und Pleonast) mit Eisenglanz (Titaneisen).

Die erste Mittheilung über diese Verwachsungen verdankt man wohl HAIDINGER<sup>2</sup>. Er beobachtete, dass oktaëdrische Eisenerze von Brasilien aus einer grossen Zahl kleinerer Krystalle bestanden, welche denen des Eisenglanzes ähnlich waren<sup>3</sup>. Ein Bruchstück aus Sibirien zeigte dieselben Veränderungen, nur waren die Krystalle des Eisenglanzes in diesem Falle so klein, dass sie eine compacte Masse bildeten. Vom Vesuv dagegen sah HAIDINGER eine Stufe, welche durch ihr gröberes Gefüge die von den brasilianischen Oktaëdern gegebene Erklärung „erläuterten“. Die rohe Form des Oktaëders wurde hier erzeugt durch sehr deutliche, nach (0001) tafelige Kryställchen von Eisenglanz; diese lagen mit ihren breiten Flächen z. Th. denen des Oktaëders parallel, während in anderen oktaëdrischen Gruppen dadurch, dass die Flächen der neu gebildeten Krystalle über die Oberfläche des Oktaëders herausragten, eine Art erhabenes Netzwerk erzeugt ward.

Derartige Gebilde, und zwar aus dem Fosso di Cancherone, sind dann später von SCACCHI<sup>4</sup> beobachtet. Er stellte ebenfalls fest, dass die Eisenglanztafeln mit ihrer basischen Endfläche (annähernd) parallel denen des Oktaëders liegen, konnte indessen die Art und Orientirung ihrer Randflächen nicht erkennen. Ebenso beschrieb er ähnliche, beim Vesuv-ausbruch von 1855 entstandene Bildungen, solche von Lipari

<sup>1</sup> MIERS, Min. Mag. 11. 273. 1897.

<sup>2</sup> HAIDINGER, Pogg. Ann. 11. 188. 1827.

<sup>3</sup> HAUSMANN erwähnt später (Abh. Götting. Ges. d. Wiss. 7. 7. 1857), dass in Pseudomorphosen von Eisenglanz nach Magneteisen von Inficionado in Minas Geraes sich manchmal nicht nur die äussere Form, sondern auch das „den Oktaëderflächen entsprechende blätterige Gefüge“ erhalten habe.

<sup>4</sup> Nach den Angaben und Abbildungen bei J. ROTH, Der Vesuv etc. 1857. p. 317 und G. vom RATH, dies. Jahrb. 1876. 387.

und vom Monte Spino am Lago d'Agnano. G. vom RATH (l. c.) bemerkte aber, dass die Gebilde magnetisch waren, so dass man sie für eine „Verschlingung“ von Magneteisen und Eisenglanz halten möchte, im Widerspruch damit erschien ihm aber, dass sie kein Eisenoxyd enthielten. Darauf zeigte RAMMELSBERG<sup>1</sup>, dass die oktaëdrischen Krystalle ein Gemenge von Eisenoxyd und einem von ihm als Magnoferrit,  $MgFe_2O_4$ , bezeichneten Gliede der Spinellgruppe seien.

Nähere Untersuchungen über die Lagerung der Eisenglanzblättchen zu dem spinellartigen Mineral stellte dann

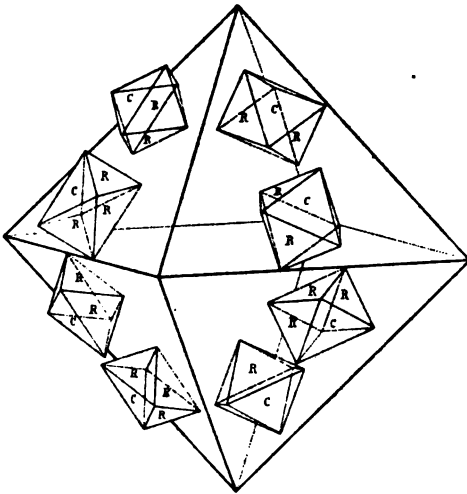


Fig. 9.

G. vom RATH<sup>2</sup>, und zwar an Kryställchen von Ascension, an. Den oktaëdrischen Krystallen (z. Th. Zwillingen nach dem Oktaëder) sind Eisenglanzblättchen so eingeschaltet, dass deren Basis parallel den Oktaëderflächen liegt und zugleich die „zweizähligen“ Axen beider Minerale parallel sind. An einer ausgezeichneten Gruppe vom Vesuv ermittelte er dann später<sup>3</sup>, dass die Eisenglanztäfelchen in 8 verschiedenen Stellungen, nämlich je zweien in Bezug auf jede Oktaëderfläche vorhanden waren; es ist  $(0001) \parallel (111)$ , ausserdem die

<sup>1</sup> RAMMELSBERG, Pogg. Ann. **104**. 542. 1858 und **107**. 451. 1859.

<sup>2</sup> G. vom RATH, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **25**. 108. 1873.

<sup>3</sup> G. vom RATH, dies. Jahrb. 1876. 386. Taf. VIII Fig. 1—8.

Kante (0001 : 10 $\bar{1}$ 1) 90° und 270° geneigt zu den Oktaëderkanten. Dabei werden auf jeder Oktaëderfläche nur diejenigen Eisenglanztafelchen deutlich sichtbar, welche ihr nicht parallel

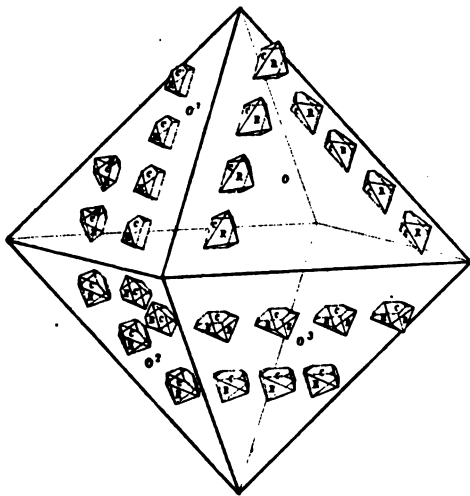


Fig. 10.

liegen (Fig. 9—13). Demgegenüber hielt SCACCHI (dies. Jahrb. 1876. p. 637) ein anderes Verwachsungsgesetz für wahrscheinlicher, welches aber in den Winkelwerthen analoger Flächen so wenig von dem vom RATH'schen abweicht, dass bei der



Fig. 11.



Fig. 12.

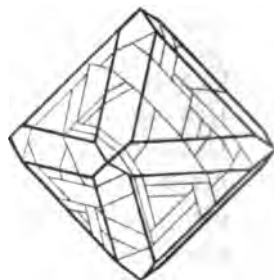


Fig. 13.

unvollkommenen Ausbildung der Krystalle eine Entscheidung durch Messung nicht möglich war. Immerhin erscheint die Deutung vom RATH's als die wahrscheinlichere, da bei den meisten regelmässigen Verwachsungen das überwachsende

Mineral nach jener Fläche tafelig entwickelt zu sein pflegt, welche einer Fläche des anderen sich anlegt; letzteres würde bei dem SCACCH<sup>r</sup>'schen Gesetz nicht genau der Fall sein. Dazu kommt, dass später von BÜCKING<sup>1</sup> Magnetit in regelmässiger Verwachsung mit Eisenglanz auf einer Stufe von der Alp Lercheltiny im Binnenthal aufgefunden wurde, wobei der Magnetit in die Eisenglanztafel so eingesenkt war, dass (111) // (0001) und eine Oktaëderkante senkrecht zur Kante (0001 : 1011) lag, eine Orientirung demnach, welche dem vom RATH'schen Verwachsungsgesetz folgt.

Verwachsungen ähnlich der vom Vesuv scheinen unter den Fumarolenbildungen der Vulcane sehr häufig zu sein. LACROIX<sup>2</sup> hat sie beschrieben vom Roc de Cuzeau (Mont-Dore) (Fig. 14); ferner zusammen mit P. GAUTIER von Royat (Puy-de-Dôme)<sup>3</sup>, BERGEAT (dies. Jahrb. 1897. II. p. 114) vom Stromboli; ob auch die von KNOP<sup>4</sup> analysirten und demnach als ein Gemenge von  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  und titanhaltiger Spinellsubstanz deutbaren Oktaëder aus dem Koppit-Kalkstein von Schelingen im Kaiserstuhl ähnlich struirt sind, bleibt zweifelhaft. Jedenfalls ist es aber wahrscheinlich, dass statt Eisenglanz auch Titaneisen in diese Verwachsungen eintreten kann. Solche sind wohl zuerst von BECKE gelegentlich seiner Ätzuntersuchungen am Magnetit<sup>5</sup> beobachtet. Er giebt an, dass die Magnetit-oktaëder von Pfitsch mit Tafeln von Titaneisen erfüllt waren, welche parallel den Oktaëderflächen lagen. Später hat auch CATHREIN<sup>6</sup> solche in Magnetit vom Zillerthal beobachtet und

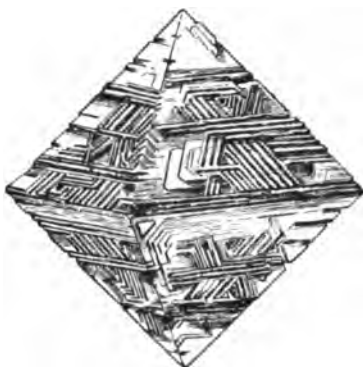


Fig. 14.

<sup>1</sup> BÜCKING, Zeitschr. f. Kryst. 1. 575. 1877.

<sup>2</sup> LACROIX, Bull. soc. franç. de min. 15. 11. 1892.

<sup>3</sup> LACROIX u. GAUTIER, Compt. rend. 126. 1529. 1898.

<sup>4</sup> KNOP, Der Kaiserstuhl i. Br. p. 17. 1892.

<sup>5</sup> BECKE, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 7. 233. 1885.

<sup>6</sup> CATHREIN, Zeitschr. f. Kryst. 12. 40. 1887.

analysirt, auch ROSENBUSCH<sup>1</sup> erwähnt mikroskopische Einlagerungen von Titaneisen in Magnetit des Nephelinbasaltes vom Katzenbuckel nach Beobachtungen von LATTERMANN und<sup>2</sup> aus Glimmerdiorit der Insel Cabo Frio. Das Titaneisen bleibt beim Auflösen des Magnetit in Salzsäure in Form eines hexagonalen Netzwerkes zurück. Auch diese mikroskopische Verwachsung scheint recht häufig zu sein<sup>3</sup>. Die nähere Lagerung der Täfelchen in den Oktaëderflächen scheint indessen in diesen Fällen nicht festgestellt zu sein<sup>4</sup>.

Verf. beobachtete in blaugrau durchsichtigem Spinell (eingewachsen in Kalk, vom Monzoni?) parallel den Oktaëderflächen eingelagerte braunviolette Blättchen ganz vom Aussehen derer in Hypersthen etc. Sie erscheinen in Schnitten nach einer Oktaëderfläche von drei- oder sechsseitigem Umriss, z. Th. etwas skeletartig, in anderen Schnitten als äusserst dünne, tiefbraune oder undurchsichtige Strichelchen ohne merkliche Einwirkung auf polarisirtes Licht. Ich halte sie für Titaneisenglimmer, welcher dem Spinell nach demselben Gesetz eingelagert ist wie oben dem Magnetit, eine nähere Untersuchung musste mangels Material unterbleiben; unzweifelhaft vom Monzoni stammende (grün durchsichtige) Spinelle zeigten die Einlagerungen nicht.

Während in diesen Fällen der Spinell als der Träger der Verwachsung erscheint, beschrieb PELIKAN<sup>5</sup> jüngst auch den umgekehrten Fall. In Pseudomorphosen von Magnetit + Rutil nach Titaneisen von der Alp Lercheltiny war der

<sup>1</sup> ROSENBUSCH, Mikrosk. Phys. I. 287. 1892.

<sup>2</sup> l. c. II: 246. 1896.

<sup>3</sup> vergl. TEALL, Quart. Journ. Geol. Soc. 40. 651. 1884 und die da selbst aufgeführte Literatur.

<sup>4</sup> Es scheint nicht unmöglich, dass das blätterige Gefüge, welches vom Martit zuweilen angegeben wird, auf der Einlagerung von Eisenglanz-täfelchen beruht. Beim Zerkleinern von Magnetitkrystallen erhält man öfter auch roth durchscheinende Blättchen vom Habitus des Eisenglanzes; auch kann man solche von der Oberfläche mancher Magnetitoktaëder mit einer Nadel abheben. Ganz neuerdings (Amer. Journ. Sc. 163. 211. 1902) erwähnt O. A. DERBY, dass in Magneteisenerz vom Rio Doce im Staate Espirito Santo in Brasilien grüner Spinell und ein braundurchscheinendes Titanmineral netzähnlich angeordnet auf den Zwillingsebenen erscheinen, etwa so wie die Tafeln von Taenit im Meteoreisen.

<sup>5</sup> PELIKAN, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 21. 226. 1902.

Magnetit zum Ilmenit der Form {0001} . {2243} wie vorher orientirt und vergesellschaftet mit Rutil, dessen Axe  $c //$  den Kanten (2243:0001) liegt. (Die übrige Orientirung nicht sicher festzustellen, aber wahrscheinlich dieselbe wie unter No. 31 beschrieben.) Auf einem Querschnitt senkrecht zur Basis war ein unregelmässig gestalteter Kern von Titaneisen zu erkennen, umhüllt von Magnetit-Rutil-Gemenge, letzterer in unregelmässigen Körnern. PELIKAN fasst die Pseudomorphose als eine langsam von aussen nach innen fortschreitende Entmischung auf, indem Magnetit und Rutil sich auf Kosten des Titaneisens bildeten. Nach dem oben angegebenen Verwachsungsgesetz kann der Magnetit zum Titaneisen in zwei nach (0001) hemitropen Stellungen vorkommen; beide wären gleichzeitig zu erwarten, wenn, wie PELIKAN anzunehmen geneigt ist, das Titaneisen nicht rhomboëdrisch-tetartoëdrisch, sondern rhomboëdrisch-hemiëdrisch krystallisirt<sup>1</sup>.

#### 10. Miersit mit Jodyrit.

Nach SPENCER<sup>2</sup> finden nicht allein isomorphe Mischungen des Miersits,  $\text{CuJ} \cdot 4\text{AgJ}$ , mit Marshit,  $\text{CuJ}$ , statt, sondern der Miersit verwächst auch innig mit hexagonalem Jodsilber (Jodyrit). Die Stellung beider ist nicht ganz sicher bestimmt, sehr wahrscheinlich ist aber (0001) des Jodyrit parallel (111) des Miersits, zugleich die trigonalen Umrisse beider Flächen parallel. Der Miersit ist dabei verzwillingt nach zwei Flächen {111}, und gerade parallel diesen beiden Flächen scheint der Jodyrit eingelagert zu sein<sup>3</sup>. Die obige Verwachsung, bei

<sup>1</sup> Nach Anfrage bei Herrn PELIKAN schreibt mir derselbe (während des Druckes), dass nach Mittheilung von Herrn FR. FOCKE in Wien der Magnetit auf dem einen Krystall von Titaneisen in nur einer Orientirung aufgewachsen ist, auf dem zweiten dagegen in beiderlei Stellung (eine stark überwiegend). Der erste Krystall entspricht also einem einfachen rhomboëdrisch-tetartoëdrischen Individuum, der zweite enthält entweder selbst Theile in Zwillingsstellung nach {0001} oder (wenn nämlich die Magnetite beiderlei Stellung miteinander zusammenhängen) die Magnetite sind verzwillingt nach {111}, wobei diese Zwillingbildung ähnlich wie oben bei No. 2 und namentlich wie unten bei No. 26 unter Einfluss der Unterlage bewirkt sein mag.

<sup>2</sup> SPENCER, Min. Mag. 13. 44. 1901.

<sup>3</sup> Die eingelagerten Partien von Jodyrit erscheinen allerdings in Spaltblättchen nach jenen Flächen von {110}, welche senkrecht zur Kante

welcher also die regulären Pseudosymmetrieachsen des Jodyrits den entsprechenden Symmetrieachsen des Miersits sehr annähernd parallel wären, ist damit noch nicht eindeutig bestimmt, da die dreizähligen Axen beider Minerale polar sind.

### 11. Pyromorphit mit Bleiglanz.

In Pseudomorphosen von Bleiglanz nach Pyromorphit beobachtete HAIDINGER<sup>1</sup>, dass bei solchen von Huelgoat zuweilen eine Spaltungsfläche des Bleiglanzes mit der Basis des früheren Pyromorphits zusammenfällt; in solchen von Wheal Hope in Cornwall war der Bleiglanz im Innern regelmässig so gelagert, dass die Würfelflächen des Bleiglanzes // (0001), (1010) und (1120) des Pyromorphits laufen und die Pseudomorphosen nach diesen Flächen spaltbar waren. Die Vertheilung der Bleiglanze in dem Pyromorphit stellt HAIDINGER durch eine Figur ganz wie Fig. 8 p. 343 dar. Die Spaltbarkeit nach Basis und Protoprisma beobachtete auch BREITHAUPT<sup>2</sup> in den Pseudomorphosen von Berncastel (seinem Sexangulit).

Nach meinen Beobachtungen ist die Spaltbarkeit nach der Basis in den meisten Vorkommen in der That eine recht vollkommene und hört am frischen Pyromorphit völlig auf, so dass eine schalige Absonderung ausgeschlossen scheint; derartige Spaltungsblättchen (welche auch leidlich reflectiren) lassen sich auch nach den Flächen des Proto- und Deutero- prismas, anscheinend aber auch nach anderen Ebenen senkrecht zur Basis leicht durchbrechen, indessen gelang es nicht, messbare Reflexe von solchen Bruchflächen zu erhalten (am Pyromorphit existirt dagegen keine Spaltbarkeit nach einer Säule, wie manche Handbücher angeben). Es mag dies daran liegen, dass die Orientirung der Bleiglanze nicht, wie in HAIDINGER's Figur, für jeden Sector der Basis einheitlich ist, sondern beide Orientirungen in jedem promiscue vorkommen. Nach der mikroskopischen Untersuchung der Spaltblättchen im auffallenden Licht scheint das Bleiglanzaggregat jedenfalls

der beiden Zwillingsoktaëderflächen liegen, mit einem Winkel von 60°, während er 70½° ca. sein müsste.

<sup>1</sup> HAIDINGER, Pogg. Ann. 11. 371. 1827.

<sup>2</sup> BREITHAUPT, Berg- u. Hüttenm. Zeitung. 21. 99. 1862 und 22. 36 und 44. 1863.



äusserst feinkörnig zu sein; auch in Dünnschliffen von der Grenze des Pyromorphits und Bleiglanzes zeigte sich nirgends eine Spur von Krystallbegrenzung des letzteren.

### Anhang.

1. Cristobalit-Tridymit. Nach G. vom RATH (dies. Jahrb. 1887. I. 198) finden sich am Cerro S. Cristóbal bei Pachuca auch „Parallelverwachsungen“ von Tridymitdrillingen nach  $\{10\bar{1}6\}$  mit oktaëdrischen Krystallen von Cristobalit. Die Zwillingskante der Tridymitgruppe liegt parallel einer Kante des Oktaëders, und die zu dieser letzteren Kante zusammenstossenden Flächen fallen sehr nahezu in eine Ebene mit den Tafelflächen der beiden äusseren Individuen des Tridymitdrillings. (Es ist zu bemerken, dass zwei derartige Stellungen möglich sind, welche einer Zwillingsstellung des Cristobalits nach der gemeinsamen Oktaëderfläche entsprechen. Verf. ist es ausserdem wahrscheinlich, dass Cristobalit mit Tridymit nicht physikalisch isomer, sondern identisch ist.)

2. Pyrargyrit und Silberglanz. BREITHAUP (Berg- u. Hüttenm. Zeitung. 20. 153. 1861) fand Rothgiltigerz der Form  $\{1120\}$   $\{1120\}$  so überkleidet von Silberglanz der Form  $\{110\}$ , dass sechs Flächen von  $\{110\}$  parallel den Flächen von  $\{11\bar{2}0\}$  waren, die sechs anderen Flächen des Rhombendodekaëders lagen „zwar in paralleler Richtung mit dem obigen  $\pm R$ , aber, wie nicht anders sein kann, mit anderer Neigung gegen die gemeinschaftliche hexagonale Axe der sechsseitigen Säulenform.“ „Die Erscheinung ist eine regelmässige Verwachsung, welche nicht zufällig, sondern mathematisch gesetzlich zweierlei Mineralien miteinander verbindet.“ FRENZEL (Min. Lex. Sachsen. p. 246. 1874) giebt als Fundort derselben Grube Himmelfahrt bei Freiberg an und erwähnt (p. 22), dass im Freiburger Revier auch Silberglanz von „Rothgiltigerz“ so umwachsen vorkommt, dass die hexagonalen Axen (der Silberglanz ist danach verlängert) parallel laufen. Überzüge von Arsensilberblende auf Silberglanz sind nach ihm (p. 21) ebenfalls zu Brand bei Freiberg vorgekommen. Weitere Angaben über die Orientirung fehlen.

3. Flussspath-Quarz. (BREITHAUP, Handb. III. 673. 1847.) „... Auf Flussspath sitzen Quarze zwar häufig unregelmässig auf, aber auch regelmässig so, dass ihre rhomboëdrischen Flächen vollkommen parallel mit den hexaëdrischen jener Substanz sind.“ Auch FRENZEL (Min. Lex. Sachsen p. 266. 1874) erwähnt regelmässige Verwachsung ohne Angabe näherer Orientirung von Gersdorf und Freiberg.

4. Perowskit-Titaneisen. In der JEREMEJEW'schen Grube (Kreis Slatoust) kommen nach JEREMEJEW (Ref. Zeitschr. f. Kryst. 17. 626. 1890) aus Ilmenit entstandene Perowskite so mit ersteren verwachsen vor, dass eine Würfelfläche genau parallel der Basis liegt. Die Verwachsung ist demnach, wenn überhaupt regelmässig, unvollständig bestimmt.

5. Cerargyrit mit Jodsilber durchwachsen, ähnlich wie unter No. 10 beschrieben, scheint nach PRIOR und SPENCER vorkommen (Min. Mag. 13. 183. 1902).

## 12. Magnetit mit Rutil.

Auf der Alp Lercheltiny im Binnenthal kommen nach SELIGMANN<sup>1</sup> nach einer Fläche tafelige Oktaëder von Magnetit vor, in deren Tafelfläche kleine Kryställchen von Rutil in drei Orientirungen so ein- und aufgewachsen sind, dass ihre Axen  $c$  parallel den Oktaëderkanten, ihre Flächen  $\{100\}$  parallel der tafelligen Oktaëderfläche sind; dabei würden zugleich Flächen von  $\{130\}$  annähernd parallel den übrigen Oktaëderflächen liegen, denn es ist:

$$100:130 \text{ (Rutil)} = 71^{\circ} 34'; \text{ (Oktaëderwinkel} = 70^{\circ} 32').$$

Einen Magnetit, der nach der von Rutil überwachsenen Fläche verzwillingt war, beobachtete CATHREIN<sup>2</sup>. Auffallend ist, dass die Verwachsung mit Rutil sich auf nur eine Oktaëderfläche beschränkt. Mikroskopische Verwachsungen von Magnetit und Rutil sind ebenfalls von CATHREIN (l. c.) beschrieben, sie folgen anscheinend demselben Gesetz (vergl. auch No. 31).

## 13. Bolëit mit Cumengëit.

Die würfelfigen (nach den optischen Eigenschaften in ihren äusseren Partien allerdings tetragonal zu deutenden) Bolëite von Boleo,  $3[\text{Pb Cl}(\text{OH}) \cdot \text{Cu Cl} \cdot (\text{OH})] + \text{Ag Cl}$ , sind nach MALLARD und CUMENGE<sup>3</sup> mit dem tetragonalen Cumengëit,  $\text{Pb Cl}_2 \cdot \text{Cu O} \cdot 2\text{H}_2\text{O}^4$ , so verwachsen, dass die Flächen der Basis und des Deuteroprismas des letzteren mit den Würfelflächen parallel sind. Dabei erscheint auf jeder Würfelfläche des Bolëit eine Pyramide  $\{101\}$  des Cumengëit so aufgesetzt, dass statt der Würfelkanten Rinnen mit einem Winkel von  $152^{\circ} 41'$  entstehen (Fig. 15). Bemerkenswerth erscheint, dass die äusseren Theile des Bolëits sich in ihren optischen Eigenschaften dem aufgewachsenen Cumengëit sehr nahe anschliessen. Diese

<sup>1</sup> SELIGMANN, Zeitschr. f. Kryst. 1. 380. 1877.

<sup>2</sup> CATHREIN, Zeitschr. f. Kryst. 8. 326. 1884. In diesen beiden Orientirungen könnte der Magnetit auftreten, wenn er nach demselben Gesetz auf einer Fläche  $\{100\}$  des Rutils aufgewachsen wäre.

<sup>3</sup> MALLARD und CUMENGE, Compt. rend. 113. 519. 1891 und Bull. soc. franç. de min. 14. 283. 1891.

<sup>4</sup> MALLARD, Bull. soc. franç. de min. 16. 184. 1893.

Theile sind optisch einaxig, die optische Axe senkrecht zu den Würfelflächen, also zusammenfallend mit den optischen Axen des aufgewachsenen Cumengéit, die Doppelbrechung in beiden negativ,  $\omega$  des Cumengéits (2,026) nahe gleich dem einen Brechungsexponenten (2,07 ca.) des Boléits (es ist nur ein Brechungsexponent bestimmt). LACROIX hat nach den Angaben von DANA<sup>1</sup> ausserdem eine Abnahme der Doppelbrechung vom Cumengéit zum (tetragonalen) Boléit und Percylit und eine Zunahme der Dichte in derselben Reihe gefunden. Bei der grossen chemischen Ähnlichkeit der genannten Substanzen

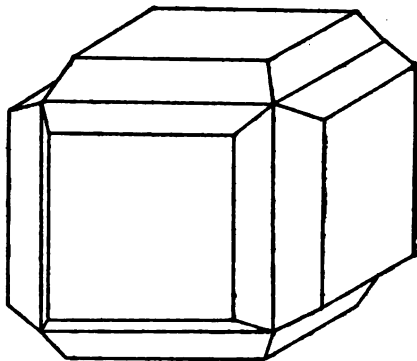


Fig. 15.

scheinen daher weitere Untersuchungen wünschenswerth, ob die äusseren Theile des Boléits dadurch doppelbrechend werden, dass ihnen Cumengéitsubstanz submikroskopisch beigemengt ist (in ähnlicher Weise wie bei den sogen. anomalen Mischkrystallen von Salmiak und Eisenchlorid).

#### 14. Bleiglanz mit Kupferkies.

Nach der Angabe von PELIKAN<sup>2</sup> kommen bei Echige in Japan Kupferkiese vor, auf welchen Bleiglanzwürfel in paralleler Stellung so aufsitzen, dass die Axen beider Minerale parallel sind.

SOUHEUR<sup>3</sup> berichtet, dass auf der Grube Victoria bei Burgholdinghausen (Kreis Siegen) Bleiglanz als äusserst dünner Überzug auf Kupferkies erscheint (Angaben über die Orientirung fehlen). Ebenso erwähnt LÜDECKE<sup>4</sup> Überzüge von Kupferkies auf Bleiglanz ohne Näheres.

<sup>1</sup> DANA, Syst. of Min. Append. I. 52. 1899.

<sup>2</sup> PELIKAN, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 16. 58. 1892.

<sup>3</sup> SOUHEUR, Zeitschr. f. Kryst. 23. 546. 1894.

<sup>4</sup> LÜDECKE, Minerale des Harzes. p. 167. 1896.



dass auf ganz ähnliche Weise wie Fahlerz auch Zinkblende von Kupferkies überzogen vorkommt und verweist auf alte Angaben darüber in S. HOLZMANN's Hercynischem Archiv II. p. 248. SADEBECK<sup>1</sup> berichtet bei Beschreibung der Umwandlung des Fahlerzes unter dem Kupferkiesüberzug (von der Zilla bei Clausthal), dass auf solchen Stufen Kupferkies in kleinen Kryställchen auch auf Blende aufgewachsen vorkommt, so dass die Flächen {110} bzw. {101} beider parallel liegen, ohne die Stellung der positiven und negativen Oktanten angeben zu können. Auch FRENZEL<sup>2</sup> erwähnt regelmässige Verwachsungen von Zinkblende mit Kupferkies von der Grube Junge Hohe Birke bei Freiberg. BECKE<sup>3</sup> untersuchte dann genauer ein Vorkommen von Schemnitz, wo winzige Kryställchen von Kupferkies auf der Blende in paralleler Stellung aufgewachsen sind. Das grössere schalige Sphenoid spiegelt mit {111} der Blende, es fallen also die gleichnamigen Oktanten zusammen. Ein japanisches Vorkommen von Kayakusa im Minengebiet von Aui vermerkt K. JIMBO<sup>4</sup>, es scheint im Habitus dem von Schemnitz ähnlich zu sein.

Auf Zinkblende der hiesigen Sammlung von Grube Junge Hohe Birke zeigt sich die Verwachsung sehr zierlich, indessen ist es weder am Kupferkies noch an der Zinkblende möglich, die positiven und negativen Oktanten sicher von einander zu unterscheiden. Auf einem Tetraëder erscheint ein fast zusammenhängender Überzug von Kupferkies, auf den Flächen von {110} sind fast nur die groben Streifen nach der langen Diagonale besetzt, das andere Tetraëder ist fast frei, dagegen hat sich der Kupferkies auch auf unregelmässigen Bruchflächen z. Th. in 3 mm grossen Kryställchen angesiedelt. Gemessen wurde (bei nur mässigen Reflexen):

111 Kupferkies : 101 Zinkblende (Spaltfläche) =  $35^{\circ} 47'$

111 „ : 111 „ (?negativ) =  $71\ 16$

Es scheint darnach die mit (111) bezeichnete Fläche des Kupferkieses, nach der dieser etwas tafelig und mit der Zinkblende verwachsen ist, mit der als (111) zu bezeichnenden

<sup>1</sup> SADEBECK, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 24. 449. 1872.

<sup>2</sup> FRENZEL, Min. Lex. v. Sachsen. p. 300. 1874.

<sup>3</sup> BECKE, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 5. 506. 1883.

<sup>4</sup> JIMBO, Journ. Sc. Coll. Imp. Univ. Tōkyō. 11. 220. 1899.

der Zinkblende nicht genau zusammenzufallen. Auf Zinkblende von Laasphe (beide Tetraëder fast gleich gross, spinellartige Zwillinge oder mit breiten Zwillingslamellen) erscheint der Kupferkies auf allen Flächen ziemlich gleichmässig als dünne Haut, ohne eigene Formen erkennen zu lassen<sup>1</sup>.

Die prächtigsten Verwachsungen dieser Art scheinen aber zu Joplin in Missouri vorzukommen. Die Zinkblende bildet hier bis zollgrosse, aber stark zugerundete, nicht messbare Krystalle, wesentlich  $\{110\}$ .  $\{113\}$ .  $\{001\}$ , an welchen nur hier und da sehr kleine, ziemlich ebene Tetraëderflächen vorkommen und welche reichlich von Zwillingslamellen durchsetzt und auch hypoparallel ineinander gewachsen sind. Die Krystalle sind über und über, jeder wohl von mehr als 100 kleinen, getrennt von einander aufgewachsenen, aber parallel orientierten, 1—3 mm grossen Kupferkieskryställchen so bedeckt, dass die Zinkblende auch dadurch der krystallographischen Deutung fast entzogen ist. Die Kupferkiese zeigen die Form  $\{111\}$  (wohl positiv),  $\{021\}$  und meist auch  $\{100\}$ ;  $\{1\bar{1}1\}$  fehlt. Sie sind ebenfalls zu Messungen nicht geeignet, zumal fast alle Zwillinge und Drillinge nach  $\{101\}$  sind; durch Messungen war nur festzustellen, dass, wie auch der Augenschein zeigt, eine Sphenoidfläche einer Tetraëderfläche annähernd parallel liegt, ihre Umrisslinien dagegen  $180^\circ$  gegeneinander gedreht sind (entsprechend der Begrenzung der Tetraëderfläche durch die Kanten zu  $\{110\}$ ). Die Umrisslinien der Sphenoide erscheinen stellenweise noch in einer zweiten, gegen die erste  $180^\circ$  gedrehten Stellung, und an solchen Stellen scheint dasselbe mit den Tetraëderflächen der Fall zu sein, was also auf Zwillingsbildung auch nach  $\{111\}$  des Kupferkieses hinweist.

Die Kupferkiese sind im Übrigen so angeordnet, dass sie in 4 abwechselnd gelegenen Oktanten ihre breiten (positiven) Flächen  $\{111\}$  nach aussen kehren (das sind zugleich jene, welche zu den Zwillingsflächen  $\{101\}$  annähernd senkrecht liegen); ob diese den positiven der Zinkblende entsprechen, ist nicht festzustellen. An einer zweiten Stufe vom selben Fundort, wo die Zinkblende deutlichere, hexagonal hemimorph erscheinende Krystalle bildet, sind die Flächen

<sup>1</sup> Bereits erwähnt von GROTH, Min. Samml. Strassburg. p. 25. 1878.

der positiven Sphenoide der matten, ebenen Tetraëderfläche zugekehrt, die Spitzen dem durch grosse krumme Flächen  $\{113\}$  charakterisirten, also vermuthlich positiven Oktanten.

Nach Allem scheint es, dass diese Verwachsung sehr häufig ist<sup>1</sup>.

### 17. Fahlerz mit Kupferkies.

Die Überzüge von Kupferkies auf Fahlerz sind schon sehr früh bemerkt. WAKKERNAGEL<sup>2</sup> rechnet sie bereits zu den regelmässigen Verwachsungen, und VOLGER<sup>3</sup> und HAUSMANN<sup>4</sup> gedenken noch älterer Angaben. Über die gegenseitige Stellung berichtet BREITHAUPT<sup>5</sup>, dass die tetragonalen Axen beider parallel liegen. Eine genauere Untersuchung hat dann

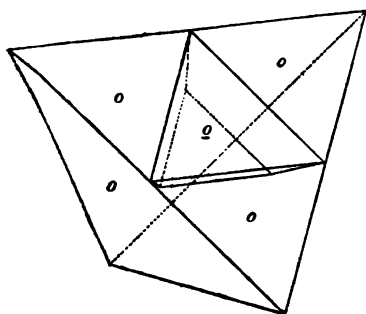


Fig. 17.

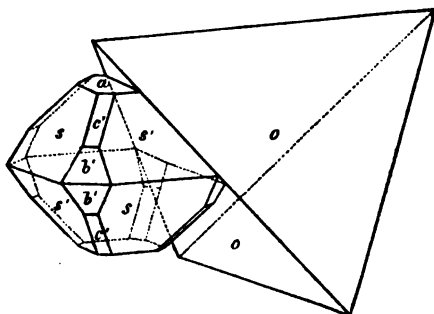


Fig. 18.

SADEBECK<sup>6</sup> angestellt und die BREITHAUPT'sche Angabe dahin ergänzt, dass die positiven Oktanten des einen mit den negativen des anderen zur Deckung gelangen, also  $\{111\}$  des Fahlerzes annähernd mit  $\{1\bar{1}1\}$  des Kupferkieses<sup>7</sup>. Die Ausbildung

<sup>1</sup> BECKE (TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 5. 519. 1883) erwähnt, dass bei Schlaggenwald auch Blende vorkommt, welche von Kupferkiesstengeln anscheinend regelmässig durchwachsen wird, indessen gelang es nicht, das Verwachsungsgesetz zu erkennen.

<sup>2</sup> WAKKERNAGEL, KASTNER's Arch. f. d. ges. Naturlehre. 5. 313. 1825.

<sup>3</sup> O. VOLGER, Pogg. Ann. 74. 25. 1848.

<sup>4</sup> HAUSMANN, Abh. Götting. Ges. d. Wiss. 6. 1856.

<sup>5</sup> BREITHAUPT, Berg- u. Hüttenm. Zeitung. 20. 153. 1861.

<sup>6</sup> SADEBECK, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 24. 427. 1872.

<sup>7</sup> Die später von SADEBECK in WIEDEM. Ann. 5. 178. 1880 beschriebenen Verwachsungen von Kapnik sind nicht, wie er meint, hinsichtlich der Stellung der  $\pm$ -Oktanten „im Gegensatz“ zu den früher beschriebenen,

der Verwachsung ist eine recht wechselnde. Die beiderlei Krystalle sind zuweilen aneinander gewachsen (Meisenberg bei Harzgerode) (Fig. 17, 18), die Verwachsungsebene dabei eine Tetraëderfläche; bei Baigorrry in Navarra (Fig. 19, 20) kommt eine mehrfache Wiederholung dieser Verwachsung vor, so dass auch Fahlerz

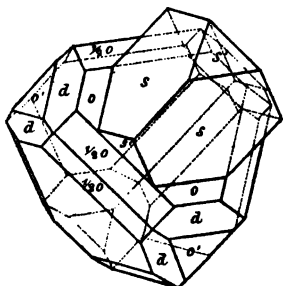


Fig. 19.

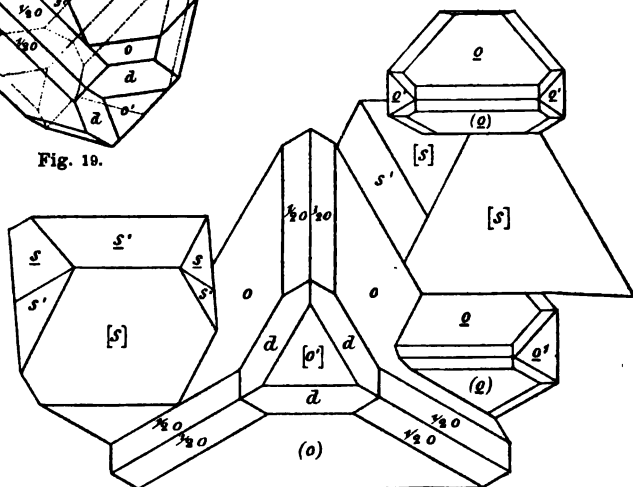


Fig. 20.

wieder auf Kupferkies aufgewachsen ist<sup>1</sup>. Am häufigsten bildet der Kupferkies auf Fahlerz einen mehr oder minder zusammenhängenden Überzug, dann kann der Kupferkies in dreifacher Orientirung auf demselben Fahlerzkrystall erscheinen, je nachdem, auf welcher Würffläche seine Hauptaxe senk-

sondern stimmen mit ihnen überein, wie schon BECKE (TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 5. 337. Anm. 2. 1883) feststellte.

<sup>1</sup> Kupferkies und Fahlerz sind dabei öfter spinellähnlich verzwillingt, ohne dass die Zwillingssebene in beiden parallel liegt (Fig. 20). Nach dieser Figur erscheinen Kupferkies und Fahlerz z. Th. direct zwillingsartig nach {111} verbunden, fallen also nicht unter obiges Verwachsungsgesetz. Man wird letzterem also vielleicht folgende Fassung geben müssen: „parallel und gleich gerichtet je eine Fläche von {111} und {111} und eine Kante derselben“. Diese Definition umfasst die (annähernde) Parallelstellung wie auch Zwillingsstellung nach {111}.



recht steht<sup>1</sup>. Auf der Grube Zilla bei Clausthal, deren Krystalle SADEBECK hauptsächlich studirt hat, waren an dem Kupferkiesüberzug namentlich  $\{201\}$  entwickelt, ausserdem  $\{111\}$ ,  $\{1\bar{1}1\}$ ,  $\{001\}$ ,  $\{101\}$  (Fig. 21). An mir vorliegenden Überzügen der Art von Dillenburg zeigen die Kupferkiese, nach dem Schimmer zu urtheilen und dasselbe Verwachsungsgesetz vorausgesetzt, wesentlich  $\{111\}$ , an solchen von Clausthal  $\{1\bar{1}1\}$ .

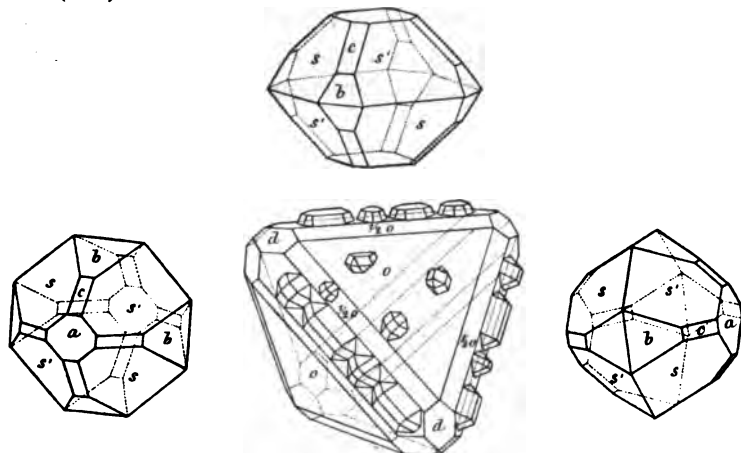


Fig. 21.

Derartige Überzüge sind ausserordentlich verbreitet, wie folgende in der Literatur angegebene oder mir sonst bekannt gewordene Fundorte zeigen: Grube Zilla und Rosenhof bei Clausthal, Meiseberg bei Harzgerode, Neudorf a. Harz (fast nur auf alten Bruchflächen der Krystalle), Laasphe in Westfalen, Grube Aurora bei Dillenburg, Kahl im Spessart, Grube Junge Hohe Birke, Segen Gottes, Churprinz und Herzog August bei Freiberg, Schönborn bei Mittweida, Gaablauf bei

<sup>1</sup> Nach der Fig. 21 (nach SADEBECK) erscheint der Kupferkies auf jeder Würfelfläche in nur einer Orientirung, nämlich so, dass die Basis der aufgewachsenen Kupferkiese mit der überwachsenen Würfelfläche parallel liegt; bei den Kupferkiesen auf einer Tetraëderfläche ist ihre Hauptaxe nach p. 440 meist jener Würfelnormalen parallel, welche durch die nächstgelegene Tetraëderkante geht; damit ist dann die Angabe (p. 447), wonach die Lage der Kupferkiese durch die Fläche auf welcher sie aufsitzen nicht modificirt wird, nicht ganz im Einklang.

Landeshut, Dittmannsdorf bei Waldenburg und Altenberg bei Schönau i. Schl., Kotterbach, Ungarn (auf alten Bruchflächen des Quecksilberfahlerzes), Nagyag, Liskeard und St. Just in Cornwall, Central City in Colorado.

Dass Fahlerz auf Kupferkies aufgewachsen ist oder dasselbe überzieht, kommt seltener vor, und ist nach SADEBECK zuerst von ZINCKEN und RAMMELSBURG<sup>1</sup> beobachtet. Dabei sind die Fahlerze entweder den Ecken eines Fünflings von Kupferkies nach  $\{101\}$  gewissermaassen eingedrückt, wie am Meiseberg bei Harzgerode (Fig. 22), und es ragen dann auch aus den Flächen des Kupferkieses derartige Fahlerze heraus, oder

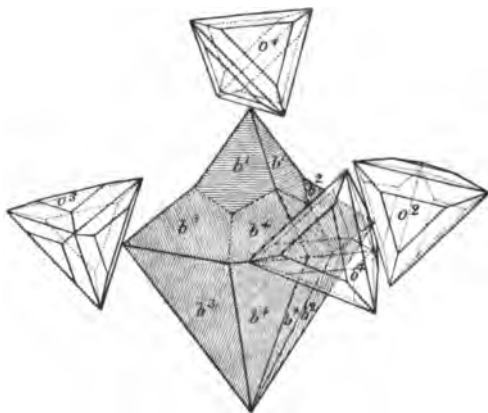


Fig. 22.

die Fahlerze umgeben den Kupferkies ganz (Schemnitz). Verf. beobachtete Fahlerz als dicken, individualisirten, nicht zusammenhängenden Überzug auf Kupferkies von Illova bei Nagy-Banya<sup>2</sup>; der Kupferkies hat die Form  $\{101\}$  mit kleinem  $\{001\}$  und gerundetem  $\{203\}$ , klein auch  $\{111\}$  und  $\{1\bar{1}1\}$ ; manche Krystalle sind aber auch tafelig (und zugleich verzwilligt) nach  $\{111\}$ . Das Fahlerz erscheint namentlich auf  $\{001\}$ , hier selbst tafelig nach  $\{001\}$ , sonst ist  $\{112\}$  vorherrschend entwickelt, untergeordnet  $\{111\}$ . Seine positiven Oktanten liegen auch hier über den negativen des Kupferkieses, ob aber

<sup>1</sup> ZINCKEN und RAMMELSBURG, Pogg. Ann. 77. 250. 1849.

<sup>2</sup> Ein solches Kupferkiesvorkommen ist in ZEPHAROVICH's Lexikon nicht angegeben.

die krystallographischen Axen beider genau zusammenfallen oder je 1 Fläche  $\{111\}$  und  $\{1\bar{1}1\}$  genau parallel liegen, war trotz guter Reflexe nicht zu entscheiden; nicht ausgeschlossen scheint mir, dass Ersteres für die auf  $\{001\}$  aufgewachsenen Fahlerze gilt, während die auf anderen Flächen aufgewachsenen in ihrer Stellung durch diese beeinflusst werden.

Hinsichtlich der Genese schloss O. VOLGER (l. c.) aus der unscharfen Oberfläche des Fahlerzes unter dem Kupferkiesüberzug und dem Vorkommen bröckeliger, mulmiger Massen unter demselben, dass hier der Anfang einer Pseudomorphosierung vorliege, nach ZINCKEN und RAMMELSBERG sollten dagegen beide Minerale aus derselben Lösung gebildet sein. Sie beobachteten, dass beiderlei Minerale sich gegenseitig unregelmässig durchdringen, wie namentlich auf polirten Schnittflächen gut zu sehen. SADEBECK fand Ähnliches, z. B. einen Kern von Kupferkies im Fahlerz von Müsen, der nach der Orientierung seiner Zwillingstreifen sich in Parallelstellung zum Fahlerz befand; ferner bemerkten ZINCKEN und RAMMELSBERG, dass sich auf alten, durch Weiterwachsen aber schimmernd gewordenen Bruchflächen der Fahlerze Kupferkies angesiedelt hatte, und zwar nur auf diesen, nicht auf den begleitenden Krystallen von Quarz etc. B. OSANN (dies. Jahrb. 1853. p. 180) machte namentlich geltend, dass man Kupferkiesüberzüge auch auf Blende und Bleiglanz trifft, und zwar auch auf solchen Gängen, welche kein Fahlerz führen. Ähnliches betonte auch HAUSMANN. Nach Vorstehendem hält Verf. es für wahrscheinlich, dass Überzüge von Kupferkies schwerlich aus dem Fahlerz selbst stammen, es mag die starke Zersetzung des Fahlerzes gerade unter solchen Überzügen durch elektrolytische Prozesse zwischen Kupferkies und Fahlerz begünstigt sein.

#### Anhang.

1. Silberglanz-Kupferkies. HAIDINGER (Handb. 1845 p. 281) erwähnt gelegentlich der Überzüge von Kupferkies auf Fahlerz, dass auch Silberglanz zuweilen derart von Kupferkies überzogen ist, dass die Flächen des letzteren gleichzeitig schimmern.

2. Scheelit-Flussspath. BREITHAUPT (Berg- u. Hüttenm. Ztg. 20. 153. 1861) giebt an, dass HAIDINGER Scheelit so in Flussspath eingeschlossen gefunden habe, „wie es die Ableitung der pyramidalen Primärform dieses Minerals aus dem Oktaëder (der Primärform jenes Minerals)

erheischt“. Derartiges kommt nach BREITHAUPT auch bei Ehrenfriedersdorf vor. HAIDINGER erwähnt diese Verwachsung in seinem Handbuch (1845) nicht, ebensowenig FRENZEL in 'dem Min. Lexikon von Sachsen.

### 18. Bleiglanz mit Chlorblei.

Diese Verwachsung entsteht nach BECKE<sup>1</sup> bei der Ätzung von Bleiglanz in Salzsäure, besonders schön, wenn man frische Spaltungsflächen von Bleiglanz in eine stark saure, heiss gesättigte Lösung von Chlorblei bringt und dabei die Würfelfläche, welche überwachsen werden soll, vertical stellt, um das Niederfallen von Chlorbleinädelchen auf sie zu verhindern.

Die Krystalle des Chlorbleis sind gestreckt nach der Brachyaxe, es herrschen  $\{011\}$ .  $\{012\}$ .  $\{001\}$ , an den Enden namentlich  $\{111\}$ . Es ist

011 des Chlorbleis // 001 des Bleiglanzes,  
 ä „ „ // der Kante (001 : 111) des Bleiglanzes.

Für jede Würfelfläche gibt es zwei Kanten zum Oktaëder; da ausserdem auf (011) des Chlorbleis keine Symmetrieaxe senkrecht steht, kann das Chlorblei der Parallelität zu jeder Oktaëderkante in zwei in Bezug auf (011) symmetrischen Stellungen genügen; es erscheint daher auf jeder Würfelfläche

in 4 Orientirungen. Bemerkenswerth ist, dass von den im Ganzen also 12 möglichen Orientirungen des Chlorbleis zum Bleiglanz, auf jeder Würfelfläche nicht alle, sondern immer nur die obigen 4 erscheinen.

Die Verwachsung ist dadurch auffallend, dass die Symmetrieverhältnisse der Fläche (011) des Chlorbleis in keiner Weise mit denen der Würfelfläche harmoniren, ebensowenig die

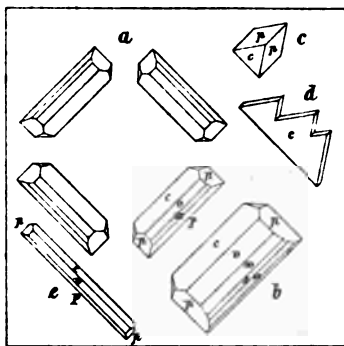


Fig. 23.

Winkelverhältnisse seiner Zone (001 : 0kl) mit denen der regulären Zone (001 : 111), um so auffallender ist dies deshalb, als das Chlorblei in der Zone (001 : 100) grosse Annäherung an reguläre Verhältnisse zeigt. In Fig. 23 ist:

<sup>1</sup> TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 6. 240 u. 270, 1885.

$v = \{011\}$  (parallel zur Würfel­fläche),  $w = \{021\}$ ,  $s = \{094\}$ ,  $u = \{041\}$ ,  $p = \{111\}$ ,  $P = \{011\}$  (geneigt zur Würfel­fläche). Die Krystalle  $a$  und  $b$  sind auf die eben beschriebene Weise erhalten,  $c$  durch ganz kurze Einwirkung concentrirter kalter Salzsäure,  $d$  sind tafelförmig und skeletartig ausgebildete Krystalle.

### 19. Bleiglanz-Bournonit.

a) In der Herodsfoot Mine, Liskeard, Cornwall, erscheint nach MIERS<sup>1</sup> Bleiglanz zusammen mit Kupferkies in Pseudomorphosen nach rädelerzartigem Bournonit. Der Bleiglanz bildet eine Kruste um die Prismenflächen des Bournonit, dabei ist eine Oktaëderkante stets parallel zur Prismenkante, gleichzeitig anscheinend eine Würfel­fläche parallel  $\{010\}$ , eine Rhombendodekaëderfläche //  $\{100\}$ .

b) HINTZE<sup>2</sup> beschreibt eine andere Verwachsung beider Minerale von Příbram, bei welcher umgekehrt Rädelerz auf Bleiglanz sitzt. Es ist hier im Allgemeinen auf der Würfel­fläche so orientirt, dass seine Axe  $c$  parallel (und senkrecht) zu den Oktaëderkanten liegt. Für die an den Kanten  $(001 : 111)$  des Bleiglanz aufgewachsenen Kryställchen dagegen liegt ihre Axe  $c$  zwar auch parallel zur Würfel­fläche, aber unter  $45^\circ$  gegenüber den vorigen gedreht, also parallel den Würfelkanten. Die Änderung der Verwachsungsart in der Nähe der Kanten würde darnach ein interessantes Beispiel vom Einfluss der Contactfläche auf die Orientirung sein, indessen ist die Verwachsung in beiden Fällen nur unvollständig bestimmt und bedarf also erst noch näherer Untersuchung.

### 20. Pyrit mit Markasit (und Arsenkies).

Bereits WAKKERNAGEL<sup>3</sup> vermuthete, dass die Verwachsung des sogen. „Strahlkieses“ mit dem „Speerkies“ ihre bestimmte Regel habe. SADEBECK<sup>4</sup> hat dann die folgenden zwei Gesetze der Verwachsung aufgestellt.

<sup>1</sup> MIERS, Min. Mag. 11. 268. 1897.

<sup>2</sup> HINTZE, Zeitschr. f. Kryst. 11. 606. 1886.

<sup>3</sup> WAKKERNAGEL, KASTNER's Archiv f. d. ges. Naturl. 5. 314. 1825.

<sup>4</sup> SADEBECK, Pogg. Ann. Ergänzungsbd. 8. 650. 1878. Vergl. daselbst auch die Angaben über die älteren Beobachtungen von HADINGER und BREITHAUPT.

a) Eine Würfffläche des Pyrits parallel der Basis des Markasits; eine zweite Würfffläche parallel  $\{110\}$  des Markasits. Wegen der pentagonalen Hemiëdrie kann demnach der Pyrit auf 4 verschiedene Weisen mit dem Markasit verbunden sein, indessen kommt er gewöhnlich auf demselben Krystall in nur 2 Stellungen vor, nämlich jenen beiden, bei welchen die zweiten Würffflächen einer und derselben Fläche des Prismas  $\{110\}$  parallel liegen, es ist das gewöhnlich jene



Fig. 24.

Prismenfläche, nach welcher der Markasit verzwillingt ist (Fig. 24, Vierling nach (110) mit lamellarer Wiederholung der Individuen 3 und 4). Diese beiden Stellungen des Pyrits (welche der sogen. „Eisernen Kreuz“-Zwillingsbildung entsprechen) kommen, wie mir Krystalle aus dem Pläner von Lengerich bei Münster

i. Westf. zeigten, an denen das Pentagondodekaëder deutlich entwickelt war, promiscue vor<sup>1</sup>. Daneben finden sich, wie SADEBECK angiebt, vielfach auch nur hypoparallele Verwachsungen. Die Pyrite bedecken vornehmlich die Basis und sind auf dieser öfters längs der Trace der Zwillingssebene des Markasits aneinander gereiht. Daneben finden sich auch Überwindungen ganz ähnlich wie bei Fahlerz und Kupferkies. Hierher gehören anscheinend auch die von KENNGOTT<sup>2</sup> beschriebenen Bildungen von Tavistock, bei welchen Speerkies auf Pyrit der Form  $\{120\}$  aufgewachsen und wieder von Pyrit überwachsen ist.

Seltener ist nur Markasit auf Pyrit aufgewachsen; dann ist der Markasit stets verzwillingt nach  $\{110\}$ ; solche Zwillingsgruppen können unter Berücksichtigung der pentagonalen Hemiëdrie auf jeder Würfffläche in 4 Stellungen, auf jedem Würfel also in 12 (darunter aber nur 6 verschiedene) Stellungen vorkommen. SADEBECK beschrieb eine Verwachsung dieser Art, bei welcher auf einer Würfffläche die Markasitzwillinge in zweierlei<sup>3</sup> Orientirung erscheinen, nämlich die Zwillingssebene

<sup>1</sup> Es handelt sich also eigentlich um zwei verschiedene, wenn auch sehr analoge Gesetze.

<sup>2</sup> KENNGOTT, Sitz.-Ber. Wien. Akad. 10. 293. 1853.

<sup>3</sup> Die Stellung des dritten Markasitzwillings in SADEBECK's Fig. 6 Taf. X ist nicht verständlich; nach dem Text (p. 653) sollte seine Zwillingssebene parallel der vorderen Würfffläche sein, das ist aber nicht der Fall.

parallel und senkrecht zur pentagonalen Streifung. Eine ausgezeichnet regelmässige Verwachsung derart von Bredelar bei Brilon hat TRECHMANN<sup>1</sup> naturgetreu abgebildet (Fig. 25). Die Markasite haben die Form  $\{011\} \cdot \{014\} \cdot \{110\}$  und sind gestreckt nach  $\bar{a}$ ; auf den Flächen (100), (010) und (001) sind je ein Markasitzwilling so aufgewachsen, dass die Zwillingssebene der pentagonalen Streifung jeder Würfel­fläche parallel geht und der einspringende Winkel des Zwillinges der Würfel­fläche zugewandt ist.

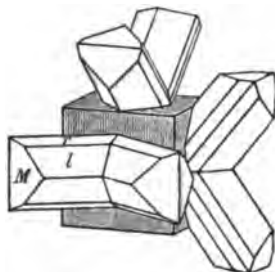


Fig. 25.

SADEBECK hebt hervor, dass auffallende Annäherungen in der Lage anderer Flächen bei beiden Mineralien durch diese Verwachsung nicht erzielt werden.

b) Diese Verwachsung ist nach ECK (dies. Jahrb. 1876. p. 407, 408) bereits von BREITHAUP, HAIDINGER und WEBSKY beschrieben. Nach SADEBECK liegt auch hier eine Würfel­fläche

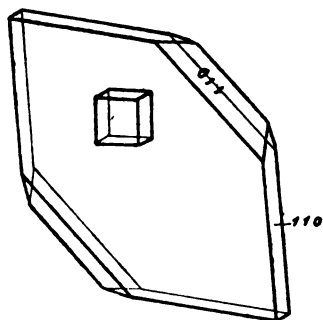


Fig. 26.

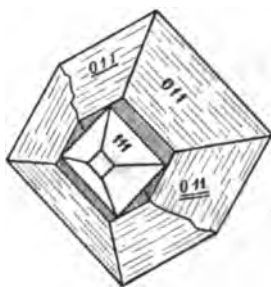


Fig. 27.

parallel der Basis des Markasits, ausserdem aber eine Rhombendodekaeder­fläche parallel dem Brachypinakoid (Fig. 26 Vor­kommen von Tavistock, Fig. 27 Pyrit umwachsen von einem Durchkreuzungsdrilling von Littwitz in Böhmen, beide nach SADEBECK). Diese Verwachsung unterscheidet sich von der unter a) in den Winkelverhältnissen nur wenig, der Eisen-

<sup>1</sup> TRECHMANN, Min. Mag. 9. 209. 1892.

kies erscheint aus der Lage bei a) nur um  $7^{\circ} 32'$  um die Normale der gemeinschaftlichen Würfelfläche gedreht.

Ob die Markasite in den von JEREMEJEV (dies Jahrb. 1901. II. - 174-) beschriebenen paramorphosirten Pyriten von

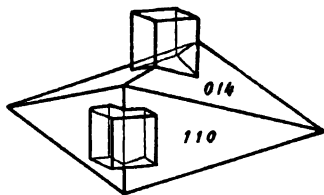


Fig. 28.

Danilowo einem dieser Gesetze folgen, ist aus der angeführten Mittheilung nicht zu ersehen. Dasselbe gilt von den von BLUM<sup>1</sup> beschriebenen Bildungen.

SADEBECK<sup>2</sup> beobachtete dagegen, dass auch auf Arsenkies von Freiberg der Form  $\{014\} \cdot \{110\}$  mit krummen Flächen Pyritwürfel nach diesem Gesetze aufgewachsen waren (Fig. 28).

## 21. Bleiglanz mit Arsenkies.

Nach GROTH<sup>3</sup> ist der Arsenkies von Freiberg zuweilen mit Bleiglanz regelmässig verwachsen. Ersterer hat sehr matte und raue Flächen  $\{110\} \cdot \{001\}$ , der Bleiglanz zeigt  $\{001\} \cdot \{111\}$ ; letzterer sitzt so auf Arsenkies, dass eine Würfelfläche parallel  $\{001\}$  und ihre Diagonalen parallel den Axen  $\bar{a}$  und  $b$  sind. Oft überzieht eine dicke Kruste von Bleiglanz auf diese Weise den grössten Theil der Arsenkieskrystalle.

## Anhang.

1. In dem sogen. Harrisit von der Canton Mine, Georgia, liegt nach DANA (Syst. 1871. p. 53) ein Kupferglanz vor, welcher pseudomorph ist nach Bleiglanz, zuweilen auch noch solchen enthält, und dessen Spaltbarkeit zeigt.

2. Silberglanz und Polybasit kommen nach FRENZEL (Min. Lex. Sachsen. p. 22. 1874) auf Himmelfahrt bei Freiberg so verwachsen vor, dass die Basis einer Oktaëderfläche parallel liegt und „die Kanten der tafelförmigen Polybasitkrystalle über die Würfelflächen hervorragen“.

3. Die Pseudomorphosen von Serpentin nach Periklas (?) von der Tilly Foster-Eisengrube bei Brewster, New York, scheinen nach den Untersuchungen von G. FRIEDEL (Bull. soc. franç. de min. 14. 120. 1891) den antigoritartigen Serpentin in regelmässiger Stellung zum Muttermineral

<sup>1</sup> BLUM, Pseudomorphosen. I. Nachtr. 149. 1847.

<sup>2</sup> WIEDEM. Ann. 5. 576. 1878.

<sup>3</sup> Min. Sammlg. Univ. Strassburg. p. 39. 1878.



zu enthalten (FRIEDEL selbst hält allerdings die Formen für dem Serpentin selbst zukommende). Die Antigoritblättchen durchkreuzen sich unter den Winkeln der Würfel- und Oktaëderflächen, die amorphe Substanz füllt die Lücken zwischen den Lamellen aus und wird selbst wieder von feineren Fasern in bestimmten Richtungen durchsetzt. Ähnliche Aggregationen von Serpentin bildet LACROIX (Min. de la Franc. I. 421. 422) von Moncaup ab, er fasst sie ebenfalls als primäre auf.

## 22. Magnetit mit Hornblende.

Beide sollen nach TSCHERMAK<sup>1</sup> zuweilen so verwachsen, dass die Basis der Hornblende parallel einer Oktaëderfläche des Magnetits, zugleich die Orthoaxe parallel einer Oktaëderkante ist. Solcher Orientirungen giebt es für den Magnetit zwei. Nach gefälliger Mittheilung von Herrn TSCHERMAK stammte die Hornblende von Arendal.

## 23. Magnetit mit Glimmer.

Die dunkelgraubraunen Einschlüsse, welche in den Glimmern öfter parallel den Druck- und Schlaglinien eingelagert vorkommen und drei- oder sechsseitige Umrisse zeigen, werden von Manchen, z. B. von DANA<sup>2</sup> für Magnetit gehalten, die demnach wohl mit einer Oktaëderfläche parallel der Spaltungsfläche, mit einer Oktaëderkante parallel einer Druck- oder Schlaglinie orientirt sein würden. Schon viel früher sind zu regelmässigen sechsseitigen Tafeln gruppirte Rhombendodekaëder von Magnetit vom Fassathal von HAIDINGER<sup>3</sup> als Pseudomorphosen nach Glimmer aufgefasst, mit welchem sie in einem Stadium der Umwandlung so verwachsen waren, dass eine dreizählige Axe der Rhombendodekaëder senkrecht zur sechsseitigen Tafelfläche lag, und je 3 Flächen der ersteren parallel den Kanten der Tafel. Das Verwachsungsgesetz wäre demnach dasselbe wie vorher. Der Beweis, dass das verschwundene Mineral in der That Glimmer war, ist allerdings nicht erbracht, es wird indessen noch wahrscheinlicher durch Beobachtungen von LACROIX<sup>4</sup>. Der vielfach corrodirt Biotit des Sanidinit von Menet (Cantal) ist darnach mit Magnetit

<sup>1</sup> TSCHERMAK, Lehrb. d. Min. 1885. p. 96.

<sup>2</sup> DANA, Syst. p. 619. 1892.

<sup>3</sup> HAIDINGER, Sitz.-Ber. Wien. Akad. 1853, p. 88.

<sup>4</sup> LACROIX, Bull. soc. franç. de min. 14. 314. 1891.

so verwachsen, dass die Spaltfläche des ersteren parallel einer Oktaëderfläche, ausserdem der Umriss des Glimmers den Oktaëderkanten parallel liegt. Auch wenn man annimmt, dass der Umriss des Biotits durch  $\{010\}$  und  $\{h1l\}$  bestimmt war und von der Abweichung von rhombischer Symmetrie absieht, bleiben für den Magnetit (wie auch oben) noch zwei Orientierungen möglich. LACROIX giebt nicht an, ob beide vorkommen.

#### 24. Magnetit mit Chlorit.

BREITHAUP<sup>1</sup> berichtet anscheinend zuerst, dass der Chlorit mit den Magnetitoktaëdern von Fahlun regelmässig verwachsen ist, indem die Chloritblättchen sich auf die Oktaëderflächen so legen, dass die Oktaëderkanten den Combinationskanten von Basis zu Rhomboëder parallel sind. (BREITHAUP bildet die Verwachsung für eine Oktaëderfläche ab, bemerkt aber nicht, dass die Verwachsung, auch bei Annahme rhomboëdrischer Symmetrie für den Chlorit, noch zweideutig ist.) HÄIDINGER erinnert an diese Verwachsung gelegentlich seiner Mittheilung über die Pseudomorphosen von Magnetit nach Glimmer (vergl. No. 23). FRENZEL<sup>2</sup> erwähnt eine Verwachsung zwischen Chlorit und Rhombendodekaëdern von Magnetit von Berggiesshübel derart, dass ebenfalls die Basis parallel den (hier nicht vorhandenen) Oktaëderflächen liegt, ohne die weitere Orientierung anzugeben.

#### 25. Muscovit (und Biotit) mit Jodkalium (und Bromkalium und Chlorkalium).

FRANKENHEIM<sup>3</sup> liess die genannten Salze auf Spaltungsflächen verschiedener Minerale krystallisiren und beobachtete eine regelmässige Stellung derselben auf Glimmer. Während auf Glas Würfel jener Salze entstanden, bildeten sich auf Glimmer nach einer Fläche tafelige Oktaëder<sup>4</sup>, und zwar lag

<sup>1</sup> BREITHAUP, Journ. f. Chem. u. Phys. von SCHWEIGGER-SEIDEL. 55. 312. 1829, wiederholt in Berg- u. Hüttenm. Ztg. 20. 153. 1861.

<sup>2</sup> FRENZEL, Min. Lex. Sachs. p. 191. 1874.

<sup>3</sup> FRANKENHEIM, Pogg. Ann. 37. 521. 1836, auch Ber. d. Ver. deutsch. Naturforscher in Prag. 1837. p. 145 und z. Th. wiederholt in Pogg. Ann. 111. 38. 1860.

<sup>4</sup> Solche erhielt auch ZEMJATSCHEVSKY nach dem Ref. in Zeitschr. f. Kryst. 22. 77. 1894. Derselbe will regelmässige Verwachsungen von Jod-

die Tafelfläche parallel der Spaltungsfläche des Glimmers, ihre Umrisslinien untereinander parallel oder gegeneinander um  $180^\circ$  gedreht, dabei eine Seite parallel der Auslöschungsrichtung des Glimmers. Mit NaCl gelang der Versuch durchaus nicht.

Ich habe diese Versuche wiederholt, um die Art der Verwachsung genau festzustellen<sup>1</sup>. Es wurden nur mikroskopische Präparate hergestellt; die Untersuchung ergab, dass Jodkalium auf Muscovit (unbekannten Fundortes) meist



Fig. 29.

wie auf Glas in Würfeln krystallisiert, deren Kanten regellos gelagert waren. Daneben entstanden aber auch, meist viel kleinere, Kryställchen, vielfach Wachstumsformen, von trigonalem Umriss, welche fast ausnahmslos gegenüber dem Glimmer orientiert waren. Stets ist eine Kante der gleichseitigen Dreiecke senkrecht zur Ebene der optischen Axen des Glimmers, also parallel  $\{010\}$ , die Dreiecke dabei vielfach zwillingsartig nach der tafeligen Oktaëderfläche verbunden,

kaliumwürfeln auch auf Gyps beobachtet haben. Das war bei meinen Versuchen nicht der Fall.

<sup>1</sup> O. MÜGGE, Centralbl. f. Min. etc. 1902. p. 354.

indessen kommen beiderlei Stellungen auch unabhängig von einander an verschiedenen Stellen derselben Glimmerplatte vor. Die Verwachsungen sind ebenso zierlich wie leicht zu erhalten (Fig. 29, nach Photographie in etwa 12facher Vergrösserung).

Bromkalium verhielt sich ebenso. Bei Chlorkalium entstanden Oktaëder viel seltener als bei den beiden vorigen, und die Lagerung, namentlich der etwas grösseren (mikroskopischen) Kryställchen war nicht immer regelmässig, an manchen Stellen aber wurden ebenfalls sehr zierliche Verwachsungen derselben Orientirung wie vorher beobachtet. Versuche mit Chlornatrium dagegen waren ganz erfolglos; auch als der Lösung etwas Harnstoff hinzugefügt war, der bekanntlich die Bildung von Oktaëdern begünstigt, zeigten die entstandenen, nach einer Fläche z. Th. tafeligen Oktaëder keine gesetzmässige Orientirung zum Glimmer.

Auf Biotit von „Italien“ (wahrscheinlich Vesuv, sehr dunkler Meroxen mit kleinem Axenwinkel) entstanden, wenn recht verdünnte Jodkaliumlösung auf ihm eintrocknete, neben Würfeln und unregelmässig gelagerten mikroskopisch grossen Oktaëdern auch sehr feine oktaëdrische Wachstumsformen, deren Oktaëderkanten wie vorher den Strahlen der Schlagfigur in zwei Stellungen parallel laufen, wie namentlich im auffallenden Licht gut zu erkennen war.

#### 26. Kalkspath mit Quarz.

Diese Verwachsung ist zuerst 1836 von BREITHAUP<sup>1</sup> beobachtet und etwas später<sup>2</sup> auch abgebildet und wie folgt beschrieben: „Sehr merkwürdig ist die Verwachsung des Quarzes mit Kalkspath . . . , wodurch ersterer ein merkwürdiges Drillingsgesetz annimmt. Die Flächen +R des ersteren liegen parallel den Flächen  $-\frac{1}{2}R$  des letzteren und die Axendiagonalen dieser zwei so ganz verschiedenen Rhomboëder sind ebenfalls parallel“ (Fig. 30). Als Fundorte führt er an: Schneeberg und Grube Sträusschen im Saalwalde bei Lobenstein<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> BREITHAUP, Handb. I. 309. 1836.

<sup>2</sup> BREITHAUP, Das. III. 673. Fig. 344. 1847.

<sup>3</sup> Diese Mittheilungen von BREITHAUP scheinen fast vergessen gewesen zu sein, obwohl sie, wenn auch meist unvollständiger und untermengt mit Unrichtigem, mehrfach wiederholt sind. Vergl. darüber Eck, dies. Jahrb. 1876. p. 405.

ECK<sup>1</sup> zeigte dann, ohne die BREITHAUPt'sche Angabe zu kennen, dass die von G. ROSE<sup>2</sup> als Zwillinge nach  $\{10\bar{1}1\}$  beschriebenen Quarze von Reichenstein in Schlesien auf Kalkspath der Form  $\{01\bar{1}2\}$  so aufgewachsen sind, dass je eine Fläche von  $\{10\bar{1}1\}$  des Quarzes je einer Fläche von  $\{01\bar{1}2\}$  des Kalkspaths und je eine Nebenaxe beider parallel liegen. Da die Quarze nach diesem mit dem von BREITHAUPt angegebenen identischen Gesetze auf jeder Fläche des Kalkspaths in zwei, in Bezug auf die Normale von  $\{10\bar{1}1\}$  des Quarzes hemitropen Stellungen vorkommen, erscheinen sie wie Zwillinge nach  $\{10\bar{1}1\}$ , zumal sie in dem Vorkommen von Reichenstein den Kalkspath völlig bedecken (indessen sind Verf. auch Gruppen von Reichenstein bekannt geworden, auf welchen viele kleine Quarze dicht gedrängt den Kalkspath in ähnlicher Weise überkleiden, wie es BREITHAUPt abbildet; Münster'sche Sammlung). Nach einer späteren Mittheilung von ECK (dies. Jahrb. 1876. p. 408) ist an den Quarzen von Reichenstein zu beobachten, dass auch solche Quarze, welche nicht auf  $\{01\bar{1}2\}$ , sondern auf  $\{10\bar{1}0\}$  aufgewachsen sind, dieselbe gesetzmässige Lagerung haben<sup>3</sup>.

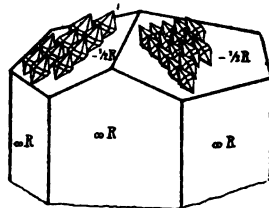


Fig. 30.

Weitere Mittheilungen über dieses Vorkommen machte später noch R. B. HARE<sup>4</sup>. Darnach sind derartige Überwachsungen auf der Grube Reicher Trost durchaus nicht selten, und meist treten zu den drei inneren<sup>5</sup> alle drei äusseren Quarzindividuen hinzu, letztere dann meist tafelig nach jener Prismenfläche, welche in der mit dem Kalkspath gemeinsamen Zone liegt.

<sup>1</sup> ECK, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 18. 426. 1866.

<sup>2</sup> G. ROSE, Pogg. Ann. 83. 461. 1851.

<sup>3</sup> Diese Beobachtung rührt von WEBSKY her; nach HARE (vergl. unter 4) handelt es sich um  $\{0.16.\bar{1}\bar{6}.1\}$ .

<sup>4</sup> R. B. HARE, Dissert. Breslau 1879, nach Ref. in Zeitschr. f. Kryst. 4. 298. 1880.

<sup>5</sup> Als „innere“ Quarze sind jene drei bezeichnet, welche ihre Polecke der Polecke des Kalkspaths zuwenden; als „äussere“ die dazu nach der mit dem Kalkspath gemeinsamen Fläche hemitropen.

Verwachsungen im Habitus ähnlich denen von Reichenstein machten FRENZEL und G. vom RATH<sup>1</sup> auch von Schneeberg (Grube Wolfgang Maassen) bekannt und bildeten dieselben auch ab (Fig. 31, 32; in letzterer sitzt auf jeder Fläche von  $\{01\bar{1}2\}$  nur ein einziger Quarzkrystall, und zwar so, dass seine Polecke der des Kalkspaths zugewendet ist).

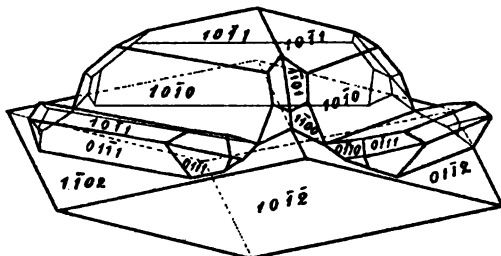


Fig. 31.

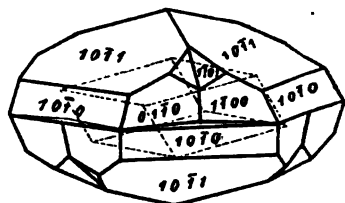


Fig. 32.

Ausgezeichnete, anscheinend sehr regelmässige Bildungen derart beschrieb dann ferner E. S. DANA<sup>2</sup> aus dem Yellowstone Nat. Park (Specimen Mountain). Der Kalkspath hat auch hier die Form  $\{01\bar{1}2\}$  und der Quarz bildet eine zusammenhängende, nahezu glatte und nur  $\frac{1}{2}$  mm dicke Perimorphose um denselben; die Quarze wenden ihre Polecke der des Kalkspaths zu (Fig. 33,  $R = \{01\bar{1}1\}$ ,

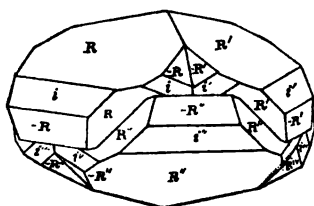


Fig. 33.

—  $R = \{01\bar{1}1\}$ ,  $i = \{010\}$ ). DANA zeigt zugleich, dass die Stellung der Quarze sich sehr jener nähert, welche durch eine Zwillingbildung nach  $\{11\bar{2}1\}$  hervorgebracht werden würde, und zwar würden dann zwei anliegende Krystalle nach

dieser Zwillingsebene, zwei gegenüberliegende mit einer dazu normalen Ebene verwachsen sein. DANA neigt zu der Ansicht, dass diese Annäherung an einfache Zwillingsslage theilweise die Ursache für diese merkwürdige Verwachsung sei.

Endlich hat neuerdings G. CÉSARO<sup>3</sup> berichtet, dass bei

<sup>1</sup> FRENZEL und G. vom RATH, Pogg. Ann. 155. 22. 1875.

<sup>2</sup> E. S. DANA, Zeitschr. f. Kryst. 1. 40. 1877.

<sup>3</sup> G. CÉSARO, Ref. Zeitschr. f. Kryst. 24. 618. 1895, dies. Jahrb. 1895. II. - 410-.

Chokier Kalkspathe der Form  $\{10\bar{1}0\}$ .  $\{01\bar{1}2\}$  vorkommen, bei denen auf jeder Fläche  $\{01\bar{1}2\}$  ein Quarzkrystall wie vorher aufgewachsen ist. Die Quarze sind tafelig nach der mit dem Kalkspath gemeinschaftlichen Rhomboëderfläche. Ob beide nach diesem Gesetz möglichen Orientirungen vorkommen, ist nicht angegeben. Die auf den Prismenflächen aufgewachsenen Quarze sind hier nicht gesetzmässig orientirt.

Wie bereits Eck ganz richtig bemerkt, kann es nach dem Obigen keinem Zweifel unterliegen, „dass wir die Entstehung der verschiedenen Gruppierung der drei Quarzzwillinge lediglich der gesetzmässigen Verwachsung zwischen den Krystallen des jüngeren Quarzes und des Kalkspaths zuzuschreiben haben;“ es kann aber doch die Frage aufgeworfen werden, „ob wir den Grund für die Entstehung der zwillingsartigen Verwachsung je zweier Quarzindividuen ebenfalls lediglich in ihrer gesetzmässigen Aufeinanderlagerung zu suchen, oder ob wir anzunehmen haben, dass das zweite, auf derselben Fläche des ersteren stumpferen Kalkspathrhomboëders sich anlegende Quarzindividuum nicht durch den Kalkspath, sondern durch das bereits vorhandene Quarzindividuum veranlasst wird, die zwillingsartige Stellung zu diesem anzunehmen. In dem letzteren Falle, also bei Verwachsung nach einem dem Quarz eigenen Zwillingsgesetze, würden wir postuliren können, Quarzzwillinge mit gemeinschaftlicher Hauptrhomboëderfläche auch dort zu finden, wo von einer Prädestinirung der Lage des zweiten Individuums durch eine Kalkspathunterlage nicht die Rede sein kann...“

Da die Symmetrie des Kalkspaths den Quarz auf  $\{01\bar{1}2\}$  in nur einer Orientirung verlangt, muss man, bis nachgewiesen wird, dass die Quarze auch, ohne miteinander in Contact zu sein, in hemitroper Stellung auf derselben Fläche  $\{01\bar{1}2\}$  vorkommen, meines Erachtens annehmen, dass es sich um wirkliche Zwillinge handelt, welche aber, weil sonst nicht bekannt, anscheinend nur unter Beihilfe des orientirenden Einflusses der Kalkspathoberfläche entstehen.

## 27. Kalkspath mit Eisenglanz.

An einer Pseudomorphose von Eisenglanz nach einem Kalkspathzwilling nach  $\{0001\}$  der Form  $\{10\bar{1}1\}$  von Alten-

berg i. S. beobachtete G. ROSE<sup>1</sup>, dass die 1—2 Linien grossen Rhomboëder von Eisenglanz in jedem Kalkspath in paralleler Stellung hinter- und übereinander lagen, und zugleich so, dass die Ebenen {1120} im Kalkspath und Eisenglanz parallel waren

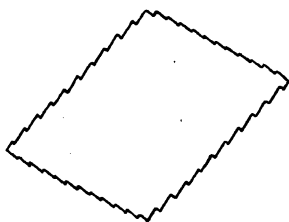


Fig. 34.

(Fig. 34, Durchschnitt des als einfach gedachten Kalkspathrhomboëders parallel {1120}). Nach dieser Figur sind zugleich die positiven Rhomboëder beider Minerale nach derselben Seite der Axe  $c$  geneigt. Die ganze Pseudomorphose ist  $1\frac{1}{2}$  Zoll gross. (Da von Kalkspath nichts mehr vorhanden war, scheint

es nicht ausgeschlossen, dass ursprünglich eines der anderen rhomboëdrischen Carbonate vorlag, zumal bei ihnen Zwillinge dieser Form häufiger als bei Kalkspath zu sein pflegen.)

## 28. Kalkspath mit Dolomit.

Parallelverwachsungen dieser Art werden öfter angegeben und sind vermuthlich sehr verbreitet. HAIDINGER<sup>2</sup> erwähnt Überzüge von Dolomit auf Kalkspath von Joachimsthal und Hodritsch, ebenso von Magurka Braunspath mit kleinen Kalkspathen besetzt. KENNGOTT<sup>3</sup> beobachtete bei Niederärnen im Binnenthal anscheinend eisenreichen Dolomit {1011}, aussen besetzt mit grauen Kalkspathskalenoëdern (2131), ferner am Laibach Dolomit mit weissen Kalkspathen der Form {0112} besetzt. Nach SADEBECK<sup>4</sup> findet sich bei Schemnitz Kalkspath von Braunspath bedeckt. TRAUBE<sup>5</sup> schloss aus den Ätzfiguren auf Spaltflächen, dass unter den Carbonaten auf der Chromitlagerstätte Tampadel im Zobtengebirge Verwachsungen von Dolomit und Calcit vorkommen. K. FRANKE<sup>6</sup> fand solche Parallelverwachsungen in den Pseudomorphosen von Dolomit nach Kalkspath von Rodna und ich selbst beobachtete Um-

<sup>1</sup> G. ROSE, Pogg. Ann. 91. 152. 1854.

<sup>2</sup> HAIDINGER, Handb. p. 278. 1845.

<sup>3</sup> KENNGOTT, Minerale d. Schweiz. p. 302. 1866.

<sup>4</sup> SADEBECK, Angew. Kryst. p. 244. 1876.

<sup>5</sup> TRAUBE, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 46. 56. 1894.

<sup>6</sup> FRANKE, Zeitschr. f. Kryst. 30. 664. 1899.



wachungen von Kalkspath der Form  $\{0112\}$  .  $\{0881\}$  (ca.) durch Dolomit von Raibl bei Bleiberg.

Welche Richtungen und Flächen bei diesen Parallelverwachsungen genau parallel liegen und in wie viel Orientirungen die bekanntlich nicht gleich symmetrischen Componenten vorkommen, ist bisher nicht festgestellt.

### 29. Kalkspath mit Natronsalpeter.

Hinsichtlich dieser schon sehr lange bekannten Verwachsung<sup>1</sup> stimmen gleichwohl die Angaben über die genaue Orientirung nicht überein. FRANKENHEIM<sup>2</sup> giebt eine ganze Reihe verschiedener Stellungen an, bei welchen die Natronsalpeterkrystalle z. Th. zwillingsartig in Bezug auf die mit dem Kalkspath gemeinsame Spaltfläche orientirt sind, indessen scheint er genaue Messungen nicht angestellt zu haben. Nach SENARMONT<sup>3</sup> und KOPP<sup>4</sup> soll die Verwachsung mit parallelen Axen stattfinden. Nach meinen eigenen Beobachtungen (dies. Jahrb. 1897. II. p. 74) an Spaltungsstücken von Kalkspath liegt je eine Spaltfläche beider Krystalle genau parallel, während die weitere Orientirung nicht mit Sicherheit festzustellen war; anscheinend ist aber ausserdem eine Polkante gemeinsam, zugleich so, dass die Polecken einander zugewandt sind. Da nach SENARMONT<sup>3</sup> die Überwachsungen sich auch auf Flächen  $\{0112\}$ ,  $\{0221\}$ ,  $\{1010\}$  und  $\{2131\}$  des Kalkspaths bilden, scheint es wünschenswerth, die Überwachsungsversuche auf gut ausgebildeten Krystallflächen von Kalkspath zu wiederholen, um festzustellen, ob die Orientirung hier dieselbe bleibt.

### 30. Dolomit mit Natronsalpeter.

Nach einer Angabe von G. ROSE<sup>5</sup> hat MITSCHERLICH mit bestem Erfolge Dolomit von Traversella von Natronsalpeter überwachsen lassen. TSCHERMAK<sup>6</sup> bemerkt indessen, dass sich

<sup>1</sup> Vergl. zahlreiche Literaturangaben bei ARZRUNI, Phys. Chem. d. Kryst. p. 214. 1893.

<sup>2</sup> FRANKENHEIM, Pogg. Ann. **37**. 519. 1836.

<sup>3</sup> SENARMONT, Compt. rend. **38**. 105. 1854.

<sup>4</sup> KOPP, Ber. d. deutsch. chem. Ges. **12**. 917. 1879.

<sup>5</sup> G. ROSE, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1871. 104.

<sup>6</sup> TSCHERMAK, Min. u. petr. Mitth. **4**. 118. 1881.

Dolomit viel seltener mit Krystallen von  $\text{NaNO}_3$  bedeckt als Kalkspath, obwohl sein Polkantenwinkel ( $106^\circ 12'$ ) dem des Natronsalpeters ( $106^\circ 33'$ ) viel näher liegt als der des Kalkspaths ( $105^\circ 5'$ ). Bei Magnesit und Eisenspath gelang TSCHERMAK die Überwachsung überhaupt nicht.

### Anhang.

Die Umwandlung des Nephelins in Cancrinit geht nach LACROIX (Min. de la France, I. 498. 1893/5) im Allgemeinen so vor sich, dass der gebildete Cancrinit innerhalb desselben Nephelinkrystalls einheitlich ist, und zwar sind häufig beide parallel orientirt (Vorkommen von Pouzac).

#### 31. Eisenglanz (und Titaneisen) mit Rutil.

Diese Verwachsung ist bereits von BREITHAUP<sup>1</sup> im Wesentlichen richtig erkannt. Darnach durchkreuzen sich die Hauptaxen der Rutilen unter  $60^\circ$ , ihr (100) ist parallel {0001}, ihr {101} parallel {10 $\bar{1}$ 1}. Von den beiden letzten Bedingungen wird natürlich nur eine streng erfüllt; nehmen wir an die erste, so ist {10 $\bar{1}$ 1} : {101} =  $0^\circ 24'$ . HAIDINGER<sup>2</sup> gab eine ziemlich schematische Abbildung und bemerkt später<sup>3</sup>, „man könnte wagen die Hypothese aufzustellen, dass zuerst ein Krystall von Ilmenit gebildet wurde, welcher später unter veränderten Verhältnissen in seine Bestandtheile zerfiel; das Eisenoxyd zog sich fester in das Innere zusammen, das Titanoxyd vereinigte sich als Rutil an der Oberfläche der Krystalle.“ Nähere Messungen an dem Vorkommen vom Cavradi sind dann von G. VOM RATH<sup>4</sup> vorgenommen. Er bestätigt das BREITHAUP<sup>1</sup>-sche Verwachsungsgesetz; die Rutilen zeigen vorherrschend zwei Flächen  $\infty P_3$  {130} entwickelt (Fig. 35 und 36, letztere nach TSCHERMAK's Lehrbuch), und zwar diejenigen, welche der Fläche {0001} zunächst liegen; „die Rutilen haben sich, fast möchte man sagen, durch die Anziehung des Eisenglanzes zu kleinen Lamellen ausgebreitet“. Verwachsungen derselben Art, bei welchen aber der Eisenglanz stark zurücktritt, beschrieb G. VOM RATH später<sup>5</sup>, dann auch vollständige Pseudo-

<sup>1</sup> BREITHAUP, Handb. I. 309. 1836; III. 794. 1847.

<sup>2</sup> HAIDINGER, Handb. p. 281. 1845.

<sup>3</sup> HAIDINGER, Sitz.-Ber. Wien. Akad. 1853. p. 92.

<sup>4</sup> G. VOM RATH, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 14. 413. 1862.

<sup>5</sup> G. VOM RATH, Pogg. Ann. 152. 21. 1874.

morphosen von Rutil derselben Stellung nach Eisenglanz von der Alp Lercheltiny im Binnenthal<sup>1</sup> (Fig. 37), er machte zugleich darauf aufmerksam, dass bei dieser Verwachsung noch andere Flächen von Rutil und Eisenglanz nahe parallel werden, nämlich je zwei Flächen  $\{2243\}$  (Randkante  $57^{\circ} 33'$ ) mit je zwei Flächen  $\{111\}$  (Polkante  $56^{\circ} 52\frac{1}{2}'$ ) (Fig. 36, in der-

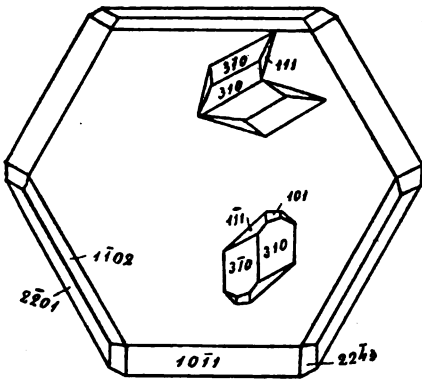


Fig. 35.

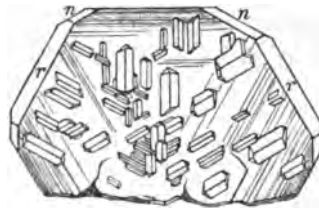


Fig. 36.

selben ist  $h = \{100\}$ ,  $M = \{110\}$ ,  $l = \{120\}$ ,  $o = \{111\}$ ,  $t = \{101\}$ . Nach PELIKAN<sup>2</sup> sind die Rutilen stets nur auf  $\{0001\}$  aufgewachsen, nicht auch auf anderen Flächen des Eisenglanzes<sup>3</sup>.

Mikroskopische Verwachsungen beider Minerale, welche anscheinend demselben Gesetze folgen, indessen Messungen



Fig. 37.

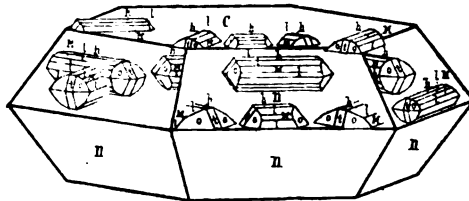


Fig. 38.

nicht zulassen, beschrieb GYLLING (dies. Jahrb. 1882. I. p. 163) aus dem Glimmerschiefer von Kunsamo und Paldamo im nördlichen Finnland und CATHREIN<sup>4</sup> aus Wildschönauer Schiefer

<sup>1</sup> G. VOM RATH, Zeitschr. f. Kryst. 1. 13. 1897.

<sup>2</sup> PELIKAN, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 16. 52. 1896.

<sup>3</sup> Die nach VOM RATH copirte Fig. 38, in welcher die Rutilen auch auf den Flächen  $\{2243\}$ , z. Th. in 3 Orientirungen, erscheinen, ist eine „ideale“ und bezieht sich auf die Pseudomorphosen.

<sup>4</sup> CATHREIN, Zeitschr. f. Kryst. 6. 248. 1882.

(mit Titaneisen). Ferner handelt es sich vermuthlich um solche regelmässige Verwachsungen in den von RENARD (dies. Jahrb. 1885. II. -55- und 1889. I. -17-) unter anderen aus der Gegend von Laifour beschriebenen Ilmenit oder Eisenglanz führenden Phylliten. In sehr feinen Nadeln über die Kanten von Titaneisentäfelchen vorragend beobachtete WICHMANN<sup>1</sup> den Rutil am Schwarzenkopf bei Fusch in Tirol. Vom Krufter Ofen am Laacher See beschrieb diese Verwachsung BUSZ<sup>2</sup> auf sogen. sublimirtem Eisenglanz.

Ob auch Titaneisen in feinen Häutchen im Rutil regelmässig eingelagert vorkommt, wie v. LASAULX<sup>3</sup> anzunehmen geneigt ist, scheint zweifelhaft.

#### Anhang.

1. Korund mit Rutil. TSCHERMAK (Min. u. petr. Mitth. 1. 363. 1878) beobachtete u. d. M. in Korund von Ceylon Einschlüsse tetragonaler, nicht sehr kleiner Kryställchen, welche er ebenso wie feine braune zu hexagonalen Netzen angeordnete Nadelchen für Rutil hielt. Die Längsrichtung der Kryställchen und Nadelchen lag parallel der Kante (0001:1120), weitere Orientirung nicht bestimmt. — Ähnliche Nadelchen, welche den Asterismus mancher Korunde bedingen, fand PRINZ (dies. Jahrb. 1883. II. -157-) in Rubin; v. LASAULX (Zeitschr. f. Kryst. 10. 353. 359. 1885) hielt solche Einschlüsse, welche im Korund von Miask aber parallel der Kante (1010:0001) gelagert waren, nicht für Rutil, sondern für Infiltrationen einer braunen Substanz in entsprechend gerichtete Interstitien.

2. Katapleit mit Zirkon. BRÖGGER (Zeitschr. f. Kryst. 16. 105. 1890) beobachtete auf Låven, dass in den bereits von P. C. WEIBYE aufgefundenen Überwachsungen des Katapleit durch Zirkon die letzteren anscheinend eine regelmässige Stellung einnahmen. Eine Fläche {111} des Zirkon ist ungefähr parallel der Fläche {0001} des Katapleit, eine Mittelkante von {111} hauptsächlich parallel den drei Richtungen (1011:0001).

#### 32. Proustit mit Markasit.

BREITHAUP<sup>4</sup> beobachtete einen Krystall von Proustit von Ungarn so mit Markasit verwachsen, dass die Prismenkante

<sup>1</sup> WICHMANN, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 8. 339. 1887. Nach den dort gemachten Angaben ist indessen die Längsrichtung der Rutil nicht senkrecht zu den Kanten {0001:1011}, sondern parallel denselben; die Verwachsung wäre also von der sonst beschriebenen verschieden. In den von GYLLING und CATHREIN beschriebenen Vorkommen ist die Orientirung in (0001) nicht sicher, bezw. überhaupt nicht festgestellt.

<sup>2</sup> BUSZ, Zeitschr. f. Kryst. 19. 25. 1891.

<sup>3</sup> v. LASAULX, Zeitschr. f. Kryst. 8. 61. 1884.

<sup>4</sup> BREITHAUP, Paragenesis, p. 255. 1849.

des letzteren den Polkanten von  $\{10\bar{1}1\}$  und seine Makrodiagonale mit  $\{01\bar{1}2\}$  parallel war, die Prismen des Markasits demnach einen dreistrahligten Stern bildeten. Es ist zu bemerken, dass dabei die Prismenflächen des Markasits fast in ein Niveau fallen mit den Flächen des Grundrhomboëders des Proustits ( $10\bar{1}1 : 01\bar{1}1 = 107^\circ 48'$ ,  $110 : 1\bar{1}0 = 105^\circ 5'$ ). v. ZEPHAROVICH (Min. Lexikon) erwähnt die Verwachsungen nicht.

### 33. Kalkspath mit Aragonit.

a) In den grossen, zuerst von FICHTEL beobachteten Pseudomorphosen von Kalkspath nach Aragonitdrillingen von der Emericus-Grube bei Offenbanya fand G. ROSE<sup>1</sup> folgende Gruppierung beider Minerale. Die Aragonite sind Durchkreuzungsdrillinge nach  $\{110\}$  mit  $3 \times 2$  ausspringenden Winkeln von  $116^\circ 16'$  und 2 einspringenden von  $164^\circ 48'$ ; die Kalkspathe haben die Form  $\{2131\}$  und sind so verzwillingt, dass „die Zwillingsgrenze eine Fläche ist, welche senkrecht zu der Endkante von  $104^\circ 38'$  steht“<sup>2</sup>. Diese scharfe Polkante von  $\{2131\}$ , welche 2—3 Linien lang ist, liegt auf den drei Individuen des Aragonits parallel dessen Makroaxe, ausserdem die durch diese Kante gehende Symmetrieebene parallel dem Makropinakoid desselben. Es ist zu bemerken, dass solcher Stellungen auf jedem Aragonit zwei verschiedene möglich sind, je nachdem die Kalkspathe die gemeinsame Polkante von  $\{2131\}$  nach aussen kehren oder damit auf dem Aragonit aufgewachsen sind; G. ROSE zeichnet nur die erste Orientirung (Fig. 39); es wäre von Interesse, zu ermitteln, ob auch auf den Seitenflächen und der Unterfläche des Aragonits nur diese vorkommt.

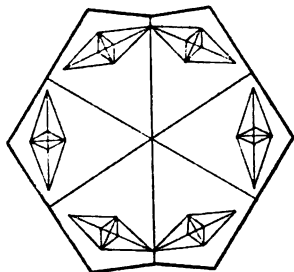


Fig. 39.

<sup>1</sup> G. ROSE, Pogg. Ann. 91, 149. 1854.

<sup>2</sup> Die Zwillingsfläche ist also  $\{02\bar{2}1\}$ , oder Zwillingsaxe die scharfe Polkante von  $\{2131\}$ , die Verwachsungsfläche dagegen wäre irrational, nahezu aber  $\{10\bar{1}2\}$ .

b) Eine ganz andere Orientirung von Kalkspath zum Aragonit, ebenfalls in Pseudomorphosen nach letzterem, beobachtete G. vom RATH<sup>1</sup> an einem Stück der KRANTZ'schen Sammlung von Herrngrund. Die Pseudomorphose bildet im Rohen ein sechsseitiges Prisma mit gerader Endfläche von 9 : 10 cm; zwei gegenüberliegende Prismenflächen zeigen aber einspringende Kanten, woraus auf Zwillingsverwachsung dreier Individuen geschlossen wird. Der Kalkspath der Form  $\{10\bar{1}1\}$  mit dem gewöhnlichen Skalenoëder dringt in einer mehrere Linien dicken Rinde in den Aragonit ein; auf den Prismenflächen steht die Hauptaxe der Rhomboëder parallel der Verticalaxe, und zu beiden Seiten jeder Prismenkante des Aragonits spiegeln ihre Flächen gleichzeitig ein, sind also parallel gestellt, während dies nicht mehr der Fall ist betreffs der auf derselben Prismenfläche sitzenden Krystalle. Es erscheinen vielmehr die auf der linken Hälfte der Fläche sitzenden Rhomboëder gegen die auf der rechten Hälfte um 60° gedreht. Die Stellung der pseudomorphen Calcitkrystalle verräth also dadurch die Zwillingsgrenzen der ehemaligen Aragonitindividuen selbst auf jenen Flächen, auf denen keine einspringenden Kanten erscheinen. Die Basisfläche des Aragonitdrillings zeigt keine regelmässige Anordnung der Calcitkrystalle, sie erscheinen hier vielmehr mehr gestört als auf den Prismenflächen.

Soweit G. vom RATH's Beschreibung; es geht daraus leider nicht hervor, wie die Nebenaxen des Kalkspaths zu den Kanten der Aragonitbasis gelegen sind, auch ist nicht verständlich, wie daraus, dass die Kalkspathe auf derselben (nur scheinbar einheitlichen) Prismenfläche in zwei um 60° gedrehten Stellungen vorkommen, auf Zwillingsbildung des Aragonits geschlossen werden kann, denn Zwillingsbildung nach  $\{110\}$  bewirkt eine Drehung um die Axe  $c$  um ca. 120°, nicht 60°, führt also die Kalkspathe nicht nahezu in Zwillingsstellung nach  $\{0001\}$ , sondern nahezu wieder in Deckung. Holoëdrische Symmetrie des Aragonits vorausgesetzt, muss man vielmehr erwarten, auch bei einem einfachen Krystall auf jeder Fläche seiner Prismenzone Kalkspathe, deren dreizählige Axe

<sup>1</sup> G. vom RATH, Sitz.-Ber. Niederrhein. Ges. Bonn. 17. 82. 1860.

parallel seiner Axe  $\bar{c}$  liegen, in mindestens<sup>1</sup> zwei, in Bezug auf (0001) zwillingsartigen Stellungen anzutreffen. Ist G. vom RATH's Beobachtung aber zutreffend, so muss man daraus auf Hemimorphie des Aragonits nach der Axe  $\bar{a}$  oder  $\bar{b}$  schliessen<sup>2</sup>. An einem derart hemimorphen Aragonitkrystall würden die Kalkspathe bei hemitroper Zwillingsbildung nach der Normalen von {110} in zwei um 60° (ca.) gegeneinander gedrehten Stellungen auf dieser erscheinen können<sup>3</sup>.

Die beschriebene Orientirung des Kalkspaths zum Aragonit scheint in den Pseudomorphosen selten zu sein, sie ist seit 1860 nicht mehr erwähnt, obwohl solche Pseudomorphosen in Sammlungen häufig sind. Auch sonst wird von regelmässiger Stellung des Kalkspaths zum Aragonit nichts berichtet, nur SANDBERGER<sup>4</sup> fand, dass im Basalt von Hohe im Westerwald Pseudomorphosen umgekehrter Art, Aragonit nach Kalkspath, vorkommen, in welchen die Aragonite spiessige Stückchen bilden, welche um die Hauptaxe des Kalkspaths regelmässig gruppiert und locker aufeinander gelagert sind; worin die Regelmässigkeit bestand, wird nicht angegeben.

### 34. Magnetkies mit Markasit (und Arsenkies).

Die erste Beobachtung von Verwachsungen dieser Art scheint von BREITHAUPt herzuführen; er zählt<sup>5</sup> unter den Pseudomorphosen auch solche von Markasit nach Magnetkies auf, „zelliger Schwefelkies, Rhombites ferreus, in schönen Pseudomorphosen nach Magnetkies, zugleich regelmässig

<sup>1</sup> Wenn nämlich eine Symmetrieebene des Kalkspaths dabei mit (010) oder (100) des Aragonits zusammenfällt, sonst in vier.

<sup>2</sup> Welche mir nach den bisherigen Untersuchungen nicht erwiesen scheint.

<sup>3</sup> Eine erneute Untersuchung dieses Stückes wäre von um so grösserem Interesse, als bekanntlich der Kalkspath bei seiner Entstehung aus Aragonit bei etwas oberhalb 400° sich ebenfalls mit seiner dreizähligen Axe parallel  $\bar{c}$  des Aragonits stellt, ohne dass man bisher die weitere Orientirung hätte beobachten können. Da die Kalkspathe an dem Stück von Herrgrund deutliche eigene Formen haben, ist hier natürlich nicht an blosses Paramorphosirung (Umlagerung im festen Zustande) zu denken.

<sup>4</sup> SANDBERGER, Pogg. Ann. 129. 472. 1866.

<sup>5</sup> BREITHAUPt, Paragenesis, p. 162 (No. 17 u. 19), p. 163 (No. 30 u. 34) und namentlich p. 164. 1845.

verwachsen: die prismatischen Flächen beider Systeme liegen parallel.“ Später hat KENNGOTT<sup>1</sup> dieselben Pseudomorphosen beobachtet und bemerkt, dass die ringsum aus den Säulenflächen des Magnetkieses hervorragenden kleinen Kryställchen (hier Arsenkies) einen starken Schimmer hervorbringen, wonach diese also anscheinend mindestens in Parallelstellung waren. Endlich erwähnt GROTH<sup>2</sup> von denselben Pseudomorphosen von Freiberg, dass die Säulenflächen des Magnetkieses sämtlich von der basischen Endigung parallel gestellter Arsenkieskrystalle gebildet werden. Die genaue Formulierung des Verwachsungsgesetzes erfolgte dann gleich-

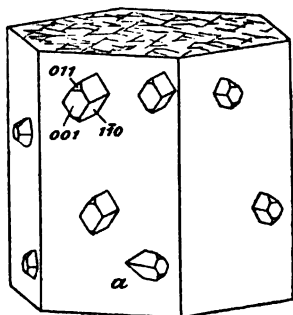


Fig. 40.

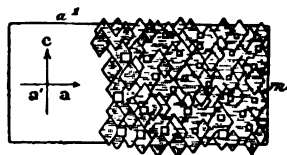


Fig. 41.

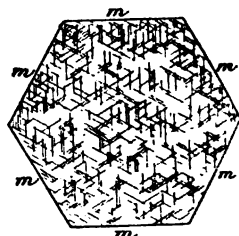


Fig. 42.

zeitig durch LACROIX<sup>3</sup> und Verf. (dies. Jahrb. 1897. II. p. 67). Darnach ist {001} des Markasits (Arsenkies) parallel {1010} des Magnetkieses, zugleich die Axe  $\tilde{a}$  des ersteren parallel der Kante (1010 : 0001). Der Markasit erscheint also in drei verschiedenen Orientirungen auf demselben Magnetkieskrystall, und zwar gleichzeitig in allen dreien auf der Fläche {0001} desselben, auf jeder Säulenfläche nach Verf. fast nur in einer Orientirung, so nämlich, dass die Basis des Markasits dieser Säulenfläche parallel liegt, selten wie bei  $a$  in Fig. 40; LACROIX bemerkt darüber nichts, zeichnet aber nur die eine Orientirung (Fig. 41).

<sup>1</sup> KENNGOTT, Sitz.-Ber. Wien. Akad. p. 467. 1854.

<sup>2</sup> GROTH, Min. Samml. d. Univ. Strassburg. p. 39, 40. 1878.

<sup>3</sup> LACROIX, Compt. rend. 125. 265. 1897 und Bull. soc. franç. de min. 20. 223. 1897; auch Minéralogie de la France. 2. 569.



für eine Säulenfläche,  $m = \text{Kante zu } 01\bar{1}0$ ; die kleinen Quadrate stellen Pyrit vor, vergl. No. 8). Die scharfen Kanten des Prismas des Markasits bedingen auf der Fläche  $\{0001\}$  eine senkrecht zu den Kanten  $(0001 : 10\bar{1}0)$  verlaufende hexagonale Streifung (Fig. 42). Bemerkenswerth erscheint, dass die Krystalle des Markasits sich der Zwillinglage nach  $\{101\}$  stark nähern, indem bei Drillingen darnach der Winkel der Axen  $\hat{c}$   $58^{\circ}52'$  und  $62^{\circ}16'$ , in der besprochenen Verwachsung dagegen  $60^{\circ}$  betragen soll.

Die Pseudomorphosen von Arsenkies nach Magnetkies stammen von der Grube Himmelsfürst bei Freiberg, die von LACROIX beschriebenen (Markasit nach Magnetkies) von der Grube Pontpéan, Ille-et-Vilaine, Bretagne. Bei diesem letzteren Vorkommen sind die Zwischenräume zwischen den Markasiten noch durch Eisenkies, und zwar ebenfalls in gesetzmässiger Stellung, ausgefüllt (Fig. 41, vergl. No. 8). Die dadurch hervorgerufene gesetzmässige Stellung auch zwischen Markasit und Pyrit stimmt nicht überein mit einer der beiden Stellungen, in welchen diese beiden Minerale miteinander sonst verwachsen (vergl. No. 20).

### 35. Dolomit mit Nemaphyllit.

Die von F. FOCKE<sup>1</sup> als Nemaphyllit bezeichnete natronhaltige und faserig-blättrige Varietät des Serpentin vom „Wildkreuzjoch im Zillerthal“ u. a. O. verwächst nach demselben regelmässig mit Dolomit. Längliche, streifenförmige Blättchen des Nemaphyllit sind mit ihrer Spaltfläche

entweder  $// \{10\bar{1}1\}$  so gelagert, dass ihre Faserrichtung (welche der Trace der optischen Axen in der Spaltfläche entspricht) den Kanten des Rhomboëders parallel geht (Fig. 43 a und 43 b),

oder  $// \{11\bar{2}0\}$ , dabei die Faserrichtung parallel der kurzen Diagonale des Rhomboëders (Fig. 43 c, Durchschnitt  $// \{11\bar{2}0\}$ ).

Der Nemaphyllit nimmt öfter so überhand, dass es scheint, als hätte er den Dolomit pseudomorphosirt; nach Focke ist indessen die Verwachsung eine primäre.

Anscheinend dieselben oder ähnliche Bildungen haben

<sup>1</sup> F. Focke, TSCHERMAK's Min. u. petrogr. Mitth. 21. 321. 1902.

bereits Haidinger und Blum vorgelegen. Ersterer erwähnt<sup>1</sup>: „krystallinischen Dolomit von Grossarl in Salzburg, welcher in drei verschiedenen Richtungen seinen Axenkanten parallel Asbestfäden eingewachsen enthält; einige derselben liegen

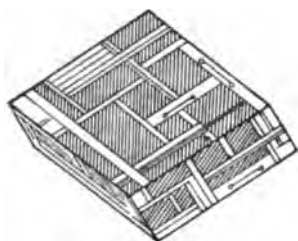


Fig. 43 a.

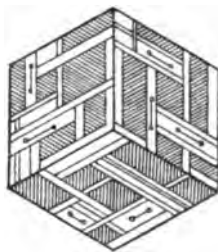


Fig. 43 b.

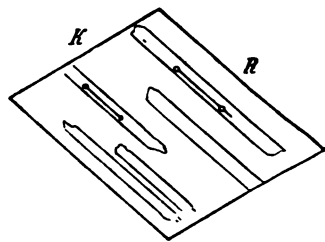


Fig. 43 c.

auch in den Theilungsflächen parallel der kurzen oder geneigten Diagonale der Rhomben.“ Blum<sup>2</sup> beschreibt sie als Pseudomorphosen von Talk nach Magnesitpath, ähnlich auch Verf. (dies. Jahrb. 1889. I. 231).

#### Anhang.

1. Die bräunlichen, gewöhnlich für Titaneisen angesehenen Blättchen, welche dem Hypersthen vielfach so massenhaft nach der Absonderungsfläche  $\{010\}$  eingelagert sind, scheinen gesetzmässig zu demselben gruppiert zu sein, indem die Umrisslinien des Titaneisens senkrecht zu  $\bar{c}$  und  $30^\circ$  dazu geneigt, verlaufen. Bemerkenswerth erscheint die auch durch die Zwillingsbildung nach  $\{101\}$  angezeigte pseudohexagonale Symmetrie des Hypersthens in  $\{010\}$  (vergl. auch Titaneisen mit Diallag, No. 36).

2. Titaneisen mit Olivin. Die Verwachsung ist, wenn überhaupt regelmässig, nur unvollständig bekannt. Nach Streng (dies. Jahrb. 1888. II. 196, 197. Taf. V Fig. 22—31) ist Titaneisen im Dolerit von Londerdorf bei Giessen mit Olivin so verwachsen, dass seine Basis parallel  $\{010\}$  des Olivins liegt. Aus dem nach der Axe  $\bar{a}$  lang gestreckten Olivin ragen die Täfelchen von Titaneisen lang heraus und senkrecht zu ihnen stehen wieder Olivinnädelchen in Parallelstellung zum ersten. Die Verwachsung ist nicht allein mikroskopisch, sondern auch an den in Hohlräumen aufgewachsenen Olivinen ganz gut zu erkennen. Streng erinnert dabei an Verwachsungen von Magnetit mit Olivin, welche von H. Reusch und Doss beschrieben, indessen ebenfalls nur unvollständig bekannt sind.

3. Korund mit Diaspor. Bei Campo longo, Tessin, findet sich nach Kenggott (Min. d. Schweiz. p. 146. 1866) Diaspor in prismatischen

<sup>1</sup> Haidinger, Handb. d. best. Min. p. 279. 1845.

<sup>2</sup> Blum, Pseud. II. Nachtr. p. 47. 1852.

bis strahligblättrigen Krystallen auf Korund in regelmässiger Anordnung, „auf den Prismenflächen quer, auf den Basisflächen kreuzweise unter  $60^\circ$  sich schneidend, entsprechend der trigonalen Streifung der Basisflächen fest aufgewachsen, z. Th. in den Korund eingelagert. Diese Art der Verwachsung würde ich mit derjenigen vergleichen, welche Rutil in und auf Eisenglanz zeigt. . . .“

### 36. Kalkspath mit Barytocalcit.

HAIDINGER<sup>1</sup> sah in Edinburgh Krystalle von Barytocalcit, welche „in möglichst paralleler Stellung“ an den Enden Krystalle von Kalkspath

trugen (Fig. 44 a u. 44 b). Der Kalkspath zeigt  $\{10\bar{1}1\} \cdot \{01\bar{1}2\} \cdot \{0221\} \cdot \{10\bar{1}0\}$ . Zwei Spaltungsflächen liegen nahezu parallel den Flächen  $\{\bar{1}11\}$  des Barytocalcits (Aufstellung nach MILLER; es ist  $(10\bar{1}1) : (01\bar{1}1) = 105^\circ 5'$ ,  $(\bar{1}11) : (\bar{1}\bar{1}1) = 106^\circ 54'$ ). Die Polkante jener beiden

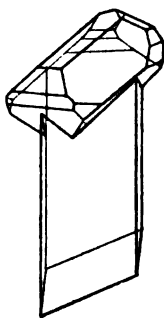


Fig. 44 a.

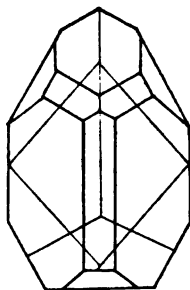


Fig. 44 b.

Rhomboëderflächen liegt parallel der Kante der Form  $\{\bar{1}11\}$ , zugleich so, dass die dritte Spaltfläche des Kalkspaths nahezu mit  $\{101\}$  zusammenfällt, ebenso die Axen  $\bar{c}$  miteinander ( $\bar{c} : (01\bar{1}2) = 63^\circ 45'$ ,  $\bar{c} : (101) = 61^\circ$ ).

### 37. Titaneisen mit Augit.

Die oben p. 384 erwähnten Einlagerungen im Hypersthen finden sich bekanntlich auch häufig in manchen Augiten (Diallagen), und zwar in derselben Stellung zu  $\{100\}$  und der Axe  $\bar{b}$  des Augits wie zu  $\{010\}$  und Axe  $\bar{a}$  beim Bronzit. STRENG (dies. Jahrb. 1888. II. p. 198) beobachtete auch anscheinend gröbere Verwachsungen dieser Art in Basalt von Londorf. Die als Titaneisen deutlich erkennbaren Täfelchen ragten zuweilen aus den Flächen  $\{\bar{1}11\}$  des Augits hervor. Makroskopische Verwachsungen dieser Art sind dann neuer-

<sup>1</sup> HAIDINGER, Handb. p. 279. 1845.

dings von LACROIX beschrieben<sup>1</sup>, und zwar aus dem blue ground von Monastery im Oranje-Freistaat. In dem Diopsid desselben liegen parallel der vollkommenen Absonderungsfläche (100) bis centimetergrosse Blättchen von Ilmenit, und zwar ihre Flächen {0001} parallel {100} des Diopsids, eine Seite ihres sechsseitigen Umrisses parallel der Axe  $\bar{b}$ . Die Verwachsung beider ist zuweilen geradezu schriftgranitartig.

Der Ilmenit ist besonders reich an Mg, also wohl an  $MgTiO_3$ ; dies scheint bemerkenswerth wegen der Analogie mit dem  $MgSiO_3$  des Diopsids und der auch durch die Zwillingbildung nach {122} angezeigten pseudohexagonalen Symmetrie des Augits in {100}. Es bedarf noch näherer Untersuchung, ob der hexagonale Umriss des Ilmenits den Kanten der Basis zum Rhomboëder oder zu Formen zweiter Stellung entspricht und ob beide nach dem Verwachsungsgesetz möglichen (aber ungleichen), in Bezug auf {0001} zwillingartigen Stellungen des Ilmenits vorhanden sind oder welche von beiden.

### 88. Dolomit mit Chlorit.

BREITHAUPT<sup>2</sup> beobachtete beide in regelmässiger Verwachsung vom Rothenkopf im Zillerthal. „Die Combination {0001} . {1011} des Chlorits steht mit {1011} des Dolomits

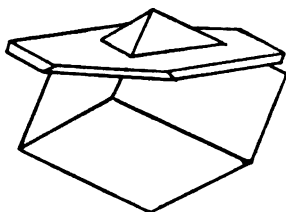


Fig. 45.

nach ihren Hauptaxen und Queraxen vollkommen parallel“ (Fig. 45). Wenn man dergleichen Verwachsungen zerschlägt, spiegeln „die Spaltungsrhomboëderflächen beider Substanzen ganz parallel“. Der Chlorit scheint nach BREITHAUPT's Beschreibung ein Pennin zu sein.

Dolomit mit blassgrünem Glimmer so verwachsen, dass die Basisflächen parallel liegen, giebt auch HÄIDINGER<sup>3</sup> von Grossarl in Salzburg unter den regelmässigen Verwachsungen an.

<sup>1</sup> LACROIX, Bull. soc. franç. de min. 21. 21. 1838.

<sup>2</sup> BREITHAUPT, Journ. f. Chem. u. Phys. von SCHWEIGER-SEIDEL. 55. 308. 1829.

<sup>3</sup> HÄIDINGER, Handb. p. 279. 1845.

## 39. Kalkspath mit Biotit.

An einer 12 : 5 cm grossen Biotitplatte von Monroe, New York (Meroxen mit kleinem Axenwinkel) fand Verf.<sup>1</sup> an 5 Stellen nach {0001} tafeligen Kalkspath eingelagert (Fig. 46, nach Photographie in ca. 1½ facher Vergrösserung). Die Kalkspathtafeln erreichen eine Breite bis zu 3 cm bei 2 mm Dicke, zeigen ausser der etwas matten Basis und Spaltflächen etwas wellige Randflächen ungefähr von der Lage {1010}. Auf der Basis herrscht eine trianguläre Streifung, herrührend



Fig. 46.

von Spaltrissen nach {1011} und Zwillingslamellen und Absonderungsflächen nach {0112}, sie geht den Drucklinien des Glimmers parallel. Gemessen wurde  $(0001 : 001) = 0^\circ 45'$ ,  $(1011 : 001) = 43^\circ 48'$ , ber.  $44^\circ 36'$ .

Die Orientirung des Kalkspaths ist eine doppelte, beide zwillingsgemäss nach {0001}, z. Th. ohne dass ein Zusammenhängen solcher Theile verschiedener Orientirung nachweisbar wäre. Aller eingelagerter Kalkspath der Platte zeigt diese gesetzmässige Lagerung.

<sup>1</sup> O. MÜGGE, Centralbl. f. Min. etc. p. 355. 1902.

## 40. Turmalin mit Glimmer.

a) Einschlüsse von Turmalin in Glimmer sind seit lange bekannt<sup>1</sup>. VOLGER<sup>2</sup> beobachtete sie massenhaft von makroskopischen bis höchst mikroskopischen Dimensionen in hellem Glimmer von Grafton, bei Hampshire und Haddam, Connecticut, und zwar in regelmässiger Lagerung: ihre Längsrichtung liegt in der Basis des Glimmers parallel der untergeordneten Spaltbarkeit, also wohl den Linien der Druckfigur. Sie bedingen nach ROSENBUSCH<sup>3</sup> zuweilen deutlichen Asterismus. G. LINCK<sup>4</sup> fand, dass Turmaline im Biotit aus Pegmatit des Veltlin tafelig nach {1120} und gestreckt parallel den Hauptaxen waren und letztere zwei Strahlen der Druckfigur parallel liefen.

b) LINCK beobachtete in dem genannten Vorkommen aber noch eine zweite Orientirung am Turmalin. Dieser war tafelig nach {0001}, diese Fläche parallel der Spaltung des Glimmers, zugleich die den Flächen {1120} entsprechenden Umrisslinien parallel den Drucklinien des Glimmers. Die gleiche Orientirung beobachtete Verf.<sup>5</sup> in einer grossen Muscovitplatte von Haddam, Connecticut<sup>6</sup>.

## 41. Eisenglanz (und Titaneisen) mit Glimmer.

BREWSTER<sup>7</sup> erkannte wohl zuerst, dass der Asterismus mancher Glimmer (Irkutsk) durch mikroskopische, regelmässig gelagerte Einschlüsse bewirkt wird, welche ihm Titaneisen zu sein schienen. G. ROSE<sup>8</sup> hat dann zahlreiche Glimmer der Art, namentlich Muscovite und Phlogopite untersucht (Pensbury und andere Orte in Pennsylvanien, New York, South Burgess, Grenville; Kassigiengoit und Ameragliks-Fjord in Grönland). Die Einschlüsse erscheinen als hexagonale

<sup>1</sup> NÖGGERATH, Sitz.-Ber. niederrhein. Ges. 7. Dec. 1859.

<sup>2</sup> VOLGER, Jahresh. d. Wetterauer Ges. p. 78. 1861/63. Hanau 1864.

<sup>3</sup> ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 1. 586. 1892.

<sup>4</sup> G. LINCK, Jenaische Zeitschr. f. Naturw. 33. 350. 1899.

<sup>5</sup> O. MÜGGE, Centralbl. f. Min. etc. p. 353. 1902.

<sup>6</sup> In derselben und anderen Platten sind andere Turmaline gestreckt // c, die Längsrichtung z. Th. einem Strahl der Schlagfigur, z. Th. der Druckfigur parallel, indessen die der Spaltfläche des Glimmers parallel liegende Ebene nicht zu erkennen, die meisten Turmaline aber liegen unregelmässig.

<sup>7</sup> BREWSTER, Trans. Roy. Soc. Part IV. 20. 550. 1853.

<sup>8</sup> G. ROSE, Monatsber. Berlin. Akad. 19. April 1869.

Krystalskelette (Fig. 47), deren Seiten meist den Strahlen der Schlag-, seltener der Druckfigur parallel sind (während ihre Tafelflächen der Spaltfläche parallel liegen). G. ROSE hielt diese Einschlüsse nach ihrer Form, Durchsichtigkeit und Farbe für Eisenglanz, indessen ist nicht zu leugnen, dass sie mindestens z. Th. Titaneisen, möglicherweise auch, wie DANA meinte, Magneteisen sein können. Die mikroskopisch-petrographischen Untersuchungen haben später die weitere Verbreitung solcher Einschlüsse kennen gelehrt.

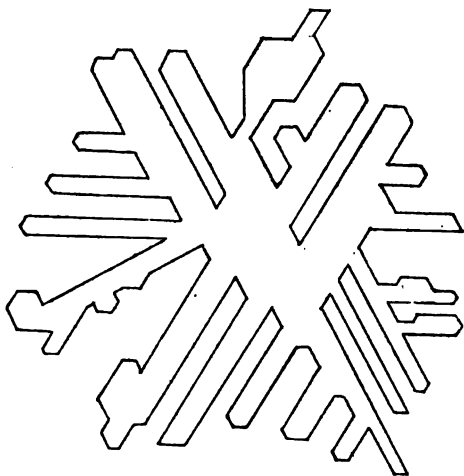


Fig. 47.

Anscheinend makroskopische Verwachsungen von corrodirtem Biotit mit Eisenglanz beschrieb LACROIX<sup>1</sup> aus Sanidiniten von Menet (Cantal). Der Eisenglanz hat die Form  $\{0001\} \cdot \{10\bar{1}1\}$ ; die Kanten seiner Tafelchen liegen parallel den Kanten zum Prisma am Biotit. Auch hier fehlt die Angabe, ob beide nach dieser Definition möglichen Stellungen des Eisenglanzes vorhanden sind.

#### 42. Glimmer mit Salpeter.

FRANKENHEIM erwähnt<sup>2</sup>, dass Natronsalpeter mit Glimmer regelmässig, ähnlich wie Jodkalium etc., verwachse, ohne über

<sup>1</sup> LACROIX, Bull. soc. franç. de min. 14. 316. 1891.

<sup>2</sup> FRANKENHEIM, Pogg. Ann. 37. 521. 1836. FRANKENHEIM erwähnt daselbst, ebenfalls ohne nähere Angabe, auch regelmässige Verwachsungen von Salpeter mit Gyps. Ich habe solche nicht erhalten.

die Art der Lagerung Näheres anzugeben. Nach Versuchen des Verf.'s<sup>1</sup> erhält man in der That auf Muscovit mit Leichtigkeit ganz ähnliche zierliche regelmässige Verwachsungen wie bei Jodkalium. Auch hier zeigen die grösseren Kryställchen u. d. M., wie die auf Glas erhaltenen, meist nur das Grundrhomboëder, die kleineren dagegen entwickeln sich tafelig nach der Basis, sind vielfach zwillingsartig nach derselben verwachsen und kommen auch unabhängig von einander in zwei Orientirungen derart vor, dass eine Kante zum Rhombo-

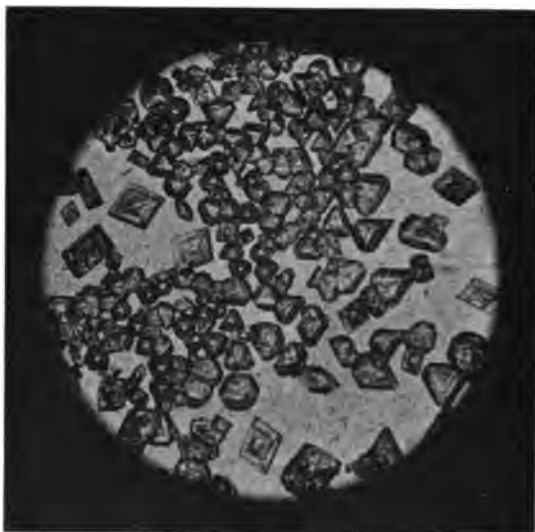


Fig. 48.

ëder senkrecht zur Trace der Ebene der optischen Axen, also parallel  $\{010\}$ , liegt (Fig. 48, nach Photographie in ca. 30facher Vergrösserung). Dabei reihen sich die gleichseitigen Dreiecke vielfach in den zu den vorigen senkrechten Richtungen aneinander, z. Th. einander halb umschliessend, z. Th. selbst ohne sich gegenseitig zu berühren und ohne noch deutliche Krystallumrisse erkennen zu lassen.

Auch die gegenüber  $\text{KNO}_3$  unbeständigen, kalireichen, rhomboëdrischen Mischkrystalle von  $\text{KNO}_3$  und  $\text{NaNO}_3$ ,

<sup>1</sup> O. MÜGGE, Centralbl. f. Min. etc. p. 355. 1902.



welche gern trigonale Wachstumsformen bilden, verhalten sich dem Glimmer gegenüber so wie reines  $\text{NaNO}_3$ .

### Anhang.

**Quarz und Orthoklas.** Die zahlreichen Angaben, welche sich auf die Verwachsung dieser Minerale beziehen, lassen ein bestimmtes Gesetz nicht erkennen; sie dürften alle unregelmässige Verwachsungen beider betreffen; dass bei der Häufigkeit solcher Vorkommen zuweilen gewisse Krystallelemente annähernd parallel liegen, wie z. B. in den von WOITSCHACH (bei TRAUBE, Min. Schles. p. 192, 193. 1888) beschriebenen Fällen beweist nicht die Gesetzmässigkeit der Stellung.

### 43. Zirkon mit Xenotim.

Die Verwachsung wurde zuerst von ZSCHAU (dies. Jahrb. 1855. p. 513) in den gangförmigen granitischen Gesteinen von Hitteröe beobachtet und ist durch die einfachen Beziehungen beider Minerale und die Regelmässigkeit der Ausbildung gleich ausgezeichnet, obwohl beide zwar grosse geometrische, aber keine chemische Ähnlichkeit aufweisen. Es liegen in beiden Krystallen die gleichnamigen krystallographischen Axen parallel, und da die Winkel der Grundpyramide nahezu übereinstimmen, auch die auftretenden Formen wesentlich dieselben sind, spiegeln alle nahezu gleichzeitig. Bei der in Fig. 49 dargestellten Gruppe war die Gestalt der Berührungsfläche beider Krystalle derartig, dass der Ytterspath gleichsam aus 4 Krystallen zusammengesetzt schien. Es kommt aber auch vor, dass ein kleiner Xenotim auf einem grösseren Malakon sitzt oder viele kleine Xenotime vorwiegend in die Flächen (100) des Malakons eingesenkt sind. Von noch anderem Habitus waren die Verwachsungen, welche BRÖGGER<sup>1</sup> von Berg in Råde und von Krageroe beschrieb; bei Krageroe sind die Xenotime, und zwar nur ihre Basisflächen, von zahlreichen Zirkonen bedeckt, die Pyramidenflächen frei; bei Råde die Pyramidenflächen bedeckt, die Polkanten häufig frei; die

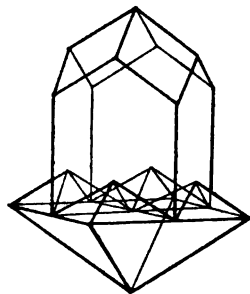


Fig. 49.

<sup>1</sup> BRÖGGER, Ref. Zeitschr. f. Kryst. 10. 498. 1885.

Zirkone sind dabei in der Regel nur aufgewachsen, nicht durchgewachsen. Bekannt ist diese Verwachsung ferner durch W. E. HIDDEN<sup>1</sup> geworden von Green river Post Office, Henderson Co., N.-Carolina; der säulenförmige Zirkon ist hier ringförmig von dicktafeligem Xenotim umgeben und durchwächst denselben (Fig. 50);

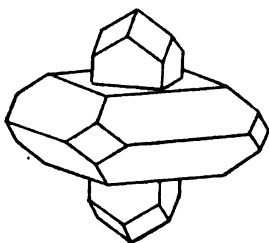


Fig. 50.

die Verwachsung scheint dort ebenfalls häufig zu sein. O. A. DERBY<sup>2</sup> endlich erkannte sehr kleine quadratische Kryställchen aus dem Verwitterungsgrus der Muscovitgranite von São Paulo und Minas Geraës an

ihrer Verwachsung mit Zirkon als Xenotim. Ob sich die Angabe von ROSENBUSCH<sup>3</sup> auch auf mikroskopische Verwachsungen der Art bezieht, ist nicht ersichtlich.

#### 44. Rutil mit Anatas.

In den unter dem Namen „Captivos“ bekannt gewordenen Pseudomorphosen von Rutil nach Anatas, welche namentlich im Diamantengebiet der Provinz Minas Geraës und am Flusse Sanarka im Gouvernement Orenburg vorkommen, erkannte M. BAUER<sup>4</sup> eine regelmässige Stellung der Rutilnadelchen zum Anatas, nachdem bereits früher WICHMANN<sup>5</sup> solche mit anderer Orientirung<sup>6</sup> der beiderlei Krystalle von Fusch in Tirol angegeben hatte und v. LASAULX<sup>7</sup> in solchen von Vannes und

<sup>1</sup> W. E. HIDDEN, Amer. Journ. of Sc. 36. 380. 1888.

<sup>2</sup> DERBY, ibid. 41. 309. 1891.

<sup>3</sup> ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 1. 358. 1892.

<sup>4</sup> BAUER, dies. Jahrb. 1891. I. 232; daselbst ist auch die ältere Literatur angegeben.

<sup>5</sup> WICHMANN, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 8. 338. 1887.

<sup>6</sup> Der Rutil erscheint sagenitartig, und es liegt eine der drei Kanten der Sagenitgruppe parallel der Kante (001 : 111) des Anatas, die ganze Sagenit-tafel (also eine Ebene {100} des Rutils) zugleich parallel {001} des Anatas.

<sup>7</sup> v. LASAULX, Zeitschr. f. Kryst. 8. 74. 1884. Bei diesem Vorkommen handelt es sich nach LACROIX (Bull. soc. franç. de min. 24. 426. 1901) weder um Pseudomorphosen, noch um Paramorphosen, sondern es ist zunächst aus Rutil Ilmenit entstanden und als aus diesem das Eisen entfernt wurde, blieb  $TiO_2$  in der Form von Anatas zurück.

SELIGMANN<sup>1</sup> in solchen vom Culm de Vi Parallellagerung von Rutilnadelchen in Anatas beobachtet hatten.

Die Captivos aus Brasilien zeigen die dem regulären Oktaëder ähnliche Form {112} (nur annähernd von E. BERTRAND gemessen; ebener Winkel der Flächen an der Polecke  $63^{\circ}49'$ , an den Randecken  $58^{\circ}54'$ , Umriss also annähernd gleichseitig); die Rutile sind feine, bündelweise parallel gelagerte Nadeln //  $\bar{c}$ , und zwar liegt diese Richtung senkrecht zu den Kanten von {112}, entweder nur zu einer einzigen, oder fleckenweise vertheilt zu zweien oder zu allen dreien. Dabei sind zugleich die Flächen von {110} des Rutils nahezu gleich geneigt zu {112}; es entstehen also sagenitähnliche Gruppierungen, deren Tafelfläche annähernd parallel den Flächen von {112} liegt. Meist ist neben Rutil noch Anatas vorhanden, die Abgrenzung beider zuweilen ziemlich unregelmässig, zuweilen auch bildet der Rutil eine etwa 1 mm dicke Rinde um einen Anataskern, manchmal auch scheint der Rutil in mikroskopisch feinen Theilchen in den Anataskern einzudringen. Die Beobachtungen im Dünnschliff sind mit der gegebenen Deutung der Verwachsung im Einklang.

Die uralischen Captivos haben nach BAUER eine noch mehr oktaëderähnliche Form, nämlich {335} (ebener Winkel an der Polecke  $57^{\circ}51\frac{1}{4}'$ , an den Randecken  $61^{\circ}4\frac{1}{4}'$ ). Die Rutilprismen waren hier bei zwei Krystallen so orientirt, dass sie auf einer Kante der Anataspyramide senkrecht standen, und zwar die auf einer Fläche sichtbaren Rutile stets nur zu einer Kante dieser Fläche, dabei für Fläche und Gegenfläche senkrecht zu derselben Kante; bei zwei benachbarten Flächen und ihren Gegenflächen lagen sie senkrecht zur Durchschnittskante beider, bei zwei anderen und ihren Gegenflächen dagegen nicht. Ein weiterer Unterschied gegen die brasilianischen ist, dass die Rutilnadeln den Flächen von {335} nicht parallel lagen, sie machten vielmehr da, wo sie senkrecht zur Kante zweier Flächen stehen, mit beiden sehr nahezu den gleichen Winkel, verliefen also parallel der zu jener Kante senkrechten krystallographischen Axe.

Bei dem in Fig. 51 abgebildeten Krystall schien ab eine

<sup>1</sup> SELIGMANN, Sitz.-Ber. niederrhein. Ges. Bonn. p. 118. 1885.

Randkante von  $\{335\}$  zu sein; die Rutilprismen auf den beiden vorderen und hinteren Flächen liegen parallel der Axe  $cc'$ ; auf den Flächen links oben und rechts unten liegen sie parallel der Axe  $bb'$ , auf den Flächen rechts oben und links unten endlich  $// aa'$ . Während bei diesem Krystall die Rutilprismen anscheinend den ganzen Krystall durchsetzen,

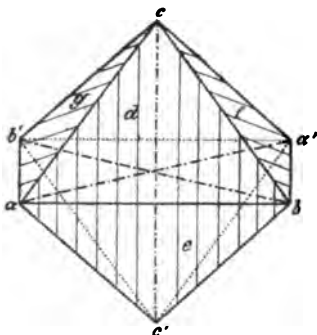


Fig. 51.

bildet bei einem anderen der Anatas noch eine der Oberfläche conforme Schale; die Rutilprismen des Kernes haben anscheinend dieselbe Lage wie vorher.

Wie aus Vorstehendem hervorgeht, ist zum mindesten bei dem uralischen Vorkommen die Verwachsung erst unvollständig bekannt, da man nicht weiss, wie die Nebenaxen des Rutil orientirt sind. Da ausserdem das Verwach-

sungsgesetz für die uralischen und brasilianischen Krystalle nicht übereinstimmt, beide auch von den Angaben WICHMANN'S abweichen und bisher nur wenige Krystalle untersucht sind, scheinen weitere Beobachtungen nöthig.

#### 45. Kupferkies mit Polybasit.

FRENZEL<sup>1</sup> erwähnt, dass Kupferkies nicht selten als Überzug, u. a. auch bei Polybasit, erscheint. Verf. (dies. Jahrb. 1897. II. p. 70) beobachtete den Kupferkies in hohlen Perimorphosen nach scheinbar hexagonalen Tafeln vom Habitus des Polybasits. Die Regelmässigkeit der Verwachsung verrieth sich dadurch, dass die mikroskopisch kleinen Kupferkiesfelderweise gleichzeitig einspiegeln und die geradlinigen parallel dem Umriss der hexagonalen Tafeln verlaufenden Grenzen dieser beiden Felder noch auf ein pseudohexagonales, nach  $\{110\}$  verzwillingtes Mineral hinweisen, welches das Innere füllte (jetzt befinden sich im Innern Kryställchen von Pyrargyrit). Die Kupferkiese liegen anscheinend mit einer Fläche  $\{111\}$  der Basis des Polybasits parallel und kehren eine grosse Sphenoid-

<sup>1</sup> FRENZEL, Min. Lex. v. Sachsen. p. 62 u. 236. 1866.

fläche derselben zu, eine dreieckige Spitze nach aussen. Im Übrigen scheinen an ihnen die Formen  $\{201\}$  und  $\{101\}$  zu herrschen, und zwar laufen die Combinationskanten der letzteren mit  $\{111\}$  den Kanten  $(001:110)$  bzw.  $(001:010)$  des Polybasits parallel (Fig. 52). Die Kupferkiese erscheinen aber in jedem der beiden genannten Felder, wahrscheinlich infolge Zwillingsbildung nach zwei (zu der mit dem Polybasit gemeinschaftlichen Fläche  $\{111\}$  annähernd senkrechten) Flächen von  $\{101\}$  in drei, ca.  $120^\circ$  gegeneinander gedrehten Stellungen.

Die Kupferkiese des einen Feldes sind ausserdem anscheinend in Zwillingsstellung nach  $\{111\}$  zu

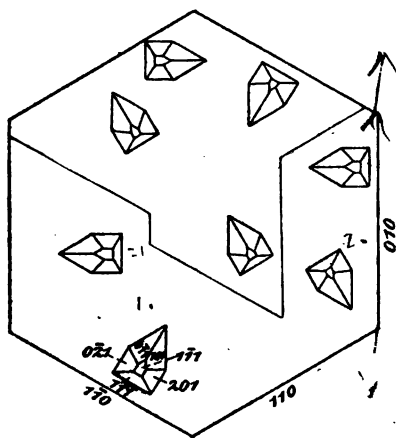


Fig. 52.

denen des anderen, wobei die geradlinige Grenze beider Felder durch die Grenzen der nach  $\{110\}$  verzwillingten Polybasite bestimmt wurden. Es ist indessen zu bemerken, dass dieser Gegensatz in der Orientirung des Kupferkieses auf den in Zwillingsstellung nach  $\{110\}$  befindlichen Polybasiten nur verständlich wird, wenn man den Polybasit als rhombisch-hemimorph nach  $\bar{a}$  oder  $\bar{b}$  oder als monoklin auffasst. Denn analog, wie bei der Verwachsung von Kalkspath-Aragonit (No. 33b) dargelegt wurde, müsste der Kupferkies auf der Basis eines rhombisch-holoëdrischen Krystalls an allen Stellen in zwei in Bezug auf die Normale seiner Fläche  $\{111\}$  hemitropen Stellungen erscheinen. PENFIELD<sup>1</sup> ist nun inzwischen auf Grund sorgfältiger Messungen wie nach dem Habitus zu der Überzeugung gekommen, dass der Polybasit in der That nicht rhombisch (und pseudo-hexagonal-holoëdrisch), sondern monoklin (und pseudorhomboëdrisch) ist, was also mit der obigen Verwachsungsart auf das Beste übereinstimmen würde.

<sup>1</sup> S. L. PENFIELD, Amer. Journ. of sc. (4.) 2. 24. 1896; auch Zeitschr. f. Kryst. 27. 72. 1897.

## 46. Rutil mit Brookit.

In den sogen. Paramorphosen von Rutil nach Brookit von Magnet Cove, Arkansas, erkannte G. vom RATH<sup>1</sup>, dass die auf {110} des Brookits liegenden Rutilite meist gesetzmässig zum Brookit gestellt seien. Es ist die Axe  $\hat{c}$  beider parallel, und eine Fläche von {100} parallel {100} des Brookits (Fig. 53). Damit sind auch die späteren optischen Beobachtungen von

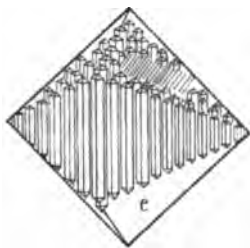


Fig. 53.

BAUER (dies. Jahrb. 1891. I. p. 225) im Einklang. Die Stellung der kleinen Rutilprismen ist aber nicht auf allen Flächen dieselbe, und auch auf derselben Fläche nicht constant, scheint überhaupt nicht streng gesetzmässig, wenn auch gewisse Flächen des Rutils sich der Lage gewisser Brookitflächen nähern.

Dass es sich bei den von HUSSAK (dies. Jahrb. 1898. II. p. 99) aus den Diamantsanden des Rio Cipó bei Diamantina beschriebenen Brookiten um eine Umwandlung in z. Th. regelmässig gelagerten Rutil handelt, scheint mir nach HUSSAK's Beobachtungen nicht ausgeschlossen, obwohl HUSSAK selbst nicht zu dieser Annahme neigt.

## Anhang.

Kupferkies mit Bournonit in regelmässiger Verwachsung giebt FRENZEL (Min. Lex. Sachsen. p. 48. 1874) von Alte Hoffnung Erbstollen zu Schönborn an, ohne indessen über die Art der Orientirung etwas mitzutheilen.

## 47. Rutil mit Glimmer.

Die so viel verbreiteten Einlagerungen von Rutil in Glimmer scheinen zu den regelmässigen Verwachsungen zu gehören. Aus den zahlreichen Mittheilungen über solche Einschlüsse<sup>2</sup> geht hervor, dass die Rutilite mit ihrer Axe  $\hat{c}$  meist parallel den Linien der Druck-, seltener auch der Schlagfigur

<sup>1</sup> G. vom RATH, Pogg. Ann. **158**, 407. 1876; auch dies. Jahrb. 1876. 397.

<sup>2</sup> Literaturangaben bei ROSENBUSCH, Mikr. Phys. **1**. 582 u. 587. 1892; ferner das. **2**. passim. Ausserdem vergl. G. H. WILLIAMS, dies. Jahrb. Beil.-Bd. II. 617 ff.

liegen. G. H. WILLIAMS beobachtete auch eine mehrfach sich wiederholende Zwillingsbildung an den Nadeln im Biotit des Diorits von Triberg, und maass den Winkel ihrer Längsrichtungen zu  $55^\circ$ . Daraus aber darf man schliessen, dass eine Fläche  $\{100\}$  des Rutils parallel der Spaltfläche des Glimmers liegt. Genau genommen liegen demnach vier Verwachsungsgesetze vor, bei allen ist eine Fläche  $\{100\}$  des Rutils //  $\{001\}$  des Glimmers, ausserdem die zweite Fläche  $\{100\}$ , entweder parallel den Strahlen der Druckfiguren, nämlich //  $\{100\}$  und //  $\{130\}$ , oder parallel den Strahlen der Schlagfigur, nämlich //  $\{010\}$  und //  $\{110\}$ <sup>1</sup>.

#### Anhang.

1. Melilith und Biotit sind nach BERWERTH (Ann. Naturhist. Hofmus. 8. p. 454. 1893) im Alnöt von Alnö vielfach so in- und aneinander gelagert, dass beide Basisflächen parallel sind. Nähere Angaben über die Orientirung fehlen.

2. Xenotim und Monazit kommen nach HUSSAK (TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 18. 346. 1899) unter den Begleitern des bahianischen Diamants so verwachsen vor, dass  $\{001\}$  des Xenotims mit  $\{100\}$  des Monazits parallel ist. Die Bildungen erscheinen scepterartig, indem die Xenotimkrystalle auf der Endfläche des Monazits aufgewachsen sind. Weitere Angaben fehlen.

3. Bei den Uranglimmern hat WILL. PHILLIPS nach WALKER (Amer. Journ. of Sc. 6. 41. 1898) gegenseitige Umwachsung (anscheinend von Tabernit und Autunit) beobachtet, welche, wenn diesen Krystallen in der That verschiedene Symmetrie zukommt, den Umwachsungen von Orthoklas und Albit zu vergleichen wäre. — Auch die von RINNE (Centralbl. f. Min. etc. p. 623 u. 712. 1901) als Metauranite bezeichneten Entwässerungsproducte sind in regelmässiger Stellung zu den ursprünglichen Uranglimmern, bedürfen aber wohl noch näherer Untersuchung<sup>2</sup>.

#### 48. Andalusit mit Sillimanit.

Bei der mikroskopischen Untersuchung eines Andalusitgesteins von Ceylon fand LACROIX<sup>3</sup> den Andalusit auf mehrere Weise regelmässig mit dem eingeschlossenen Sillimanit ver-

<sup>1</sup> Ähnliches gilt bei der Verwachsung der Glimmer mit anderen Krystallen, welche keine dreizählige Axe haben oder bei denen diese nicht senkrecht zur Spaltfläche des Glimmers liegt.

<sup>2</sup> Dasselbe gilt von den sogen. Metazeolithen und ähnlichen Verbindungen.

<sup>3</sup> LACROIX, Bull. soc. franç. de min. 11. 150. 1888.

wachsen. a) Im Haupttheil des Andalusits liegen die gleichnamigen Axen beider Minerale parallel, sie durchwachsen sich, wobei im Schliff nach  $\{100\}$  die Grenzen parallel  $\{010\}$  und  $\{001\}$  verlaufen (Fig. 54). b) und c) Daneben sind aber dünnere Stäbchen des Sillimanit dem Andalusit auch so eingelagert, dass nur  $\{100\}$  beiden gemeinsam ist, die Axen  $c$  dagegen gekreuzt liegen; endlich kommen bei gemeinsamem  $\{100\}$  auch Neigungen der Axen  $c$  unter abweichendem Winkel, namentlich unter  $45^\circ$  vor. Die Verwachsung mit parallelen gleich-

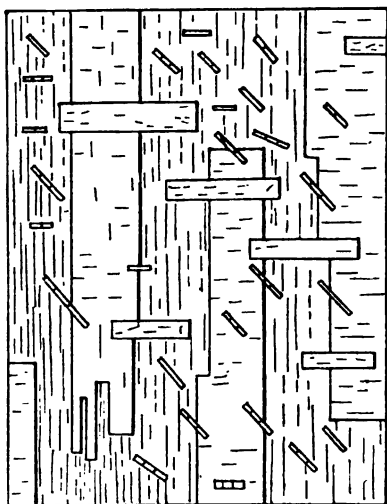


Fig. 54.

namigen Axen beobachtete LACROIX gleichzeitig auch in metamorphosierten devonischen Schiefern von Moulin-vieux bei Morlaix (Finistère), ferner fanden sie bald darauf auch MICHEL-LÉVY und TERMIER<sup>1</sup> in Cordieritgneiss vom Mont-Pilat, wo der Sillimanit im Andalusit in mikroskopisch breiten Bändern erscheint, welche sich im Rohen längs  $\{100\}$  und  $\{110\}$  vom Andalusit abgrenzen. Zur selben Zeit entdeckte LACROIX<sup>2</sup> ein neues makroskopisches Vor-

kommen in den metamorphosirten Sandsteinen von Bagnères-de-Bigorres (Thal von Barousse, Hautes-Pyrénées); hier kommen ausser der Parallelverwachsung auch vielfache Durchkreuzungen unter  $90^\circ$  und auch unter  $60^\circ$  vor, und die Ausbildung ähnelt nach einer späteren Mittheilung<sup>3</sup> z. Th. den Andreasberger Harmotom-Zwillingen.

Ob die Verwachsung in den eben genannten Fällen eine primäre, oder der Sillimanit aus Andalusit hervorgegangen ist, erscheint zweifelhaft. Nach VERNADSKY<sup>4</sup> soll sich Andalusit

<sup>1</sup> MICHEL-LÉVY und TERMIER, *ibid.* 12. 56. 1889.

<sup>2</sup> LACROIX, *ibid.* 12. 59. 1889.

<sup>3</sup> LACROIX, *Bull. d. serv. d. l. carte géol. de la France etc.* 71. 1900.

<sup>4</sup> VERNADSKY, *Compt. rend.* p. 1378. 30. Juni 1900.



lusit bei ca. 1350° in Sillimanit umwandeln, die umgewandelten Theile löschen aber noch gleichzeitig, und zwar //  $\bar{c}$  des ursprünglichen Andalusites, aus, die Stellung der Neubildungen kann also die der ersten oder zweiten der oben beschriebenen Verwachsungen sein. Ebenso beobachtete SAUER<sup>1</sup> im Rengneiss Paramorphosen (vielleicht richtiger Pseudomorphosen) von Sillimanit nach Andalusit mit paralleler Lage der Axen  $\bar{c}$ . Für wahrscheinlich primär hält W. SALOMON<sup>2</sup> die von ihm beobachtete Verwachsung beider mit parallelen Axen im Hornfels der Cima d'Asta, endlich erwähnt HEDDLE<sup>3</sup>, dass Fibrolith in feinen Fasern von Clashnaree häufig parallel zu rothem Andalusit gelagert ist und lange schlanke Krystalle von Andalusit oft zwischen den Fasern von Fibrolith erscheinen; er vergleicht die Verwachsung mit der von Cyanit und Staurolith und „other dimorphs“.

#### 49. Witherit mit Baryt.

Überzüge von Baryt auf Witherit beschreibt schon HAIDINGER<sup>4</sup>; regelmässige Stellung solcher Barytkryställchen beobachtete Verf. (dies. Jahrb. 1895. I. p. 254) an den pseudo-hexagonalen Witheritdrillingen von Alston Moor. Der Witherit hat die Form  $\{021\} \cdot \{111\}$ , der Baryt  $\{001\} \cdot \{110\}$ . Es liegt die Makroaxe des Baryts parallel der Brachyaxe des Witherits, die Spaltfläche  $\{001\}$  des Baryts ist gegen  $\{010\}$  des Witherits unter 15° 11' geneigt, so dass eine der Flächen  $\{102\}$  des Baryts parallel der Spaltfläche  $\{011\}$  des Witherits ist (Fig. 55) (dadurch wird gleichzeitig annähernd eine Fläche  $\{031\}$  Witherits parallel der andern Fläche  $\{102\}$  des Baryts).

Verwachsungen dieser Art sind an jedem einfachen Witheritkrystall zwei verschiedene möglich (Fig. 55), beide sind auch

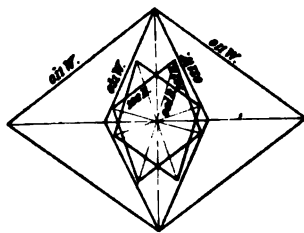


Fig. 55.

<sup>1</sup> SAUER, Erläuterungen z. Bl. Gengenbach d. geol. Spec.-Karte von Baden. p. 12. 1894.

<sup>2</sup> SALOMON, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 17. 206. 1898.

<sup>3</sup> HEDDLE, Trans. Roy. Soc. Edinburgh. 39. 348.

<sup>4</sup> HAIDINGER, Pogg. Ann. 11. 376. 1827.

stets vorhanden, aber nicht promiscue auf derselben Fläche  $\{021\}$  des Witherits, sondern die auf  $(021)$  aufgewachsenen Blättchen stehen symmetrisch zu denen auf  $(021)$  in Bezug

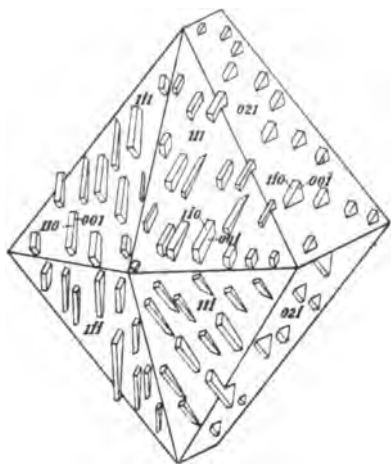


Fig. 56.

einen einfachen Krystall). Da die Witherite aber selten einfache Krystalle, meist vielmehr Durchkreuzungsdrillings nach  $\{110\}$  sind, welche wesentlich nur  $\{021\}$  nach aussen kehren, während  $\{111\}$  nur da erscheint, wo Zwillingslamellen an



Fig. 57.

die Oberfläche treten, findet sich der Baryt auf den pseudohexagonalen Pyramiden in  $2 \times 3$  verschiedenen Orientierungen, wie es Fig. 57 für die obere Hälfte eines Drillings zeigt. Die Zwillingsstreifen innerhalb der einzelnen Sextanten verrathen sich durch zierliche, abweichend schimmernde Barytstreifen, welche in sich aber einheitlich und gleichzeitig mit denen eines der Nachbarsextanten reflectiren. Eine breitere Partie derart, von der Orientirung wie im Sextanten links, ist im mittleren

auf  $(100)$  und symmetrisch zu denen auf  $(021)$  in Bezug auf  $(001)$  des Witherits; dabei neigen die Flächen  $(001)$  des Baryts in jedem Quadranten des Witherits in entgegengesetztem Sinne zur Axe  $c$ , wie die Fläche  $\{021\}$ , auf welcher sie aufgewachsen sind. Die auf den Flächen  $\{111\}$  aufgewachsenen Barytblättchen haben dieselbe Orientirung wie auf jenen Flächen  $\{021\}$ , welche demselben Quadranten angehören (Fig. 56, halbschematisch für

einen einfachen Krystall). Da die Witherite aber selten einfache Krystalle, meist vielmehr Durchkreuzungsdrillings nach  $\{110\}$  sind, welche wesentlich nur  $\{021\}$  nach aussen kehren, während  $\{111\}$  nur da erscheint, wo Zwillingslamellen an die Oberfläche treten, findet sich der Baryt auf den pseudohexagonalen Pyramiden in  $2 \times 3$  verschiedenen Orientierungen, wie es Fig. 57 für die obere Hälfte eines Drillings zeigt. Die Zwillingsstreifen innerhalb der einzelnen Sextanten verrathen sich durch

Sextanten von Fig. 57 dargestellt. — Die nicht parallele Anordnung der Barytblättchen auf gleichwerthigen Krystallflächen weist auf Oberflächenkräfte bei der Bildung hin. Bemerkenswerth ist auch, dass die durch einfache Indices und Spaltung oder Zwillingsbildung ausgezeichneten Flächen hier nicht die Verwachsung bestimmen.

#### 50. Stephanit mit Polybasit.

Auf dem Barbara-Gang zu Příbram beobachtete v. ZEPHAROVICH<sup>1</sup> nach der Axe  $c$  aneinandergereihte, kurz säulenförmige Aggregate von Stephanit, zwischen welche dünne, aber bis  $\frac{1}{2}$  Zoll breite Täfelchen von Polybasit so eingelagert waren, dass die Endflächen  $\{001\}$  beider parallel waren. Nach DÖLL<sup>2</sup> handelt es sich hier um eine Pseudomorphosirung des Stephanits durch Polybasit (während früher REUSS<sup>3</sup> auch Pseudomorphosen von Stephanit nach Polybasit beschrieben hat). FRENZEL<sup>4</sup> giebt an, dass bei Marienberg Stephanit mit Polybasit so verwachsen vorkommt, dass die basischen Endflächen parallel sind und gleichzeitig zwei Säulenflächen des letzteren (welcher als hexagonal betrachtet wird), parallel  $\{010\}$  des Stephanits liegen; auch erwähnt er<sup>5</sup>, dass Eugenglanzformen zuweilen einen Überzug von Stephanit haben.

#### 51. Olivin mit Serpentin.

Bei den mineralogisch-petrographischen Untersuchungen ist bereits früh neben dem gewöhnlichen, unregelmässig faserigen Serpentin ein anscheinend einheitliches, blätteriges Zersetzungsproduct beobachtet und wohl meist für eine Art dunklen Glimmers gehalten<sup>6</sup>. MICHEL-LÉVY<sup>7</sup> gab für eine ähnliche, rothe, etwas pleochroitische Substanz in Basalten der Auvergne seine optische Orientirung und Stellung zum Olivin wie Fig. 58 (der Kern ist frischer Olivin) an. Sie war

<sup>1</sup> v. ZEPHAROVICH, Min. Lex. Österreich-Ung. 2. 243 u. 309. 1873.

<sup>2</sup> DÖLL, Verhandl. geol. Reichsanst. p. 222. 1898.

<sup>3</sup> REUSS, Sitz.-Ber. Wien. Akad. 10. 46. 1853.

<sup>4</sup> FRENZEL, Min. Lex. Sachsen. p. 308. 1874.

<sup>5</sup> FRENZEL, ibid. p. 237.

<sup>6</sup> Vergl. darüber bei ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 2. 400. 1877.

<sup>7</sup> MICHEL-LÉVY, Bull. soc. géol. de France. (3.) 18. 831. 1890.

deutlich blätterig nach  $\{001\}$  des Olivins (v. KOKSCHAROW'sche Aufstellung) und bildete einen optisch einheitlichen Saum um ihn; ihre Doppelbrechung kaum schwächer als Olivin, Winkel der optischen Axen ca.  $70^\circ$  um die negative Mittellinie, welche auf der Spaltfläche senkrecht steht. MICHEL-LEVY schien geneigt, diese Substanz für Eisenglanz oder Göthit zu halten.

IDDINGS<sup>1</sup> beschrieb ein blätteriges Zersetzungsproduct aus Basalten des Eureka-Districts, verglich es aber mit Thermophyllit, also einem blätterigen Serpentin, es würde sich demnach dem von EICHSTÄDT (dies. Jahrb. 1885. I. - 429-) bereits 1880 als Zersetzungsproduct von Olivin beschriebenen Antigorit anschliessen; diesem nähert es sich auch optisch, denn senk-

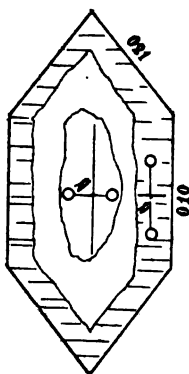


Fig. 58.

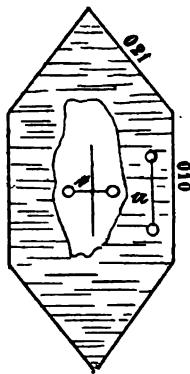


Fig. 59.

recht zur Spaltfläche steht die spitze negative Bisectrix mit meist nur kleinem Axenwinkel. A. G. LAWSON<sup>2</sup> nannte dann eine offenbar sehr ähnliche Substanz aus californischen Basalten Iddingsit, und unter diesem Namen kehrt sie seitdem öfter in der petrographischen Literatur wieder. In ihrer optischen Orientirung zum Olivin stimmt sie überein mit dem von LACROIX<sup>3</sup> vom Vallée de la Jordane (Auvergne) beschriebenen und zu seinem Bowlingit gestellten Zersetzungsproduct basaltischer Olivine. Die spitze Bisectrix  $a$  liegt hier  $\parallel c$  des Olivins, die Ebene der optischen Axen  $\parallel \{010\}$ , die vollkommenste Spaltbarkeit  $\parallel \{100\}$  desselben, vergl. Fig. 59.

<sup>1</sup> IDDINGS, U. S. Geol. Surv. Mon. 20. 388. 1892.

<sup>2</sup> LAWSON, Bull. Dep. Geol. Univ. California. 1. 31. 1893.

<sup>3</sup> LACROIX, Minéralogie de la France. 1. 444. 1893/95.

Auch ROSENBUSCH<sup>1</sup> giebt dieselbe Orientirung an, ebenso BECKE<sup>2</sup> für Olivin aus Gesteinen der Columbretes, endlich auch SIGMUND<sup>3</sup> für solchen aus Basalten der Steiermark. Damit nicht in Übereinstimmung ist die Angabe MICHEL-LÉVY's, es sind *a* und *c* vertauscht, die Lage der Spaltfläche zum Olivin dagegen dieselbe.

Im Ganzen dürfte aus diesen und weiteren in der petrographischen Literatur verbreiteten Angaben, in welchen die Orientirung zum Olivin indessen nicht näher bestimmt ist, hervorgehen, dass beim Olivin regelmässig gelagerte Umbildungsproducte, welche also zu sogen. homoaxen Pseudomorphosen führen, ausserordentlich häufig sind.

Es scheint, dass der Antigorit noch in einer anderen Weise mit Olivin verwachsen kann. WEINSCHENK<sup>4</sup> berichtet, dass dem Olivin seiner „Stubachite“ Blätter von Antigorit (welche er für primär hält), hauptsächlich nach den Flächen {021}, eingelagert sind, und die Gitterstructur seiner Zersetzungsproducte (des gewöhnlichen faserigen Serpentin) veranlassen, in denen der Antigorit also noch unzersetzt erhalten sein soll. Die nähere Orientirung des Antigorit ist nicht angegeben. Ähnliche Anordnung der Antigorittafeln beobachtete auch schon v. DRASCHE<sup>5</sup> in einem Diallagserpentinestein von Windisch Matrey. Die Abbildungen WEINSCHENK's sind denen v. DRASCHE's z. Th. ausserordentlich ähnlich, obwohl es sich bei letzteren nach v. DRASCHE und auch nach HUSSAK<sup>6</sup> um Pyroxenpseudomorphosen handelt.

## 52. Bronzit mit Bastit.

Die regelmässige Verwachsung des Schillerspathes von der Baste mit Pyroxen scheint zuerst F. KÖHLER<sup>7</sup> beobachtet zu haben. Er vergleicht sie mit der schon damals „allgemein

<sup>1</sup> ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 2. 963. 1896.

<sup>2</sup> BECKE, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 16. 311. 1897.

<sup>3</sup> SIGMUND, ibid. 16. 356. 1887.

<sup>4</sup> WEINSCHENK, Abh. bayer. Akad. III. Abth. 18. Taf. III Fig. 1—3. 11 u. 16. 1894.

<sup>5</sup> v. DRASCHE, TSCHERMAK's Min. Mitth. 5. Taf. I Fig. 2, 3. 1871.

<sup>6</sup> HUSSAK, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 5. 78. 1883.

<sup>7</sup> FR. KÖHLER, Pogg. Ann. 11. 200. 1827.

bekannten“ von Cyanit und Staurolith und verweist auch auf die kurz zuvor von HAIDINGER beobachtete Verwachsung von Augit und Hornblende in Smaragdit. Dass der Schillerspath ein Umwandlungsproduct und das ursprüngliche Mineral nicht Augit sondern Enstatit sei, ist dann namentlich von G. ROSE, STRENG und KENNGOTT festgestellt. In der Orientirung schliesst sich der Bastit ganz wie der Antigorit etc. der seines Mutterminerals an. Nach den übereinstimmenden Angaben von DES CLOIZEAUX<sup>1</sup>, TSCHERMAK<sup>2</sup>, ROSENBUSCH<sup>3</sup> und LACROIX<sup>4</sup> ist er so orientirt, dass seine negative Bisectrix senkrecht zur Absonderungsfläche {010} des Bronzits liegt, die Axenebene parallel der Axe  $\bar{c}$  desselben, zugleich seine Tafelfläche mit der genannten Absonderungsfläche zusammenfällt. Dieselbe Anordnung ermittelte speciell für die Enstatitkrystalle von Bamle auch JOHANNSON<sup>5</sup>. Die Verwachsung ist demnach zweifellos eine wohl bestimmte, auch wenn man annimmt, dass die Spaltbarkeit nach {010} und Faserung //  $\bar{c}$  der Blättchen von Bastit nicht ihm selbst, sondern dem Bronzit eigenthümlich sind.

### 53. Aragonit mit Kalisalpeter.

G. ROSE<sup>6</sup> berichtet, dass sich Kalisalpeter in paralleler Stellung auf Aragonit absetzt. KOPP<sup>7</sup> hat das nicht bestätigt gefunden; da aber G. ROSE angiebt, dass der Versuch „vollkommen gelungen“ sei, kann man an der Möglichkeit dieser Überwachsung nicht wohl zweifeln.

### Anhang.

Auf einem Enargit-Krystall von Famatina beobachtete SPENCER (Min. Mag. 11. 75. 1895) ein Baryttäfelchen so aufgewachsen, dass die Flächen {001} beider gleichzeitig einspiegelten, auch die Prismenflächen beider Minerale (deren Winkel annähernd gleich ist) fast parallel lagen. SPENCER lässt aber selbst die Gesetzmässigkeit dieser Anordnung zweifelhaft, da sie nur einmal beobachtet wurde, obwohl auf manchen Enargiten zahlreiche Baryte aufgewachsen waren.

<sup>1</sup> DES CLOIZEAUX, Man. de min. 1. 113. 1862.

<sup>2</sup> TSCHERMAK, Min. Mitth. p. 20. 1871.

<sup>3</sup> ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 1. 460 u. 691. 1892.

<sup>4</sup> LACROIX, Min. de la France. 1. 424 u. 545. 1893/95.

<sup>5</sup> JOHANNSON, Ref. Zeitschr. f. Kryst. 23. 155. 1894.

<sup>6</sup> G. ROSE, Ber. d. deutsch. chem. Ges. p. 105. 1871.

<sup>7</sup> KOPP, ibid. p. 918. 1879.

### 51. Triphylin-Graftonit.

Nach PENFIELD<sup>1</sup> erscheinen dem monoklinen Graftonit,  $(\text{Fe, Mn, Ca})_3\text{P}_2\text{O}_8$ , in Schliften senkrecht  $\{010\}$  Lamellen von Triphylin,  $\text{Li}(\text{Fe, Mn})\text{PO}_4$ , in zwei Orientirungen eingelagert (Fig. 60, das Weiße ist der parallel der Längsrichtung der Lamellen auslöschende Graftonit, das Punktirte der Triphylin, welcher unter ca.  $30^\circ$  zur Längsrichtung der Lamellen auslöscht; das Schwarze ist Zersetzungsproduct). Das Gesetz der Verwachsung lautet:

$$\begin{array}{lcl} 102 \text{ des Triphylins} & // & 010 \text{ des Graftonits} \\ \text{Axe } \bar{b} & " & // \text{Axe } \bar{a} \end{array}$$



Fig. 60.

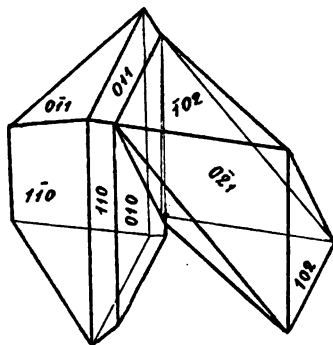


Fig. 61.

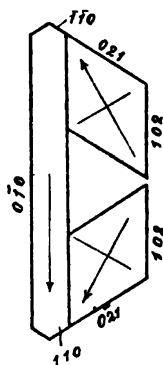


Fig. 62.

Dabei ist gleichzeitig annähernd

$$\begin{array}{lcl} \text{Kante } (102 : 0\bar{2}1) \text{ des Triphylins} & // & \text{Kante } (110 : 011) \text{ des Graftonits} \\ \text{und } (102) \text{ des Triphylins} & // & (011) \text{ des Graftonits;} \\ \text{auch } 0\bar{2}1 & " & // 110 \end{array}$$

Schematisch zeigt die Verwachsung Fig. 61 für eine der beiden danach möglichen Orientirungen des Triphylins, Fig. 62 für beide; letztere sind zu einander zwillingsmässig in Bezug auf  $\{102\}$ , dabei symmetrisch zu  $\{010\}$  des Graftonits.

PENFIELD hält die Verwachsung für eine primäre, er glaubt nicht, dass der Triphylin durch Zersetzung aus dem Graftonit entstanden sei.

<sup>1</sup> PENFIELD, Amer. Journ. of Sc. 159. 31. 1900; auch Zeitschr. f. Kryst. 32. 440. 1900.

## 55. Baryt mit Barytocalcit.

An den bekannten Pseudomorphosen von Baryt nach Barytocalcit von Alston Moor, welche vielfach noch einen

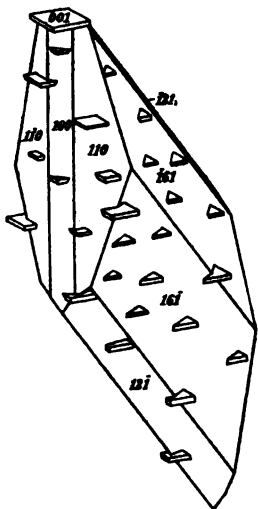


Fig. 63.

Kern von frischem Barytocalcit enthalten, bemerkte Verf. (dies. Jahrb. 1895. I. p. 252), dass die Baryte untereinander parallel und zum Barytocalcit so gelagert waren, dass die Spaltfläche  $\{001\}$  des Baryts parallel  $\{001\}$  des Barytocalcits, und die Makroaxe des Baryts parallel der Orthoaxe des Barytocalcits lag. Die Barytblättchen haben die Form  $\{001\}$ .  $\{110\}$ . Bemerkenswerth ist vielleicht, dass der ebene Winkel der Basis (Kanten zum Prisma) bei beiden Mineralien wenig verschieden ist; nämlich bei Baryt  $101^{\circ} 38'$ , bei Barytocalcit  $104^{\circ} 31'$ . Der Baryt überwächst alle Flächen des Barytocalcits ziemlich gleichmässig, nur liegt an der Spitze der Barytocalcitkryställchen öfter

ein grösseres Barytblättchen (Fig. 63), in welcher die Barytblättchen aber viel kleiner und zahlreicher zu denken sind, so dass sie einen schimmernden Überzug bilden.

## 56. Aragonit mit Gyps.

Dass in den als Schaumkalk bezeichneten Pseudomorphosen von  $\text{CaCO}_3$  nach Gyps eine regelmässige Verwachsung, und zwar von Aragonit mit Gyps, vorliege, hat G. Rose<sup>1</sup> festgestellt. Der Aragonit erscheint in der Form sehr dünner und schmaler Täfelchen, welche meist nur von zwei parallelen geraden Kanten, seltener auch von dazu senkrechten kürzeren Kanten begrenzt werden. Die Täfelchen liegen mit ihrer Fläche parallel  $\{010\}$  des Gypses, und zwar ihre lange Kante stets parallel  $c$  desselben. G. Rose deutet die Aragonite als tafelig nach  $\{010\}$ , die Längsrichtung als

<sup>1</sup> G. Rose, Pogg. Ann. 97. 161. 1856 und Mon.-Ber. Berlin, Akad. 3. Dec. 1855 u. Abh. p. 65. 1856.



//  $\bar{c}$ , (die kurze Kante als  $011 : 0\bar{1}1$ ). Vergl. die schematische Fig. 64.

Davon, dass wirklich Aragonit, und nicht, wie BLUM gemeint hatte, Kalkspath vorliegt, überzeugte sich G. ROSE durch Bestimmung des specifischen Gewichts vor und nach dem Glühen. Durch das Glühen zerfielen die feinen Nadelchen in ein Aggregat von im polarisirten Licht ungleich orientirten kleinen Körnchen. Ich kann hinzufügen, dass in den kleinen Aragonit-täfelchen  $a$  parallel zur Längsrichtung liegt, dass ihre Doppelbrechung sehr stark ist und das durch ihre Tafelfläche erhaltene Interferenzbild symmetrisch zur Normalen des Blättchens ist, was also mit der krystallographischen Deutung G. ROSE's übereinstimmt. Die von G. ROSE untersuchten Stücke stammten aus der Gegend von Mansfeld, Gera und dem Meissner, ebenso die von mir geprüften.

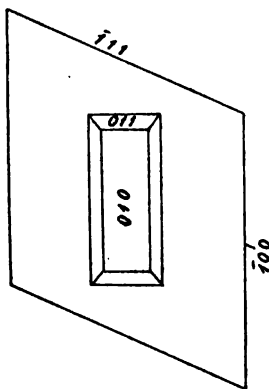


Fig. 64.

Anscheinend Gyps, und anscheinend in orientirter Lage, eingeschlossen in Aragonit, beobachtete F. WESTHOFF<sup>1</sup>. In Schliffen //  $\{001\}$  des Aragonits zeigen die Einschlüsse Spaltungsrisse nach  $\bar{a}$  des Aragonits und löschen auch nach dieser Richtung aus. In Schliffen ungefähr nach  $\{010\}$  des Aragonits löschen sie gleichzeitig, aber schief aus; es scheint also  $\{010\}$  //  $\{010\}$  zu liegen, aber nicht genau  $\bar{c}$  //  $\bar{c}$ . Es ist nähere Untersuchung nöthig.

#### 57. Astrophyllit mit Lepidomelan.

Die Verwachsung ist vom Verf.<sup>2</sup> an einer 5 : 7 cm grossen Platte von Lepidomelan von Barkevik bei Brevik beobachtet. Die Astrophyllite sind vom zweiten Habitus BRÖGGER's<sup>3</sup>, nämlich tafelig nach der vollkommenen Spaltfläche und gestreckt nach der Axe  $\bar{b}$ , dabei stets ein wenig geknickt um

<sup>1</sup> WESTHOFF, Dissert. Freiburg i. Schw. p. 45. 1899.

<sup>2</sup> O. MÜGGE, Centralbl. f. Min. etc. p. 353. 1902.

<sup>3</sup> BRÖGGER, Zeitschr. f. Kryst. 16. 205. 1890.

dieselbe Richtung, andere Flächen fehlen; sie sind meist  $\frac{1}{2}$ —1 mm breit und etwa 5 mm lang. Es liegen die vollkommenen Spaltungsflächen beider Minerale einander parallel, ausserdem die Axe  $\bar{b}$  des Astrophyllits parallel den Schlaglinien des Glimmers, so dass der Astrophyllit als zierliches hexagonales Gitterwerk erscheint. Der Astrophyllit erscheint in dieser Orientirung sowohl an der Oberfläche wie in verschiedenen Niveaus der etwas treppenförmig angespaltenen Glimmerplatte, aber nicht als mikroskopischer Einschluss. Einzelne Astrophyllite liegen mit ihrer Längsrichtung auch senkrecht zu den vorigen, da daneben aber auch unregelmässig gelagerte vorkommen, scheint es fraglich, ob man sie als nach einem zweiten Gesetz gruppirt ansehen darf.

#### 58. Olivin mit Klinohumit.

A. SCACCHI (dies. Jahrb. 1876. p. 637) berichtet, dass am Vesuv Zwillinge von Klinohumit nach  $\pm \frac{1}{2}c = \{103\}$  oder  $\{10\bar{3}\}$  so mit Olivin verwachsen vorkommen, dass letztere wie Olivinzwillinge nach  $\{011\}$  erscheinen. Darnach muss man annehmen,

dass  $\{001\}$  des Olivins parallel liegt mit  $\{100\}$  des Klinohumits,  
 ferner  $\{010\}$  „ „ „ „ „ „  $\{001\}$  „ „ „

wobei dann gleichzeitig die Zwillingssebene  $\{011\}$  des Olivins und  $\{103\}$  (oder  $\{10\bar{3}\}$ ) des Klinohumits nahezu zusammenfallen.

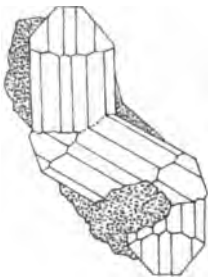


Fig. 65 a.

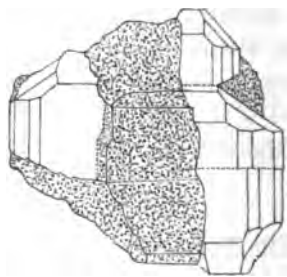


Fig. 65 b.

SCACCHI giebt keine Messungen an, aus seinen Figuren (Fig. 65 a, Projection auf  $(100)$  des Olivins, dessen mittlerer Krystall in Zwillingstellung zum oberen und unteren nach  $(011)$  sich befindet; Fig. 65 b, Projection auf  $010$  des Olivins; das Weisse ist Olivin, das Punktirte Klinohumit) ist auch Näheres kaum

zu entnehmen. Bei den nahen chemischen und geometrischen Beziehungen beider Minerale wäre diese Verwachsung etwa der von Bronzit und Augit zu vergleichen.

#### 59. Humit mit Klinohumit.

Schon DES CLOIZEAUX (dies. Jahrb. 1876. p. 642) beobachtete im Humit in Schnitten senkrecht zur positiven Bisectrix, also // {100}, unregelmässig umgrenzte Einschaltungen, welche dem dritten Typus, also Klinohumit, anzugehören schienen. MICHEL-LEVY und LACROIX<sup>1</sup> fanden dann in den metamorphen Kalken von Llanos de Juanar in Andalusien Verwachsungen von Humit und Klinohumit derart, dass in beiden die Basis und die spitze positive Bisectrix parallel lagen, also {100} des Humits mit {010} des Klinohumits zusammenfiel. Der Klinohumit scheint dabei unregelmässig umgrenzte Partien des Humits zu umschliessen; da ersterer polysynthetisch nach {001} verzwillingt ist, erscheint er also in zwei zum Humit symmetrischen Stellungen. Ähnliche Verwachsungen fand LACROIX<sup>2</sup> auch im Cipolin des Ariège. LACROIX neigt hier allerdings zur Annahme, dass der rhombische Humit sich aus sehr feinen verzwillingten Lamellen von Klinohumit aufbaue, da dieser im Gestein in zwei, nach Farbe und Auslöschungsschiefe verschiedenen Varietäten und beide anscheinend in Parallelverwachsung miteinander vorkommen. Solche Verwachsungen zweier optisch verschiedener Klinohumite beobachtete auch R. W. SCHÄFER<sup>3</sup> in Serpentin des Allalin-Gebietes.

#### 60. Bronzit mit Augit.

Bereits BLUM<sup>4</sup> erwähnt, dass zwischen Hypersthen und Diallag ähnliche Verwachsungen vorkommen wie zwischen Augit und Hornblende, und WEBSKY<sup>5</sup> beobachtete schon Lamellen von Hypersthen im Diallag des Gabbro von Neurode, ebenso TSCHERMAK<sup>6</sup> die Verwachsung des „Protobastits“ vom

<sup>1</sup> MICHEL-LEVY und LACROIX, Bull. soc. franç. de min. 9. 81. 1886.

<sup>2</sup> LACROIX, Bull. d. serv. d. l. carte géol. France. 11. 3, 4. 1890.

<sup>3</sup> R. W. SCHÄFER, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 15. 128. 1896.

<sup>4</sup> BLUM, Pseudomorph. p. 154. 1843.

<sup>5</sup> WEBSKY, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. p. 530. 1864.

<sup>6</sup> TSCHERMAK, Min. Mitth. p. 43. 1871.

Radauthal mit einem graugrünen Mineral, das er für eine Mischung von Protobastit und Diallag hielt. Die ausserordentliche Verbreitung dieser Verwachsung ist dann durch die mikroskopisch-petrographischen Untersuchungen festgestellt. ROSENBUSCH<sup>1</sup> erwähnt eine ganze Reihe von Vorkommen aus Gabbros und Noriten bereits 1877 und TRIPPKE (dies. Jahrb. 1878. p. 673) formulierte wohl zuerst das Verwachsungsgesetz: Diallag und Enstatit in den Olivinknollen des Gröditzberges bei Goldberg wechseln in zahlreichen Lamellen so miteinander ab, dass  $\{100\} // \{010\}$  und ausserdem die Axen  $c$  parallel liegen.

Seitdem ist die Verwachsung sehr häufig beobachtet, sowohl in effusiven wie sogen. Tiefengesteinen; dabei ist die Ausbildung sehr mannigfaltig. So beobachtete G. H. WILLIAMS<sup>2</sup> in den Peridotiten von Peekskill, N. Y., die Verwachsung ohne bestimmte Grenzlinie beider Minerale, bald ist der Bronzit dem Augit in Lamellen eingelagert, bald umgekehrt. OSANN<sup>3</sup> fand als Verwachsungsfläche in Daciten vom Cabo de Gata Prismenflächen, WEINSCHENK (dies. Jahrb. Beil.-Bd. 7. 239, 144. 1891) in japanischen Andesiten neben einfachen Verwachsungen auch Umwachsungen des Hypersthens durch Augit, ferner lamellare, mikroperthitähnliche Durchdringung und Abgrenzungen beider längs  $\{001\}$  des Augits. Im Olivingabbro von Ronsperg in Böhmen dagegen fand MARTIN<sup>4</sup> im Diallag Hypersthenlamellen parallel dem Klinopinakoid eingeschaltet, TARASSENKO (dies. Jahrb. 1899. I. -474-) im Augit der Gabbroformation des Shitomir'schen und Radomyl'schen Kreises in Lamellen nach  $\{110\}$ ,  $\{010\}$  oder  $\{0kl\}$ ; wenn hier beide Minerale in paralleler Verwachsung nebeneinander liegen und der Diallag in den rhombischen Pyroxen eindringt, um mit den im Innern vorhandenen Diallaglamellen sich zu verbinden, so war die Verwachsungsebene der Basis des Diallags parallel, entsprach also etwa  $\{102\}$  des Bronzits.

Nach BECKE<sup>5</sup> erscheint der Hypersthen im Andesit der

<sup>1</sup> ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 2. 463 u. 478. 1877.

<sup>2</sup> G. H. WILLIAMS, Amer. Journ. of Sc. 31. 38. 1886.

<sup>3</sup> OSANN, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 43. 688. 1891.

<sup>4</sup> MARTIN, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 17. 117. 1898.

<sup>5</sup> BECKE, ibid. 18. 537. 1899.

Insel Alboran z. Th. als Kern von Augit, der scharf an ihm absetzt und dann stets vielfach nach  $\{100\}$  verzwillingt ist. Über ähnliche, und zwar zonenartig erscheinende Umwachsungen des rhombischen durch monoklinen Augit berichtete SCHWANTKE<sup>1</sup> kürzlich aus Basalt von Burgwald n. Marburg i. H. (Fig. 66); auch hier baut sich der umwachsene Augit aus Zwillingslamellen nach  $\{100\}$  auf, und SCHWANTKE ist sogar geneigt, aus dem Umstand, dass gerade dieser „verschlackte“ Augit verzwillingt ist, andere dagegen nicht, zu schliessen, dass der verschlackte aus Enstatit durch Um-

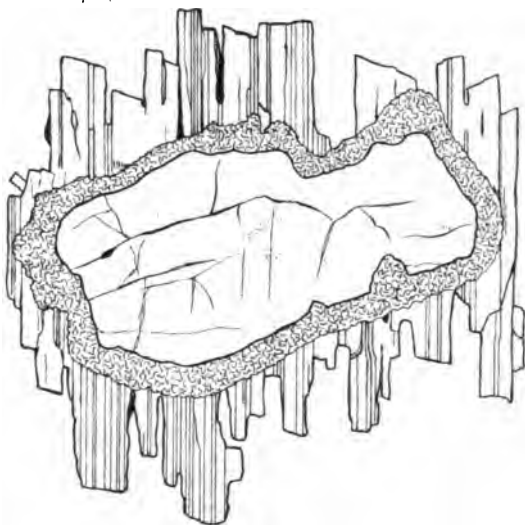


Fig. 66.

schmelzung entstanden ist. Dass gerade hier Zwillinge nach  $\{100\}$  entstanden, lässt sich in der That dadurch erklären, dass jene zwei Stellungen des Augits zum rhombischen Pyroxen gleich wahrscheinlich sind.

Auch LACROIX<sup>2</sup> berichtet übrigens, dass da, wo in den Einschlüssen vulcanischer Gesteine der rhombische Augit geschmolzen ist, aus dem Glas zuweilen Neubildungen von monoklinem entstehen, welche zum rhombischen orientirt gelagert sind. Bei den oben aus Dacit vom Cabo de Gata erwähnten

<sup>1</sup> SCHWANTKE, Centralbl. f. Min. etc. p. 16. 1902.

<sup>2</sup> LACROIX, Minéralogie de la France. 1. 546. 1893/95.

Vorkommen ist der Bronzit zusammen mit Augit ebenso aus Hornblende hervorgegangen. Indessen ist er, wo er von Augit später umwachsen ist, durchaus nicht stets angeschmolzen, sondern z. B. in den Andesiten von Guatemala nach **BERGEAT**<sup>1</sup> scharf umgrenzt. **MOROZEWICS**<sup>2</sup> beobachtete, dass auch der Enstatit seiner künstlichen Schmelzflüsse zuweilen rings von einer dünnen Rinde monoklinen Augits umgeben war.

#### 61. Bronzit mit Hornblende.

**TSCHERMAK**<sup>3</sup> scheint diese Verwachsung zuerst beobachtet zu haben, und zwar in Bronzit vom Ultenthal; die Hornblende zeigt sich namentlich in der Rinde der Bronzitkörner, ist also vielleicht uralitisch, ebenso in den vom Verf. (dies. Jahrb. Beil.-Bd. 4. 580. 1886) erwähnten Verwachsungen aus granophyrischem Gestein des Massai-Landes. Unzweifelhaft uralitisch war die Hornblende in den von G. H. **WILLIAMS**<sup>4</sup> beschriebenen Verwachsungen aus Gabbrogesteinen von Baltimore und den später von **HOBBS**<sup>5</sup> untersuchten von Maryland; in beiden Fällen ist die gegenseitige Orientirung nicht näher angegeben, wird aber anscheinend als sogen. Parallelverwachsung (wie bei Augit-Hornblende) angesehen. **OSANN**<sup>6</sup> beobachtete, dass in Dacit vom Cabo de Gata die Hornblende randlich und längs Sprüngen in ein Gemenge von Augit und Bronzit verwandelt war, wobei alle drei mit ihren Prismenflächen parallel lagen, umgekehrt fand A. **YOUNG** (Dissert. Berlin 1902. p. 214) die Hornblende in Parallelstellung mantelförmig um Hypersthen in Andesit der Caldera Toruno, Quilindaña, Ecuatorianische Ost-Cordillere. Ebenso ist nach **LACROIX**<sup>7</sup> diese Verwachsung ganz analog der zwischen Augit und Hypersthen. Lamellare Einlagerungen von Hornblende fand **JOHANNSON**<sup>8</sup> in dem Vorkommen von Almeklovdal, Söndmore, Norwegen, **MARTIN**<sup>9</sup>

<sup>1</sup> **BERGEAT**, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 46. 131. 1894.

<sup>2</sup> **MOROZEWICS**, **TSCHERMAK's** Min. u. petr. Mitth. 18. 174. 1899.

<sup>3</sup> **TSCHERMAK**, Min. Mitth. p. 43. 1871.

<sup>4</sup> G. H. **WILLIAMS**, U. S. Geol. Survey. Bull. 28. 42. 1886.

<sup>5</sup> **HOBBS**, Trans. Wisconsin Acad. Sc. 8. 156. 1892.

<sup>6</sup> **OSANN**, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 43. 688. 1891.

<sup>7</sup> **LACROIX**, Minéralogie de la France. 1. 544 u. 665. 1893/95.

<sup>8</sup> **JOHANNSON**, Ref. Zeitschr. f. Kryst. 23. 153. 1894.

<sup>9</sup> **MARTIN**, **TSCHERMAK's** Min. u. petr. Mitth. 16. 116. 1897.

unregelmässige Körner von Bronzit in Hornblende von Ronsperg in Böhmen.

#### 62. Anthophyllit-Hornblende.

Rhombische und monokline Hornblende verwachsen ganz analog wie die Pyroxene, nämlich nach ROSENBUSCH<sup>1</sup> so, dass beide die Axen  $\bar{c}$  und  $\bar{b}$  gemeinsam haben. Die Verwachsung ist z. Th. lamellar; als Verwachsungsfläche erwähnt LACROIX<sup>2</sup> {110}, zuweilen aber umhüllt auch die Hornblende den Anthophyllit (Vorkommen im Amphibolgneiss von Kjærnruvands).

#### 63. Lorenzenit-Ägirin.

Auf einem Ägirinkrystall von Julianehaab in Grönland beobachtete FLINK<sup>3</sup> Lorenzenitkrystalle so aufgewachsen, dass ihre Verticalachsen parallel waren, während zugleich {100} des Ägirin parallel {010} des Lorenzenits war. (Geometrische Beziehungen zwischen beiden Mineralen sind in der Zone der {h k o} nicht vorhanden, wohl aber in der gemeinsamen Fläche {100} bzw. {010}.)

#### 64. Augit mit Serpentin.

Schon G. ROSE<sup>4</sup> beobachtete Pseudomorphosen von Serpentin nach Diallag von Miask, bei welchen ihm auffiel, dass die Absonderung nach {100} sehr gut erhalten war. ROSENBUSCH<sup>5</sup> erwähnt, dass die faserigen und schuppigblättrigen Aggregate von Serpentin und Chlorit nicht selten die Mikrostruktur des Mutterminerals sehr getreu bewahren, und hält es für wahrscheinlich, dass auch andere als rhombische Pyroxene einer Umwandlung zu Bastit fähig sind, was HINTZE<sup>6</sup> allerdings bestreitet. Neuerdings hat aber LACROIX<sup>7</sup> in metamorphen Gesteinen der Pyrenäen Pseudomorphosen von Antigorit nach stark gepresstem und polysynthetisch nach {100} ver-

<sup>1</sup> ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 1. 405. 1885.

<sup>2</sup> LACROIX, Compt. rend. 102. 1329. 1886.

<sup>3</sup> FLINK, Meddelelser om Grönland. 24. 137. 1899.

<sup>4</sup> G. ROSE, Pogg. Ann. 82. 523. 1851.

<sup>5</sup> ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 1. 529. 1892.

<sup>6</sup> HINTZE, Handb. 2. 974. Anmerkung 1.

<sup>7</sup> LACROIX, Bull. d. serv. Carte géol. d. l. France etc. 71. 1900; dies. Jahrb. 1901. II. -229-.

zwillingtem Diopsid beobachtet. Über die gegenseitige Stellung ist nichts angegeben, indessen die gleiche wie bei Bronzit wohl anzunehmen, zumal die Lagerung bei Amphibol auch die entsprechende ist (vergl. folgende Nummer).

#### 65. Hornblende-Serpentin.

PATTON<sup>1</sup> beobachtete im Amphibolgestein von Marienbad als Umwandlungsproduct der Hornblende eine einheitlich auslöschende Substanz mit im Dünnschliff schwer wahrnehmbarer Spaltbarkeit nach  $\{100\}$  des Tremolits. Es liegt in ihr  $c // \bar{c}$  des Tremolits,  $b // \bar{b}$ , und in Spaltblättchen nach  $\{100\}$  erkennt

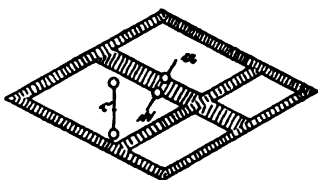


Fig. 67.

man den Austritt der optischen Axen um eine negative Bisectrix. Die Substanz ist also durchaus ähnlich dem Bastit und analog, wie dieser zum rhombischen Pyroxen, so hier zur Hornblende gelagert (Fig. 67) (ausserhalb der Randpartien und Spalttrisse).

In demselben Tremolit erscheint der Serpentin in den Randpartien und längs Spalttrissen  $// \{110\}$  noch in einer anderen Orientirung, nämlich in parallel  $\{110\}$  eingelagerten Täfelchen, bei welchen wieder  $c // \bar{c}$ , aber  $a \perp \{110\}$  der Hornblende liegt (Fig. 67).

#### 66. Epididymit mit Eudidymit.

Von der Insel Lille Arö im Langesundsfjord beschrieb FLINK (dies. Jahrb. 1900. II. p. -366-) regelmässige Verwachsungen des monoklinen Eudidymits mit dem rhombischen Epididymit. Auf die, nach dem Gesetz „Zwillingssebene in der Zone  $(001 : 111)$ , senkrecht  $\{001\}$ “ verzwillingten Eudidymite legt sich der Epididymit so, dass die Basisflächen beider parallel sind und die Kante zu  $\{111\}$  des Eudidymits parallel  $\bar{a}$  des Epididymits ist. Schichten dieser Art wechseln nach  $\{001\}$  miteinander ab und bilden dicke Säulen.

Dieselbe Verwachsung beobachtete FLINK<sup>2</sup> später auch an Krystallen von Julianehaab in Grönland.

<sup>1</sup> PATTON, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 9. 97. 1888.

<sup>2</sup> FLINK, Meddelelser om Grönland. 24. 61. 1899.



### Anhang.

1. Cordierit-Glimmer. Es ist bekannt, dass die glimmerartigen Zersetzungsproducte des Cordierits vielfach mit ihrervollkommenen Spaltungsfläche parallel der Basis des Cordierits gelagert sind, namentlich in der als Gigantolith bezeichneten Varietät. Verf. beobachtete an derartigen vollkommen spaltbaren Blättchen aus Granit von Åbo (Auralith) noch den für Cordieritdrillinge nach  $\{110\}$  und  $\{130\}$  charakteristischen Zerfall in Sektoren, deren Grenzen unter  $30^\circ$  und  $60^\circ$  zu einander geneigt waren. Axenebene je  $30^\circ$  gegen die Grenzen der 3 Sektoren geneigt, Axenwinkel schwankend, nur klein; Doppelbrechung negativ, erheblich stärker als bei Chlorit, fast wie bei Glimmer; grünbraun, in Spaltblättchen kein merklicher Pleochroismus. Der Auralith ist darnach am ehesten dunklem Glimmer vergleichbar. Auch die „Knoten“ mancher Contactgesteine sind bekanntlich an der wirtelförmigen Zwillingsbildung noch als zersetzte Cordierite zu erkennen; indessen pflegt das, also auch hier regelmässig gelagerte Zersetzungsproduct meist viel schwächer doppelbrechend und insofern mehr chloritähnlich zu sein. Es ist sehr auffallend, dass die Zersetzung namentlich nach  $\{001\}$  des Cordierits fortschreitet, da dies keine Spaltfläche ist.

2. Olivin-Augit. Die Verwachsung beider (angeführt bei TSCHERMAK, Lehrb. d. Min. p. 97. 1897) ist nach gefälliger Mittheilung des Verfassers auf Grund goniometrischer Messungen nur als eine zufällige und beiläufig regelmässige zu bezeichnen.

3. Zoisit-Epidot. TERMIER (Bull. soc. franç. de min. 23. 50. 1900) erwähnt vom Mont-Pelvas (W.-Alpen), dass der Zoisit (in der von ihm als  $\alpha$  bezeichneten Varietät) häufig den Epidot derartig umwächst, dass seine Spaltfläche  $\{010\}$  parallel  $\{100\}$  des Epidots liegt, zugleich seine Axe  $c$  parallel  $b$  des Epidots. Annähernd parallel liegen in beiden Mineralen also auch die geometrischen (zugleich meist auch die optischen) Symmetrie- bzw. Pseudosymmetrieebenen, welche zugleich z. Th. Zwillings- und Spaltflächen sind. Die Verwachsung ist aber vermuthlich den isomorphen Überwachsungen zuzurechnen, da die rhombische Symmetrie des Zoisits sehr zweifelhaft erscheint.

### 67. Staurolith mit Cyanit.

Diese regelmässige Verwachsung, anscheinend die zuerst beobachtete, ist gleichwohl schon von ihrem Entdecker GERMAR<sup>1</sup> ganz zutreffend definirt. Darnach liegt  $\{100\}$  des Cyanits parallel  $\{010\}$  des Stauroliths, ausserdem die Axen  $c$  parallel (Fig. 68, nach TSCHERMAK's Lehrbuch). Beide Minerale sind meist mit  $\{100\}$  bzw.  $\{010\}$  aneinander gewachsen, zuweilen auch der Staurolith von Cyanit durchwachsen, ebenso findet sich der Staurolith von Cyanit unwachsen, auch kommen nach

<sup>1</sup> GERMAR, Taschenb. f. Min. 11. 465. 1817.

KENNGOTT<sup>1</sup> Staurolithe mit dieser Stellung entsprechend eingelagerten Lamellen von Cyanit vor; diese sind vielleicht in Zwillingstellung nach  $\{100\}$  oder nach  $[001]$  zu einander, denn diese Zwillingstellungen würden dem obigen Verwachsungsgesetz alle gleichzeitig genügen. Abgesehen von dem annähernd rechten Winkel in der Fläche  $\{100\}$  weist der Cyanit keine habituelle Ähnlichkeit mit dem Staurolith auf, indessen ist vielleicht



Fig. 68.

bemerkenswerth, dass in den Zwillingen des Stauroliths nach  $\{232\}$  der Winkel der Axen  $\hat{c}$  und der Flächen  $\{010\}$  sehr ähnlich ist dem Winkel der Axen  $\hat{c}$  und der Flächen  $\{100\}$  der Zwillinge des Cyanits nach  $\{121\}$ . Soviel mir bekannt, sind aber Verwachsungen solcher Staurolithzwillinge mit solchen Cyanitzwillingen bisher nicht beobachtet,

obwohl beide am Mte. Campione nebeneinander vorkommen.

Nach einer Angabe bei DANA<sup>2</sup> scheinen diese Verwachsungen nicht nur am Mte. Campione, sondern auch am Greiner im Zillerthal vorzukommen, sie werden in v. ZEPHAROVICH'S Mineralogischem Lexikon aber nicht erwähnt. Verfasser beobachtete zierliche mikroskopische Verwachsungen in Biotit-Chloritschiefer „aus dem Zillerthal“ der hiesigen Sammlung. der makroskopisch auch grosse Stengel von Hornblende und Rhombendodekaëder von Granat enthält.

Nach mikroskopischen Beobachtungen von M. KOCH<sup>3</sup> kommen sie auch vor in den sogen. Bestandmassen des Kersantits von Michaelstein am Harz. Ob an den bei TENNE und CALDERÓN<sup>4</sup> angegebenen Fundorten die Verwachsung von Staurolith und Cyanit eine regelmässige ist und demselben Gesetze wie oben folgt, ist nicht zu ersehen.

#### Anhang.

Andalusit-Cyanit. Es scheint, dass der Andalusit bei seiner Umwandlung in Cyanit eine bestimmte Orientirung annimmt. So erwähnt

<sup>1</sup> KENNGOTT, Min. d. Schweiz. p. 137. 1866.

<sup>2</sup> DANA, Syst. p. 560. 1892.

<sup>3</sup> M. KOCH, Jahrb. d. preuss. geol. Landesanst. f. 1886. p. 94.

<sup>4</sup> TENNE und CALDERÓN, Die Mineralfundstätten der Iberischen Halbinsel. p. 249. 1902.

BLUM (Pseudom. III. Nachtr. p. 13. 1863), dass Andalusite von Minas Geraës auf zwei gegenüberliegenden Säulenflächen ganz mit Disthen überzogen sind, wobei  $\{100\}$  des letzteren parallel  $\{110\}$  des Andalusits liegt. Verwachsungen mit parallelen Axen  $\frac{1}{2}$  (wobei der Disthen angeblich durch Dynamometamorphose entstanden sein soll) beschreibt auch GRAMMANN (Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich. 44. 346. 1899), indessen sind auch seine Angaben hinsichtlich der Orientirung nicht genau genug. Ebenso wenig vollständig bestimmt ist eine Verwachsung, welche TSCHERMAK (Sitz.-Ber. Wien. Akad. 47. 451. 1863) in solchen Pseudomorphosen von Bodenmais beobachtete. Darnach sind die sämtlichen Disthensäulchen, aus welchen das Stück besteht, parallel angeordnet, und zwar in der Richtung der längeren horizontalen Diagonale der Andalusitprismen. Nach ONIS (bei TANNE und CALDERÓN, Die Mineralfundstätten der Iberischen Halbinsel p. 249. 1902) erscheint bei Serrada, Prov. Madrid, Andalusit von Disthenlamellen so durchwachsen, „dass beide eine Fläche des Prismas gemeinsam haben, wogegen die anderen einen Winkel von  $52^{\circ} 30'$  bilden.“

#### 68. Augit mit Biotit.

Hier sind mehrere verschiedene Verwachsungen bekannt, davon nur die erste vollständig.

a) BLUM<sup>1</sup> beobachtete an einem Vorkommen von Monroe, New York, dass die Krystalle von Augit auf den Seitenflächen ganz mit braunem Glimmer (angeblich Clintonit) bedeckt waren; dieser bildet eine Oberfläche, welche mit der des Augits stets in dasselbe Niveau fällt. Die Glimmerblättchen haben sich nämlich so angeordnet, dass sie sich „in der Richtung der Orthodiagonale des Augits anlegten und aneinander reihten, indem nun auf solche Weise die Querfläche des letzteren mit den glatten glänzenden Endflächen des Glimmers zusammenfallen und dadurch selbst glänzend erscheint, enden die Seitenflächen der Glimmerindividuen, welche zugerundet und wie angeschmolzen sind, in den Seitenflächen  $\{110\}$  und  $\{010\}$  des Augits, wodurch sich dieselben ganz runzelig oder schuppig zeigen.“ Der Glimmer ist übrigens auch in den Augit eingedrungen. Ähnliches soll nach Angaben von BLUM auch ALBERT MÜLLER bei Fassaiten des Monzoni beobachtet haben, welche dadurch in der Richtung der Querflächen z. Th. so leicht spaltbar wie Glimmer waren<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> BLUM, Pseudom. III. Nachtr. p. 93. 1863.

<sup>2</sup> v. ZEPHAROVICH (Min. Lex.) erwähnt solche Verwachsungen nicht.

Diese beiden, wie ersichtlich, nur unvollständig bestimmten Verwachsungen scheinen doch ganz analog zu sein den später von G. vom RATH (dies. Jahrb. 1876. p. 389) genau beschriebenen und abgebildeten regelmässigen Verwachsungen aus den Auswürflingen des Vesuv von 1872. Die Augite sind hier theils mit einzelnen, theils mit einer Hülle parallel gestellter Biotittäfelchen überkleidet, die Tafelfläche derselben parallel {100} des Augits, und ausserdem zwei Seiten der kleinen sechsseitigen Täfelchen parallel der Axe  $c$  des Augits (Fig. 69). Dabei stimmen die ebenen Winkel der Täfelchen

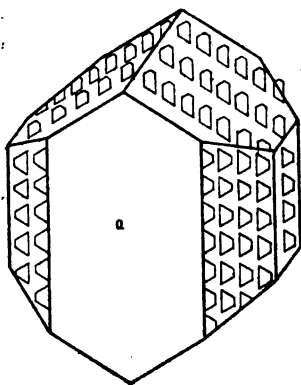


Fig. 69.

nahezu mit den ebenen Winkeln der von {110} und {111} umgrenzten Orthopinakoidfläche (nämlich  $118^{\circ} 58'$  und  $120^{\circ} 31'$ ) überein. Sieht man auf die Fläche {100} des Augits, so spiegeln Hunderte von kleinsten Biotiten, welche theils diese Fläche bedecken, theils aus anderen Flächen in gesetzmässiger Stellung hervorragen. In einigen Fällen ist die Biotithülle um die Augite so dicht und dick, dass man kaum noch den Kernkrystall darunter ahnt.

Anscheinend dieselbe Verwachsung ist ferner beobachtet von MOLENGRAAFF (vergl. unter No. 69), ferner von v. KRAATZ-KOSCHLAU<sup>1</sup> im Ägirinaugit des Nephelinsyenits der Foya, von DOERMER (dies. Jahrb. Beil.-Bd. XV. p. 606) in Amphibolpikrit vom Schlierberg bei Haiger, und von GRABER<sup>2</sup> an Augit aus basischen Concretionen granitischer Gesteine von Südkärnten. Dieses Vorkommen ist dadurch bemerkenswerth, dass der Biotit auf Kosten des Augits durch Resorption entstanden sein soll. Besonders schön endlich scheint das von LACROIX<sup>3</sup> beschriebene Vorkommen aus dem blue Ground von Monastery (Oranje-Freistaat) zu sein, wo der Diopsid bis faustgrosse zugerundete Krystalle bildet, auf dessen Absonderungsflächen

<sup>1</sup> v. KRAATZ-KOSCHLAU, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 16. 226. 1897.

<sup>2</sup> GRABER, Jahrb. d. geol. Reichsanst. p. 274. 1897.

<sup>3</sup> LACROIX, Bull. soc. franç. de min. 21. 21. 1898.

{100} der Biotit in mikroskopischen Lamellen zusammen mit grösseren Ilmenittafeln liegt.

b) In dieser Verwachsung liegen die Blättchen von Biotit parallel {110} des Augits, während eine nähere Bestimmung fehlt. Es beschreibt sie bereits ROSENBUSCH<sup>1</sup>; der Pyroxen kann auch Ägirin sein<sup>2</sup>. Auch LACROIX<sup>3</sup> nennt diese Verwachsung eine häufige.

#### 69. Hornblende mit Biotit.

Auch hier sind zwei Verwachsungen, ganz entsprechend denen zwischen Augit und Biotit, bekannt.

a) KENNGOTT<sup>4</sup> beobachtete am Vesuv zusammen mit Davyn-Drusen Pseudomorphosen von Phlogopit nach Hornblende. Sämmtliche Kryställchen des ersteren sind parallel gruppiert und liegen mit ihren Tafelflächen parallel {100} der Hornblende, zugleich eine ihrer sechs Seiten (also wohl die (010) oder (hhl) entsprechenden) parallel  $\bar{c}$  der Hornblende. Auch MOLENGRAAFF (dies. Jahrb. Beil.-Bd. IX. p. 221) beobachtete in sogenannte Parallelverwachsungen von Hornblende und diallagartigem Augit aus Quarzamphibolgabbro der oberen Capformation Biotit so eingelagert, dass seine Spaltfläche // {100} von Hornblende und Augit lag, und dasselbe fand GRUBENMANN<sup>5</sup> für Hornblenden des Tödlits. Auch der (uralitischen?) Hornblende des Gabbros von Laudenu bei Lindenfels im Odenwald ist nach Beobachtungen des Verfassers vielfach Biotit in derselben Weise eingelagert. Eine nähere Orientirung gelang nicht, da der Biotit keine Krystallumrisse hatte, sein Axenwinkel nahe 0° war und Versuche auf Schlagfiguren erfolglos blieben.

b) Die zweite Art der Verwachsung ist viel häufiger, gleichwohl aber nur unvollständig bestimmt, also möglicherweise keine gesetzmässige. Der Biotit liegt mit seiner Tafelfläche // {110} der Hornblende; nähere Angaben fehlen.

<sup>1</sup> ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 1. p. 484. 1885; ferner: ibid. p. 531 u. 583. 1892.

<sup>2</sup> ROSENBUSCH, ibid. p. 536. 1892.

<sup>3</sup> LACROIX, Min. de la France. 1. 315. 1893/95.

<sup>4</sup> KENNGOTT, Übers. min. Forsch. p. 125. 1855.

<sup>5</sup> GRUBENMANN, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 16. 191. 1897.

G. VOM RATH (dies. Jahrb. 1876. p. 390) gedenkt dieser Verwachsung bereits beiläufig bei Beschreibung der Verwachsung Augit-Biotit, ROSENBUSCH<sup>1</sup> erwähnt sie aus Graniten, Syeniten, Dioriten, Andesiten etc., G. H. WILLIAMS<sup>2</sup> von Hornblende und Phlogopit von St. Lawrence Cty., New York, F. E. WRIGHT<sup>3</sup> von arfvedsonitischer Hornblende und Lepidomelan aus Umpekit von Cabo Frio<sup>4</sup>, auch nach LACROIX<sup>4</sup> ist diese Verwachsung häufig.

c) Anscheinend gesetzmässige Einlagerungen von asbestförmiger Hornblende in Biotit, in Pseudomorphosen nach letzterem beschrieb S. UROSCHEWITZ<sup>5</sup> aus dem Rudnick-Gebirge in Central-Serbien. Die Asbestfasern liegen stets den Strahlen der Schlagfigur des früheren Glimmers parallel und bilden also ein regelmässiges Netzgewebe. Ob die Asbestfasern, auch abgesehen davon, noch regelmässig zum Glimmer orientirt sind, ist leider nicht festgestellt; es wäre nicht unmöglich, dass hier dieselbe Verwachsung wie unter a), aber mit Glimmer als Träger derselben vorläge; dann müssten die in {001} des Glimmers liegenden Asbestfasern auf {100} liegen und also parallel ihrer Längsrichtung auslöschen.

#### 70. Augit mit Hornblende.

Die ersten Angaben über Verwachsungen von Augit und Hornblende machte HÄIDINGER<sup>6</sup>; er beobachtete am Smaragdit, besonders deutlich an solchem vom Bacher Gebirge, dass sich zwischen die Blättchen der Hornblende längs {100} Schichten eines anderen Minerals einlagerten, welches die Eigenschaften des Augits zeigte, u. a. die Absonderung nach {001}, wie der Salit und Mussit. Über die gegenseitige Orientirung fehlen indessen entscheidende Angaben, und angesichts der späteren Mittheilung in seinem Handbuch muss es zweifelhaft bleiben, ob HÄIDINGER die nach den Angaben von G. ROSE und TSCHER-

<sup>1</sup> ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 1. 468. 1885; ferner: ibid. 1. 583. 1892 u. 2. 43. 1896.

<sup>2</sup> G. H. WILLIAMS, Amer. Journ. of Sc. 39. 355. 1890.

<sup>3</sup> F. E. WRIGHT, TSCHERMAR's Min. u. petr. Mitth. 20. 247. 1901.

<sup>4</sup> LACROIX, Minér. de la France. 1. 315. 1893/95.

<sup>5</sup> UROSCHEWITZ, Zeitschr. f. Kryst. 31. 389. 1899.

<sup>6</sup> HÄIDINGER, GILBERT's Ann. 75. 367. 1823.

MAK dort thatsächlich vorkommende sogen. Parallelverwachsung beider beobachtet und erkannt hat.

Genauere Mittheilungen machte zuerst FR. KÖHLER<sup>1</sup>, und zwar über das Vorkommen von der Baste i. Harz, wo er feststellte, dass der Diallag an seinen Grenzen u. a. von Hornblende durchwachsen ist, derart, dass die Haupttheilungsfläche des Diallags die stumpfe Kante des Spaltungsprismas von 124° abstumpft, während zugleich alle „Structurflächen“ beider Substanzen einer und derselben Zone angehören. Im Jahre 1831 veröffentlichte dann G. ROSE<sup>2</sup> seine ersten Beobachtungen über den „Uralit“ von Miask und Arendal, wo Augit und Hornblende „mit parallelen Axen und in correspondirender Stellung“ verwachsen vorkommen. Er zog daraus aber bekanntlich anfänglich den unrichtigen Schluss, dass Augit und Hornblende ebenso wenig wie Diallag und Augit verschiedene Minerale seien und schlug vor, die Varietäten der genannten Art als Uralit zu bezeichnen. Erst als WEISS<sup>3</sup> die Uralite mit den Verwachsungen von zwei- und einaxigem Glimmer, Orthoklas und Plagioklas etc. verglichen und bemerkt hatte, dass es unzulässig sei, einen neuen Namen für derartige Abänderungen einzuführen, kam G. ROSE<sup>4</sup> zu dem Schluss, dass eine homoaxe Pseudomorphose vorliege. Er macht in diesem Aufsatz, wie in einem früheren und späteren<sup>5</sup>, zugleich Mittheilung von einer Anzahl weiterer Uralitvorkommen (Predazzo, Clausen in Tirol, Mysore (Ostindien), Arendal, Smaragdit von Corsica und dem Bacher Gebirge, Geschiebe der Mark Brandenburg u. a.), weitere makroskopische Vorkommen lehrte BLUM<sup>6</sup> kennen. Augit in regelmässiger Verwachsung nicht mit uralitischer, sondern mit basaltischer Hornblende beobachtete HAIDINGER<sup>7</sup> zu Borislau. Die allgemeine Verbreitung uralitischer Hornblende wurde dann durch die

<sup>1</sup> FR. KÖHLER, Pogg. Ann. 13. 145. 1828.

<sup>2</sup> G. ROSE, *ibid.* 22. 329. 1831.

<sup>3</sup> WEISS, KARSTEN'S Archiv f. Min. p. 566. 1832.

<sup>4</sup> G. ROSE, Pogg. Ann. 31. 609. 1834.

<sup>5</sup> G. ROSE, *ibid.* 27. 97. 1833 u. 34. 21. 1835; ferner: Reise nach dem Ural etc. 2. 347 u. 575. 1842.

<sup>6</sup> BLUM, Pseudom. p. 159. 1843 und III. Nachtr. p. 151 ff. 1863.

<sup>7</sup> HAIDINGER, Sitz.-Ber. Wien. Akad. p. 470. 1855.

mikroskopischen Gesteinsuntersuchungen festgestellt, und H. FISCHER<sup>1</sup> gab die erste mikroskopische Beschreibung.

Da die geometrischen Verhältnisse der Endflächen bei Augit und Hornblende so sehr pseudorhombisch sind, dass im Allgemeinen durch Messung schwer zu entscheiden ist, wo der stumpfe und spitze Winkel  $\beta$  liegt, andererseits die optischen Constanten in weiten Grenzen mit der Zusammensetzung schwanken und die zur Orientirung sehr geeigneten Absonderungsflächen nach {001} des Augits, bzw. {101} der Hornblende bei letzterer sehr selten sind, endlich Ätzfiguren<sup>2</sup> bisher selten zur Orientirung benutzt sind, ist aus den meisten Angaben in der Literatur nicht zu entnehmen, ob bei der Verwachsung beider die Klineaxen nach derselben oder entgegengesetzten Seiten der Axe  $c$  geneigt sind, die Verwachsungen also nahezu parallele oder nahezu zwillingsartige nach {100} sind. Nimmt man beim Augit die zweite Gleitfläche als {001}, bei der Hornblende als {101}, so scheinen bei den gewöhnlichen uralitischen Verwachsungen {001} und {101} nach derselben Seite geneigt (ebenso bei gemeiner Hornblende und Augit die gleichnamigen Elasticitätsaxen  $c$ ). Das ist nach der Angabe von ROSENBUSCH<sup>3</sup> die herrschende Orientirung beim eigentlichen Uralit, zugleich die von G. vom RATH (dies. Jahrb. 1876. p. 390) an aufgewachsenen Krystallen in Auswürflingen des Vesuv von 1872 beobachtete und abgebildete (Fig. 70). ebenso die von G. H. WILLIAMS<sup>4</sup> für ebenfalls makroskopische Verwachsungen von Russell, St. Lawrence Cty., angegebene und abgebildete (Fig. 71, der Augit mit Lamellen nach {001}). Ferner ergibt sich dieselbe Stellung aus den optischen Beobachtungen von MICHEL-LÉVY<sup>5</sup> an uralitisirtem Diallag im Gabbro des

<sup>1</sup> H. FISCHER, Krit. mikr. Stud. I. Forts. p. 9. 1871.

<sup>2</sup> Es steht bisher nicht fest, ob die Ätzfiguren bei den verschiedenen Varietäten hinreichend ähnlich sind, um eine sichere Orientirung derselben zu einander zu gestatten; im Allgemeinen ist anzunehmen, dass sie ebenso schwanken werden wie der Habitus, so dass als feste vergleichbare Richtungen, wie ich schon früher (dies. Jahrb. 1889. I. 239) betonte, in erster Linie die Gleitflächen zu berücksichtigen sind.

<sup>3</sup> ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 1. 569. 1892.

<sup>4</sup> G. H. WILLIAMS, Amer. Journ. of Sc. 39. 357.

<sup>5</sup> MICHEL-LÉVY, Bull. soc. géol. France. (3.) 11. 273. 1883.



Mâconnais und Beaujolais, denen von W. Cross<sup>1</sup> in Gesteinen von Custer Cty., Colorado, und aus Beobachtungen von LACROIX<sup>2</sup> über die Lage der Absonderungsflächen {001} bezw. {101}. Endlich führt dieselbe Orientirung auch GRABER<sup>3</sup> an, und zwar für Hornblende in basischen Concretionen granitischer Gesteine von Südkärnten, welche aus Augit durch eine Art magmatischer Resorption entstanden sein soll. BECKE<sup>4</sup> fand in den trachytischen Gesteinen der Columbretes die Elasticitätsaxen  $c$  für die basaltische Hornblende und den daraus durch Resorption entstandenen Augit zwar nach entgegengesetzten Seiten von  $c$  geneigt, da aber die Dispersion der Auslöschungsrichtungen bei dieser Hornblende entgegengesetzt

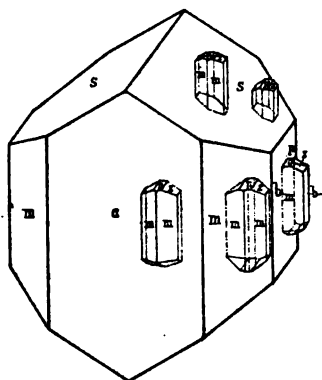


Fig. 70.

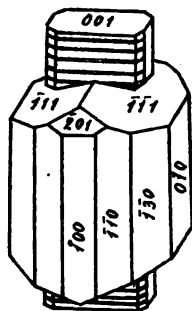


Fig. 71.

ist wie sonst, nämlich  $c_v > c_o$ , wird geschlossen, dass die Anslöschung nach der entgegengesetzten Seite, wie bei den gewöhnlichen basaltischen Hornblenden, von der Axe  $c$  abweicht. Die Art der Verwachsung mit Augit ist demnach die gewöhnliche; unter Hunderten von Fällen hat BECKE nach gefälliger Mittheilung nie die zu ihr hemitrope Stellung beobachtet.

Die Art der Ausbildung der Verwachsung ist eine sehr mannigfaltige. So wie am Vesuv erscheint der Augit

<sup>1</sup> W. Cross, Amer. Journ. of Sc. 39. 368. 1890.

<sup>2</sup> LACROIX, Min. de la France. 1. 641. 1893/95.

<sup>3</sup> GRABER, Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. p. 274. 1897.

<sup>4</sup> BECKE, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 16. 158. 1897.

mit kleinen Hornblenden besetzt, z. B. bei Arendal, im Brossothal<sup>1</sup>, bei Canaan, Connecticut, und Akudlek in Grönland<sup>2</sup>, ferner z. Th. in den nach WILLIAMS oben erwähnten von Russell und anderen Fundorten in New York. Dass umgekehrt auch grosse und kleine Augite auf Hornblende aufgewachsen sind, erwähnt HAWES<sup>3</sup> von Edenville, New York. Nicht-uralitische Ausbildungsformen sind ausser den letztgenannten und den Krystallen vom Vesuv wohl auch jene aus der Lava vom Korretsberge bei Kruft<sup>4</sup>, ferner die schon oben erwähnten von Borislau und die von Frascati<sup>5</sup>, endlich die nach GRABER und BECKE eben erwähnten. Solche bemerkte auch LACROIX<sup>6</sup> in vulcanischen Gesteinen, und ausserdem wird man nach ROSENBUSCH<sup>7</sup> die Verwachsung auch in manchen Tiefengesteinen als primär ansehen müssen. Bei den eigentlichen Uraliten bildet die Hornblende zuweilen einen gleichmässigen Rand, seltener den Kern der Bildung, öfter scheint sie in unregelmässigen Fetzen den Augit zu durchdringen, so dass Verwachsungen entstehen, welche an schriftgranitische erinnern, wie es z. B. FLETT<sup>8</sup> aus camptonitischen Gängen der Orkneys beschreibt. War der Augit verzwillingt nach {100}, so ist es, wie mehrfach beobachtet wurde, auch die Hornblende.

Die meisten Glieder der Augit- und Hornblendereihe scheinen dieser Verwachsung fähig zu sein, z. B. der Omphacit und Smaragdit<sup>9</sup>, Augit und barkevikitische Hornblende<sup>10</sup> (Cabo Frio), gewöhnlicher Augit wie Diallag; da aber meist das eine

<sup>1</sup> G. VOM RATH, Pogg. Ann. 135. 570. 1868.

<sup>2</sup> TSCHERMAK, Min. Mitth. p. 44. 1871.

<sup>3</sup> HAWES, Amer. Journ. of Sc. 16. 397. 1878.

<sup>4</sup> G. VOM RATH, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 25. 233. 1873.

<sup>5</sup> TSCHERMAK, Min. Mitth. p. 45. 1871.

<sup>6</sup> LACROIX, Minéral. France. 1. 666 u. 668. 1893/95.

<sup>7</sup> ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 1. 557. 1892. So auch z. B. IDDINGS in Diorit und Andesit vom Electric Peak (12. Ann. Rep. U. S. Geol. Survey I. 606 u. 612) und DOERMER in Amphibolpikrit vom Schlierberg bei Haiger (dies. Jahrb. Beil.-Bd. XV. p. 601. 1902).

<sup>8</sup> FLETT, Trans. Roy. Soc. Edinburgh. 39. 880. 1900. Perthitische Durchwachsungen erwähnt z. B. ROSENBUSCH aus Monzonit (Elemente der Gesteinskunde p. 103. 1898).

<sup>9</sup> TSCHERMAK, Min. Mitth. p. 44. 1871.

<sup>10</sup> ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 2. 246. 1896.

Mineral aus dem anderen hervorgeht, pflegen Pyroxen und Amphibol analogen Varietäten anzugehören, so z. B. Salit und Tremolit von Canaan (Connecticut), weisser Diopsid und weisse Hornblende in körnigem Kalk des niederösterreichischen Waldviertels<sup>1</sup>, ebenso von Warwick, New York, deren Überwachsung nach G. VOM RATH<sup>2</sup> an die von Orthoklas und Albit erinnert. Vor Allem macht sich diese Abhängigkeit aber geltend bei den alkalihaltigen Gliedern. Ägirin von Laaven enthält nach ROSENBUSCH<sup>3</sup> Arfvedsonitsetzen untereinander parallel so eingelagert, dass die Elasticitätsaxen  $c$  bei beiden (annähernd) zusammenfallen. Ebenso beobachtete beide in „paralleler Orientirung“ auch USSING (dies. Jahrb. 1901. I. p. - 43-) in Nephelingesteinen von Julianehaab; diese sind näher untersucht von FLINK<sup>4</sup>; darnach soll der Ägirin, welcher den Kern bildet, durch Umwandlung aus dem Arfvedsonit entstanden sein; die der Axe  $c$  zunächst gelegene Elasticitätsaxe  $a$  weicht bei beiden nach entgegengesetzten Seiten von ihr ab. Abweichend war die Verwachsung von Ägirin mit einer arfvedsonitartigen, von ihm Katoforit genannten Hornblende, welche BRÖGGER<sup>5</sup> in Grorudit von Grusletten beobachtete. Der Ägirin bildet eine scharf absetzende Randzone um den Katoforit,  $a$  des Ägirins und  $c$  des Katoforits sind nach derselben Seite der Axe  $c$  geneigt (Fig. 72). Ferner beschreibt BRÖGGER<sup>6</sup> orientirte Verwachsungen von Ägirin und Ägirindiopsid mit Katoforit aus den Syeniten, wobei beide zuweilen in zonaren Schalen miteinander abwechseln, bei übrigens unregelmässiger Begrenzung der Schalen<sup>7</sup>. Verwachsung von Ägirin mit Riebeckit beobachtete V. DE SOUZA-BRANDÃO<sup>8</sup> im Alkaligranulit von Alta-Pedroso (Alemtejo), wobei es sich anscheinend um Parallelverwachsungen handelt. Cross<sup>9</sup> be-

<sup>1</sup> BECKE, TSCHERMAR's Min. u. petr. Mitth. 4. 389. 1882.

<sup>2</sup> G. VOM RATH, Pogg. Ann. 111. 263. 1860.

<sup>3</sup> ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 1. 565. 1892.

<sup>4</sup> FLINK, Meddelelser om Grønland. 24. 84. 1899.

<sup>5</sup> BRÖGGER, Erupt. Gest. d. Kristiania-Geb. 1. 36. 1894.

<sup>6</sup> BRÖGGER, Erupt. Gest. d. Kristiania-Geb. 3. 170. 1898.

<sup>7</sup> Nähere Orientirung scheint hier kaum angängig, da der Auslöschungswinkel  $c : c$  dieser Katoforite zwischen 45—80° schwankt.

<sup>8</sup> V. DE SOUZA-BRANDÃO, Centralbl. f. Min. etc. p. 52. 1902.

<sup>9</sup> CROSS, Amer. Journ. of Sc. 39. 368. 1890.

öbachtete, dass bei allen Verwachsungen von Pyroxen und Amphibol die gleichnamigen Elasticitätsaxen nach derselben Seite von  $\epsilon$  geneigt waren; Fortwachsungen blauer faseriger Hornblende aus brauner, welche Augit in der gewöhnlichen Weise umwächst, hatten demnach die in Fig. 73 gezeichnete Orientirung. Eine directe Verwachsung zwischen Diallag und blauer Hornblende ohne Vermittelung von brauner Hornblende beschreibt LACROIX<sup>1</sup> aus alpinen und corsischen Gabbros, ebenso auch solche von Riebeckit mit Ägirin aus corsischen Apliten<sup>2</sup>. Endlich scheint es nach den Angaben von ARZRUNI<sup>3</sup>, dass auch Jadeit der Uralitisirung und Verwachsung mit einem gleich zusammengesetzten Amphibol unterliegt.

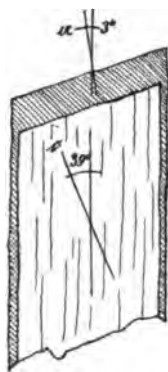


Fig. 72.



Fig. 73.

Aus den Analysen, namentlich von HAWES<sup>4</sup>, geht übrigens hervor, dass Augit und Hornblende in diesen Verwachsungen auch dann beträchtlich in der chemischen Zusammensetzung verschieden sein können, wenn die Hornblende uralitisch ist.

Die von HÄIDINGER (l. c.) beobachteten Verwachsungen zwischen Omphacit und Smaragdit, wobei dem Augit nach seinen Absonderungsflächen {100} der Smaragdit so eingeschaltet ist, dass dessen Prismenflächen parallel {100} liegen, scheint keine gesetzmässige zu sein.

<sup>1</sup> LACROIX, *Minéral. France.* 1. 581. 1893/95.

<sup>2</sup> LACROIX, *ibid.* p. 694—697.

<sup>3</sup> ARZRUNI, *Zeitschr. f. Ethnologie.* p. 189. 1883.

<sup>4</sup> HAWES, *Amer. Journ. of Sc.* 16. 397. 1878.

## 71. Glimmer mit Chlorit.

Bei Magnetcove, Arkansas, kommen nach G. ROSE<sup>1</sup> grosse, hexagonal umgrenzte Tafeln vor, welche einen sechsseitigen Kern von lauchgrünem Pennin haben, der parallel dem Umriss von hellgelblichgrünem Biotit mit parallelen Spaltflächen umwachsen wird; auf letzteren folgt wieder eine Pennin-, auf diesen wieder eine Biotitzone (Fig. 74). TSCHERMAK<sup>2</sup> machte darauf aufmerksam, dass nach ROSE's Beobachtungen das lauchgrüne Mineral auch Klinochlor mit kleinem Axenwinkel sein könne und beschrieb selbst mehrere neue Fälle der letzteren Verwachsung. Bei S. Marcel ist Klinochlor mit Phlogopit von ungewöhnlicher Ausbildung, nämlich gestreckt // [010] verwachsen. Die dicken Streifen des letzteren ragen aus den Tafeln des Klinochlors wie Mauern aus einem

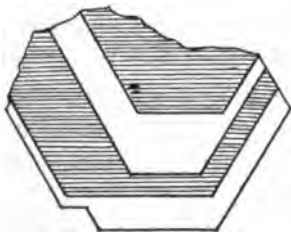


Fig. 74.

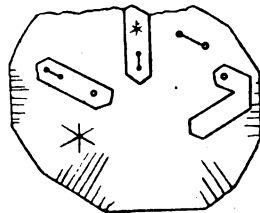


Fig. 75.

breiten Unterbau hervor; die Endflächen beider Minerale sind genau parallel, die Längsrichtung der Phlogopite entspricht den Schlaglinien des Klinochlors, so dass also die Schlagfigur in beiden Mineralen parallel liegt. Da der Klinochlor nach dem Glimmergesetz verzwillingt ist, handelt es sich mithin um parallele Verwachsungen von Drillingen beider Minerale (Fig. 75). Die Verwachsung wiederholt sich in den Spaltungsblättchen verschiedener Niveaus, dabei ist der Phlogopit vielfach weniger regelmässig begrenzt, überwiegt auch zuweilen gegenüber dem Klinochlor, während meist das Umgekehrte stattfindet. Ein anderes Beispiel derselben Verwachsung beschrieb TSCHERMAK von Kariaet in Grönland. Die bis 10 cm grossen Tafeln von Klinochlor erscheinen am Rande

<sup>1</sup> G. ROSE, Monatsber. Berlin. Akad. p. 35. 1869; auch Pogg. Ann. 138. 177. 1869.

<sup>2</sup> TSCHERMAK, Sitz.-Ber. Wien. Akad. 99. 85. 1890.

braun gefärbt und von vielen feinen Sprüngen parallel den Druck- und Schlaglinien durchsetzt. Im Innern der Tafeln treten braune, nach den Richtungen der Schlagfigur gestreckte Streifen und Flecken von unregelmässigen und verwaschenen Umrissen auf. Die braunen Stellen haben die Eigenschaften des Phlogopit und aus den optischen Eigenschaften schliesst TSCHERMAK, dass an Stellen des Farbenüberganges eine Mischung von Phlogopit und Klinochlor vorhanden sei und dass dort, wo eine einheitliche Interferenzfigur zu beobachten ist, ungemein dünne Blättchen beider Minerale miteinander abwechseln. Verwachsungen von Pennin und Phlogopit beobachtete TSCHERMAK auch an einer Stufe von Zermatt; zuweilen folgen beide Minerale schichtenweise aufeinander, zuweilen liegt reiner Phlogopit innen, reiner Pennin aussen, in der Mittelzone eine Mischung beider. Endlich ist der Tabergit von Taberg in Wermland nach TSCHERMAK ein Gemenge von Klinochlor oder Pennin, welchen beiden Phlogopit in ähnlicher Weise wie in dem Vorkommen von Kariaet innig beigemischt ist.

Auch LÜDECKE<sup>1</sup> erwähnt beiläufig Verwachsungen von Kaliglimmer und grünem Chlorit aus Glaukophanschiefer von Syra, ebenso WEINSCHENK<sup>2</sup> solche von Biotit und Chlorit in Parallelverwachsung aus dem Centralgranit des Gross-Venediger-Stockes. Ob auch der aus dunklem Glimmer hervorgehende Chlorit regelmässig zum Muttermineral orientirt ist, lässt sich aus den bisherigen Angaben nicht feststellen.

#### Anhang.

1. Die Verwachsungen der monoklinen Pyroxene untereinander, ebenso der monoklinen Amphibole, der Glimmer, ferner von Orthit und Epidot und ähnliche, über welche mancherlei Angaben vorliegen, sind hier zu den Verwachsungen isomorpher Substanzen gerechnet und demnach von der Betrachtung ausgeschlossen, obwohl die Sanduhrstruktur der Augite und Ähnliches zeigt, dass nicht alle Flächen den verschiedenen Mischungscomponenten gegenüber sich gleich verhalten.

2. Monokline Humite, Vergl. einige Angaben über die Verwachsung optisch erheblich verschiedener Humite unter No. 59.

3. Orthoklas mit Augit und mit Biotit. Hierüber hat ZAMBONINI (Zeitschr. f. Kryst. 32. 533. 1900 u. 34. 244. 1901) Angaben gemacht, indessen bedürfen sie der Ergänzung und Bestätigung.

<sup>1</sup> LÜDECKE, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. p. 263. 1876.

<sup>2</sup> WEINSCHENK, Abh. bayer. Akad. 18. 87. 1894.

4. Orthoklas mit Muscovit. Der aus der Zersetzung des Orthoklasses entstehende Muscovit liegt mit seiner Tafelfläche grösstentheils //  $\{001\}$ , zum kleineren auch //  $\{010\}$  und  $\{hko\}$  (Ebene der perthitischen Einlagerungen?). In Dünnschliffen von zersetzten Orthoklas-Eiern aus Rapakivi parallel  $\{001\}$  bemerkt man vielfach regelmässige Umgrenzung der Muscovite; sie bilden Sechsecke, die längeren Seiten //  $\{010\}$ , die kürzeren //  $\{110\}$  ca. Indessen erweisen sich solche Muscovitblättchen als optisch wenig homogen (wahrscheinlich auch verzwilligt), die Ebene der optischen Axen ist nicht festzustellen.

## 72. Orthoklas und Plagioklas<sup>1</sup>.

Die ersten Angaben über diese Verwachsung rühren wohl von G. ROSE<sup>2</sup> her. Er erwähnt einen Überzug „von klarem, reinem Adular“ und Albit auf fleischrothem Feldspath vom Prudelberg bei Stonsdorf unweit Hirschberg i. Schl. und von Albit bei Baveno. Letztere hat nach eigener Angabe<sup>3</sup> auch HÄNDINGER bereits 1825 in seiner Übersetzung des MOHS'schen Grundrisses beschrieben, sie erfolgt so, dass der Albit in „Parallelstellung“ zum Orthoklas als Krystallhaut namentlich auf  $\{010\}$  erscheint. Bald darauf machte L. v. BUCH<sup>4</sup> Mittheilungen über solche Verwachsungen aus dem Granit zwischen Melide und Morcote am Luganer See. Ihre Ausbildung ist sehr auffallend (Fig. 76), indem der rothe Orthoklas der Form

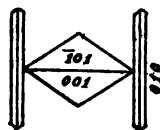


Fig. 76.

<sup>1</sup> Man könnte diese Verwachsung unter der Annahme, dass Orthoklas und Mikroklin nicht wesentlich verschieden sind, den isomorphen Verwachsungen zuzählen. Da aber ersteres immerhin nur eine Vermuthung ist (man könnte fast ebenso gut dann auch z. B. die Humite vereinigen), und die Mischung von Orthoklas und Plagioklas anscheinend stets nur eine mechanische ist, habe ich es für richtiger gehalten, sie den regelmässigen Verwachsungen nicht isomorpher Substanzen zuzuzählen. Dementsprechend müsste nun auch die Verwachsung von Orthoklas und Mikroklin hier eine Stelle finden, und zugleich die Verwachsung von Orthoklas mit Plagioklas von der Verwachsung Mikroklin mit Plagioklas getrennt werden. Das ist indessen nicht ausführbar, da in der älteren Literatur naturgemäss nie, in der neueren fast nie hierbei zwischen Orthoklas und Mikroklin unterschieden ist.

<sup>2</sup> G. ROSE, GILBERT's Ann. 73. 191. 1823.

<sup>3</sup> HÄNDINGER, Sitz.-Ber. Wien. Akad. 1. 193. 1848.

<sup>4</sup> L. v. BUCH, Abh. Berlin. Akad. a. d. J. 1827. p. 193 (gelesen 19. Febr. 1826).

{110}. {001}. {101} von zwei weit vorstehenden, fast farblos durchsichtigen papierdünnen Albitzwillingen nach {010} wie von einem Rahmen umgeben wird; andere klare Albite liegen wie ein Schmelz auf den Flächen {110} und {010}, fast keine auf {001} und {101}. WEISS<sup>1</sup> verweist nun bei Gelegenheit der Auffindung des Uralits bereits darauf, dass „bekanntlich“ der aufgewachsene Albit ganz constant auf bestimmte Weise auf dem Orthoklas aufgewachsen ist, „denselben, soweit seine Structur ihm ein solches möglich macht, verlängernd.“ Eine nähere Beschreibung solcher Verwachsungen gab dann HÄIDINGER (l. c.). Besonders schön sind sie darnach entwickelt an den Krystallen vom Cavalierberg bei Hirschberg i. Schl.; die Albite erscheinen wie ausgeschwitzt aus dem Orthoklas und sind nach dem dreifachen Reflex der Spaltungsflächen durch den ganzen Orthoklas vertheilt; es liegt also hier die erste Beobachtung über die später als „perthitisch“ bezeichnete Durchwachsung beider Feldspäthe vor. Als analoge Erscheinungen erwähnt HÄIDINGER auch bereits theilweise von Adular überdeckte

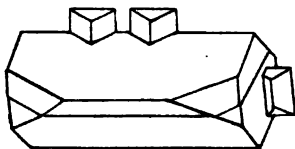


Fig. 77.

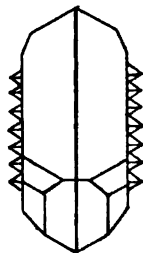


Fig. 78.

Zwillinge von Periklin (Fig. 77) und Albit (Fig. 78). HÄIDINGER betrachtet die Bildung der Albite auf dem Orthoklas als eine dem Saigerungsprocess analoge Umkrystallisation<sup>2</sup> und auch G. ROSE<sup>3</sup> war hinsichtlich der Krystalle aus dem Riesengebirge zu demselben Resultat gekommen, erwähnte aber gleichzeitig, dass auch unzweifelhaft primäre Umrindungen von Orthoklas durch Oligoklas in ganz frischen Porphyren und Gneissen vorkommen. BREITHAUPT<sup>4</sup> endlich lenkte gelegentlich einer Wiederholung der oben angeführten Beobachtungen die Aufmerksamkeit auf Feldspäthe von Perth bei Bathurst in Canada als einer ähnlichen Verwachsung von zweierlei Feld-

<sup>1</sup> WEISS, KARSTEN's Arch. f. Min. p. 566. 1832.

<sup>2</sup> HÄIDINGER, Sitz.-Ber. Wien. Akad. p. 92. 1863.

<sup>3</sup> G. ROSE, Pogg. Ann. 80. 123. 1850.

<sup>4</sup> BREITHAUPT, Berg- u. hüttenm. Ztg. p. 69. 1861.



späthen, bei welchen aber viele Lagen beider längs {100} miteinander abwechseln und nannte sie „Perthite“.

Orientirung. L. v. BUCH hat an seinen Krystallen Messungen anscheinend nicht angestellt, aber vermuthlich {010} und die Axen  $\epsilon$  als parallel betrachtet. HAIDINGER (l. c. 1848) scheint es, dass die Axen  $\epsilon$  parallel liegen, ausserdem vielleicht die Flächen {010}; später (1853) bezeichnet er die Stellung als eine „möglichst parallele“. Demgegenüber giebt BREITHAUP (l. c.) an, dass bei Krystallen von Baveno namentlich die Flächen {001} zusammen einspiegeln, bei den mit Adular besetzten Periklinen sollen dagegen die Axen  $\epsilon$  und Flächen {101} parallel liegen, endlich im Perthit die beiderlei Basisflächen  $2^\circ$  zu einander geneigt sein. Nach GERHARD<sup>1</sup> liegen im Perthit die Axen  $\epsilon$  parallel, um dieselben sind die übrigen Flächen „ganz analog gruppirte“, die Flächen {101} fallen nicht zusammen. Für die Verwachsungen von Stokö konnte BRÖGGER<sup>2</sup> die Angaben BREITHAUP's, nach welchen hier die Axen und die Flächen {001} parallel sein sollten, nicht bestätigen<sup>3</sup>; die Axen  $\epsilon$  sind allerdings jedenfalls parallel, ausserdem, wie es scheint, bald {100}, bald {010}, bald ausschliesslich  $\epsilon$ . Jetzt wird in den Lehr- und Handbüchern meist angegeben, dass  $\epsilon$  und {010} parallel liegen (Fig. 79, nach TSCHERMAK's Lehrbuch), indessen konnte neuerdings VIOLA<sup>4</sup> feststellen, dass auf Periklin von der Weidalp im Habachthal Adulare so aufgewachsen sind, dass die {001} bis auf wenige Minuten und ausserdem die Axen  $b$  parallel sind. Mir scheint es sehr wohl möglich, dass die parallelen Elemente je nach der Art des Wachstums und der Ausbildung der Verwachsung verschieden sind, indessen dürften in den allermeisten Fällen {010} und die Axen  $\epsilon$  parallel sein, und zwar so, dass die Flächen {001} beider Componenten nach derselben Seite von  $\epsilon$  neigen. Der-



Fig. 79.

<sup>1</sup> GERHARD, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 14. 151. 1862.

<sup>2</sup> BRÖGGER, Zeitschr. f. Kryst. 16. 523. 1890.

<sup>3</sup> In Strenge ist das überhaupt nicht möglich.

<sup>4</sup> VIOLA, Zeitschr. f. Kryst. 32. 307. 1900.

artige Stellungen sind für den Albit noch zwei möglich, welche zu einander hemitrop nach  $\{010\}$  sind.

Die Art der Ausbildung, hauptsächlich bedingt durch die Lage der Verwachsungsfläche, ist eine sehr mannigfaltige. Bei den Aufwachsungen fand HADINGER (l. c. 1848) an den Krystallen von Baveno alle Flächen  $\{hk0\}$  von Albit überzogen, die übrigen frei, E. BECKER<sup>1</sup> bei den Striegauer Krystallen die Überwachsung gewöhnlich nur auf  $\{110\}$  und  $\{010\}$ , auf  $\{001\}$  nur dann, wenn die Fläche verletzt war; nach KLOCKMANN<sup>2</sup> sind die Mikrokline von Hirschberg entweder vollständig von Albit überzogen oder einzelne Flächen bevorzugt; zusammenhängende Überzüge kommen fast nur auf Flächen  $\{001\}$ ,  $\{010\}$  und  $\{10\bar{1}\}$  vor, während auf den Flächen der „Horizontalzone“<sup>3</sup>, mit Ausnahme von  $\{010\}$ , durchgängig eine Auflösung in einzelne Individuen stattfindet und  $\{20\bar{1}\}$ ,  $\{11\bar{1}\}$  und  $\{\bar{1}11\}$  niemals Überwachsungen tragen, WOITSCHACH<sup>4</sup> hingegen beobachtete auf dem perthitischen Feldspath im Granit von Königshain den Albit auf den Flächen  $\{010\}$ .  $\{\bar{1}11\}$ .  $\{20\bar{1}\}$ .  $\{001\}$  und  $\{110\}$ , zuweilen auch auf  $\{10\bar{1}\}$ , einige Krystalle auch mit einer vollständigen Kruste von Albit bedeckt. Auf den Harzburger ebenfalls perthitischen Orthoklasen fand STRENG Albit auf  $\{100\}$ .  $\{010\}$  und  $\{001\}$ , ebenso auf Säulenflächen, z. Th. als glatten Überzug, z. Th. in Krusten, BRÖGGER auf den Krystallen der Gänge von Frederiksvärn, Laurvik und den Inseln des Langesundfjords einen gleichmässigen Überzug, besonders dick auf den Prismenflächen, dagegen meist ganz dünn auf den Endflächen und auf  $\{010\}$ . Es scheinen darnach bei den verschiedenen Vorkommen verschiedene Flächen hinsichtlich der Überwachsung bevorzugt,  $\{010\}$  aber niemals frei zu sein, ersteres vielleicht in ähnlicher Abhängigkeit von der Zusammensetzung der Nährlösung, wie der Habitus der Krystalle.

Mehrfach wird berichtet, dass die aufgewachsenen Krystalle mit den perthitischen Einlagerungen von Albit zusammenhängen (KLOCKMANN, WOITSCHACH l. c.). Die auf den Ortho-

<sup>1</sup> E. BECKER, Dissert. Breslau. p. 7. 1868.

<sup>2</sup> KLOCKMANN, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 34. 416. 1882.

<sup>3</sup> Muss wohl heissen Verticalzone.

<sup>4</sup> WOITSCHACH, Ref. Zeitschr. f. Kryst. 7. 84. 1883.

klasen des Riesengebirgsgranits aufgewachsenen Albite sind nach KLOCKMANN meist verzwillingt nach  $\{010\}$ , nach BEUTELL<sup>1</sup> macht sich aber zwischen den (selten) auf  $\{001\}$  und den auf  $\{110\}$  aufgewachsenen ein Gegensatz bemerklich, indem erstere meist feine Zwillingstreifen haben, letztere meist einfach sind. Ferner fand KLOCKMANN die auf den beiden Flächen  $(110)$  und  $(\bar{1}\bar{1}0)$  aufgewachsenen Albite

gleich orientirt, dabei zwillingsmässig nach  $\{010\}$  zu denen auf  $(1\bar{1}0)$  und  $(\bar{1}10)$  Fig. 80), was BEUTELL bestätigte und SABERSKY (dies. Jahrb. Beil.-Bd. VII. p. 391) mit den Durchkreuzungszwillingen der Albite vom Roc-tourné in Parallele stellte; indessen bleibt die Erscheinung immerhin auffallend, da nicht anzunehmen ist, dass der überwachsene Feldspath ein einfacher Zwilling nach  $\{010\}$  von Mikro-

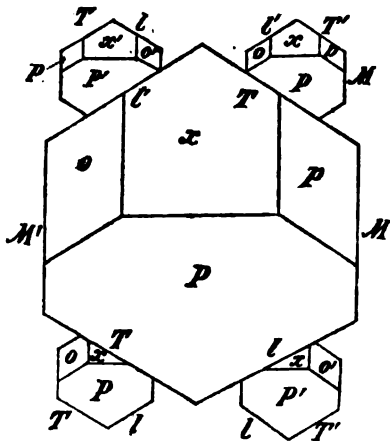


Fig. 80.

klin gewesen sei. Periklinzwillinge sind nach BEUTELL auf dem Orthoklas sowohl bei Striegau wie bei Hirschberg etc. selten und dann stets auf  $\{010\}$  aufgewachsen, übrigens charakteristischerweise nicht gestreckt //  $b$ , sondern tafelig nach  $\{010\}$ .

Bei den klaren Feldspäthen von Adularhabitus scheint im Gegensatz zu den eben besprochenen Vorkommen von Schlesien, Elba, Baveno, Lugano, dem Harz etc. fast stets der Kalifeldspath die jüngere Bildung zu sein, der daher auf Krystallen bald von Albit-, bald von Periklin-Habitus aufgewachsen ist, sehr selten aber sie vollständig überzieht. (Pfischthal: sowohl der Albit wie der gleichzeitig vorkommende Periklin von Adular überwachsen, am reichlichsten meistens  $\{101\}$ , Periklin zuweilen vollständig<sup>2</sup>; Untersulzbachthal: das

<sup>1</sup> BEUTELL, Zeitschr. f. Kryst. 8. 368. 1884.

<sup>2</sup> HÄIDINGER, l. c. p. 196. 1848 und v. ZEPHAROVICH, Min. Lex. 2. 4. 1873.

Ganze erscheint wie ein Adularzwilling nach dem Karlsbader Gesetz, bei welchem  $\{010\}$  die Zusammensetzungsfläche ist und längs derselben ein schmaler Albitzwilling nach demselben Gesetz so eingeschaltet ist, dass die im Contact befindlichen Theile der verschiedenen Individuen die Axe  $c$  und die Fläche  $\{010\}$  so gemein haben, dass  $\{001\}$  beider nach derselben Seite der Axe  $c$  neigt<sup>1</sup> (Fig. 81); vom St. Gotthard und dem Mader-

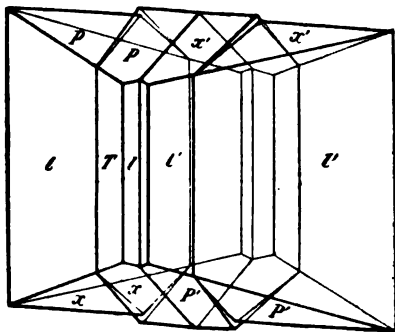


Fig. 81.

aer Thal<sup>2</sup>, vom Skopi<sup>3</sup>: Albitzwillinge auf  $\{010\}$  mit Adular besetzt; aus dem Dauphiné<sup>4</sup>; von der Piquette déras lids (Pyrenäen): kammförmige Überwachsungen<sup>5</sup>.) Eine Überwachsung von grossen Anorthiten des Monzoni erwähnt TSCHERMAK<sup>6</sup>; dass umgekehrt auch der Plagioklas den Adular

überwachsen kann, zeigen u. a. das Vorkommen von Zöptau<sup>7</sup>, sowie die von VOLGER<sup>8</sup> am St. Gotthard beobachteten Perimorphosen von Albit nach Adular<sup>9</sup>.

Die bekannten Umwachsungen nach Art der Feld-

<sup>1</sup> TSCHERMAK, Min. Mitth. p. 196. 1872.

<sup>2</sup> KENNGOTT, Min. d. Schweiz. p. 82, 83. 1866.

<sup>3</sup> G. VOM RATH, Zeitschr. f. Kryst. 5. 39. 1881.

<sup>4</sup> TSCHERMAK, l. c.

<sup>5</sup> LACROIX, Minéralogie d. l. France. 2. 111. 1896/97.

<sup>6</sup> TSCHERMAK, Verh. geol. Reichsanst. p. 37. 1874.

<sup>7</sup> G. VOM RATH, Sitz.-Ber. niederrhein. Ges. Bonn. 37. 52.

<sup>8</sup> Nach BLUM, Pseudom. IV. Nachtr. p. 32. 1879.

<sup>9</sup> (Anmerkung während des Druckes.) Sehr mannigfaltige Bildungen dieser Art sind kürzlich von V. NEUWIRTH aus der Umgebung von Zöptau beschrieben und abgebildet (TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 21. 347. 1902). Der Albit bildet hier z. Th. nach  $\{010\}$  tafelige Zwillinge nach  $\{010\}$ , welche den Adular kreuzweise so durchwachsen, dass sie als zierliche Aufsätze auf seinen Flächen erscheinen; sie selbst sind dabei auf  $\{110\}$  und  $\{1\bar{1}0\}$  noch wieder von Adular überrindet. Umgekehrt zeigen auch Albite von Periklin-Habitus Aufsätze, und auf  $\{101\}$  und  $\{001\}$  auch Überwindungen von Adular.

spathe des Rapakiwi<sup>1</sup> schliessen sich insofern jenen vom Riesengebirge etc. an, als bei ihnen der Kalifeldspath ebenfalls innen, der Plagioklas aussen liegt. Schon G. ROSE<sup>2</sup> erwähnt ähnliche Umwachsungen (durch Oligoklas) aus Granit des Riesengebirges, BREITHAUPT<sup>3</sup> aus Granitporphyr von Altenberg i. S. Die mikroskopischen Untersuchungen haben dann vielfach auch die umgekehrte Verwachsung kennen gelehrt, sie scheint darnach die häufigere zu sein<sup>4</sup>. Als noch verbreiteter als diese makroskopischen und mikroskopischen Umwachsungen haben sich aber die perthitischen Durchwachsungen von Orthoklas (Mikroklin) und Plagioklas erwiesen. Bereits oben wurde darauf hingewiesen, dass eigentlich HADINGER sie schon an schlesischen Feldspathen beobachtete, ehe BREITHAUPT sie nach dem Vorkommen von Perth benannte. Ihre weitere Verbreitung stellte dann wohl zuerst GERHARD (l. c.) fest, auch ermittelte er namentlich die chemische Zusammensetzung ihrer Plagioklase. Als Zusammensetzungsfläche giebt BREITHAUPT {100} an, nach TSCHERMAK<sup>5</sup> sind Flächen einer mittleren Lage zwischen {100} und {110} besonders häufig, am seltensten sind dagegen Einlagerungen längs {010} (z. B. Karlsbad); STRENG (l. c.) giebt als Einlagerungsfläche für Perthit vom Radauthal ebenfalls {100} an. Für die bald als weit verbreitet erkannten mikroskopischen Verwachsungen derart<sup>6</sup> führte BECKE<sup>7</sup> den Namen „Mikroperthit“, für die noch feiner struirt, mikroskopisch nicht mehr auflösbaren BRÖGGER (l. c.) den Namen „Kryptoperthit“ ein; als Verwachsungsebene bestimmte er für jene Kryptoperthite, welche secundärer Entstehung sind {100}, für die primärer Entstehung dagegen {80I}, nachdem BECKE (l. c.) und OSANN (dies. Jahrb. 1888, I. p. 120) bereits früher Abweichungen von der Lage {100} durch Messung festgestellt hatten, die auch von späteren

<sup>1</sup> Vergl. darüber die Angaben bei ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 2. 54. 1896 und namentlich SEDERHOLM, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 12. 1. 1892.

<sup>2</sup> G. ROSE, Ber. Verh. preuss. Akad. p. 247. 1842.

<sup>3</sup> BREITHAUPT, Berg- u. hüttenm. Ztg. p. 70. 1861.

<sup>4</sup> ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 1. 638. 1892.

<sup>5</sup> TSCHERMAK, Sitz.-Ber. Wien. Akad. 50. 572. 1864.

<sup>6</sup> Vergl. darüber bei ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 1. 514. 1885; 2. 62 u. 530. 1887.

<sup>7</sup> BECKE, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 4. 199. 1882.

Beobachtern (TARASSENKO, dies. Jahrb. 1899. I. - 470-) bestätigt wurden. Eingehendere Untersuchungen machte dann USSING (dies. Jahrb. 1899. II. - 358-); er ermittelte für grönländische Krystalle als normale Zusammensetzungsfläche bei gleichzeitiger Entstehung beider Feldspathe {861} und {861} für Mikroklin und {801} für Orthoklas; er ist der Meinung, dass dieser Fläche eine ähnliche Bedeutung zukommt, wie dem rhombischen Schnitt der Periklinzwillinge<sup>1</sup>; entstanden die Feldspathe nacheinander, so erscheinen als Verwachsungsflächen {001} und {010} oder die Absonderungsfläche {100}. Ähnliche Einlagerungsflächen wie USSING giebt auch HÖGBOM\* für Krystalle von Hitterö an.

Die grosse Mannigfaltigkeit dieser Bildungen ist namentlich von USSING an grönländischen Feldspathen nachgewiesen; er unterscheidet zwischen Orthoklasperthit und Mikroklinperthit, und nach dem Grade der Innigkeit der Verwachsung zwischen Mikroperthiten, welche u. d. M. noch deutlich als Verwachsung von Albit und Kalifeldspath zu erkennen sind, Kryptoperthiten, welche bei mässiger Vergrösserung noch homogen erscheinen, und Natronorthoklasen bezw. Natronmikroklinen (= Anorthoklasen), welche optisch homogen sind. Bei gleichzeitiger Krystallisation von Kali- und Natronfeldspath sollen solche homogene Massen dann entstehen, wenn die zur Krystallisation<sup>2</sup> nothwendigen Diffusionsströmungen nur sehr schwierig oder gar nicht vor sich gehen können; im anderen Falle sollen perthitische Structuren auftreten, um so feiner, je schwieriger die Diffusion sich gestaltet. Übergänge zwischen den perthitischen Structuren und submikroskopischen, gewissermaassen molecularen, isomorphen Mischungen schilderte übrigens bereits ROSENBUSCH<sup>4</sup> und machte auch auf den Zusammenhang der Einlagerungen mit dem Lichtschein der Mondsteine und mancher Orthoklase des südlichen Norwegens aufmerksam.

---

<sup>1</sup> Dann ist allerdings zu erwarten, dass sie ebenso wenig constant ist wie jene, sondern sich mit der chemischen Zusammensetzung und den geometrischen Constanten des durchsetzten und durchsetzenden Feldspaths ändert.

<sup>2</sup> HÖGBOM, Ref. Zeitschr. f. Kryst. 31. 314. 1899.

<sup>3</sup> Muss wohl heissen: „getrennten Krystallisation“.

<sup>4</sup> ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 1. 515 f. 1885.

Nirgends dürfte in der That die Annahme eines Zusammenhanges zwischen den regelmässigen Verwachsungen und isomorphen Mischungen so nahe gelegt werden als hier bei den Feldspäthen, wo die verschiedene Symmetrie und die genaue Kenntniss der optischen Eigenschaften der Componenten die Erkennung der Verwachsung auch bei sehr mikroskopischen Dimensionen noch gestattet.

### Anhang.

1. Arfvedsonit mit Ainigmatit. BRÖGGER (Zeitschr. f. Kryst. 16. 432. 1890) beobachtete an Krystallen von Ainigmatit von Naugakasik und Kangerdluarsuk in Grönland u. d. M. Parallelverwachsungen mit Arfvedsonit; sie sind nach ihm wahrscheinlich ursprüngliche. Nähere Angaben fehlen.

2. Gyps und seine Entwässerungsproducte. Die Entwässerungsproducte, welche sich aus Gyps beim Erhitzen auf 125—140° bilden, sind nach den Angaben von DOSS (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. p. 146. 1897) und LACROIX (Compt. rend. 126. 360 u. 553. 1898) z. Th. regelmässig zum Gyps orientirt. Es sind folgende:

a) Parallel  $\hat{c}$  des Gypses verlängerte Bänder, in welchen  $c$  merklich schief zur Längsrichtung liegt (die Tafelfläche parallel (010) des Gypses). Sie erscheinen in Schnitten nach  $\{100\}$  des Gypses ebenfalls mit schiefer Auslöschung und verzwillingt nach  $\{100\}$ ; auch nach Schnitten  $\perp \hat{c}$  des Gypses ist das Mineral triklin und stark verzwillingt. LACROIX hält diese Bildungen für wasserfreies  $\text{CaSO}_4$ , DOSS<sup>1</sup> für Halbhydrat ( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ ), VAN'T HOFF und WEIGERT (Sitz.-Ber. Berlin. Akad. p. 1141. 1901) für ein lösliches Anhydrid. Sie nehmen sehr schnell wieder Wasser auf und verwandeln sich dabei nach LACROIX wieder in Gyps, z. Th. in Parallelstellung zum ursprünglichen.

b) Rosettenförmige Gruppierungen von unregelmässig achtseitigem Umriss und complicirter Structur, anscheinend ebenfalls triklin und verzwillingt, die Orientirung zum Gyps für einzelne Bänder ähnlich wie vorher. LACROIX scheint sie für chemisch nicht verschieden von den vorigen zu halten; DOSS beschreibt ähnliche Gruppierungen und bildet sie auch ab, vermuthet darin aber Durchkreuzungszwillinge von Anhydrit nach  $\{011\}$ .

c) Unterhalb 125° erhielt LACROIX auch noch optisch positive, hexagonale Kryställchen, deren Längsrichtung parallel  $\hat{c}$  des Gypses lag. LACROIX vermuthete darin zuerst das von LE CHATELIER dargestellte Halbhydrat, später giebt er an, dass sie ebenfalls  $\text{CaSO}_4$  seien, während sie nach VAN'T HOFF und WEIGERT in der That mit dem Halbhydrat identisch sind.

Die orientirte Stellung dieser Neubildungen ist von Interesse angesichts der natürlichen, unter Wasseraufnahme entstandenen orientirten Neubildungen, wie Serpentine etc.

<sup>1</sup> Auf Grund von Versuchen von H. ROSE, HOPPE-SEYLER, G. ROSE u. a. vergl. die bei DOSS aufgeführte Literatur.

## Allgemeiner Theil.

### I. Die geometrischen Verhältnisse der regelmässigen Verwachsungen.

Die gemeinsamen Elemente. Überblickt man die Gesetzmässigkeiten in der Stellung der beiden Componenten, so ergibt sich, dass in allen hinreichend genau untersuchten Fällen eine (eventuell mehrere) bestimmte Flächen der einen mit einer (eventuell mehreren) der anderen parallel liegen; dasselbe gilt hinsichtlich der Kanten.

Krystalle des gleichen Krystallsystems, also sehr ähnlicher Symmetrie und mit z. Th. völlig übereinstimmenden Winkeln, verwachsen zwar meist so, dass die krystallographischen Axen und die Symmetrieelemente parallel oder nahezu parallel liegen (No. 1, 3—5, 27—30, 42, 47 a, 40—52, 67—71), es giebt aber sehr entschiedene Ausnahmen (No. 2, 26, 43, 47 b u. c, 48). Man darf daraus wohl schliessen, dass es bei allen diesen Verwachsungen von Krystallen ähnlicher Symmetrie nicht sowohl darauf ankommt, die krystallographischen Axen und Symmetrieelemente parallel zu orientiren, als vielmehr darauf, eine oder mehrere Flächen und Kanten mit gleichen oder ähnlichen Winkeln gleich zu richten. Dieses Princip ergibt sich dann namentlich aber mit grosser Evidenz aus der Verwachsungsart der viel zahlreicheren Componenten aus verschiedenen Krystallsystemen, und also mit verschiedener Symmetrie und verschiedenen Winkeln. Besonders häufig ist hier das Zusammenfallen von Flächen mit drei Symmetrie- oder Pseudosymmetrielinien, welche also Winkel von genau oder nahezu  $120^\circ$  miteinander bilden (No. 6, 9, 10, 12, 23—25, 34, 36—41, 44, 46, 57, 62, 65, 68—70), dann fallen auch alle anderen in der gemeinsamen Ebene möglichen Kanten ganz (bezw. nahezu) zusammen. Andererseits sind Beispiele, wo die parallel liegenden Flächen in ihren Winkelverhältnissen einander ganz unähnlich sind, nicht häufig (Bleiglanz-Pyrit, Bleiglanz-Chlorblei, Pyrit-Markasit, Magnetit-Hornblende, Kalkspath-Quarz, Baryt-Witherit, Aragonit-Gyps, Astrophyllit-Glimmer); in diesen Fällen liegen meist doch noch ein Paar zu einander senkrechter



Kanten in beiden Flächen parallel. Man kann daher wohl sagen, dass Ähnlichkeit in den Winkelverhältnissen der gemeinsamen Flächen für regelmässige Verwachsung verschiedenartiger Krystalle ebenso bezeichnend ist, wie Ähnlichkeit aller Winkel bei isomorphen Verwachsungen.

Darnach ist zu erwarten, und wird durch die Statistik bestätigt, dass regelmässige Verwachsungen zwischen höher symmetrischen (oder höher pseudosymmetrischen) Krystallen häufiger sind als zwischen niedriger symmetrischen. An den aufgezählten Verwachsungen sind nämlich theilhaftig: reguläre Krystalle 30mal, hexagonale 27mal, tetragonale 14mal, also höher symmetrische im Ganzen 71mal; ferner rhombische 35mal, monokline 34mal, triklone nur 2mal, also niedriger symmetrische im Ganzen 71mal. Unter den letzteren kommen aber nicht weniger als 41mal solche vor, bei welchen die gemeinsamen Flächen höhere Pseudosymmetrie aufweisen.

Sehr auffallend ist, wie oft manche Minerale, und zwar keineswegs nur die besonders häufigen, sich an Verwachsungen theilhaben. Man findet z. B. Arsenkies 3mal, Augit 5mal, Glimmer 11mal, Bleiglanz 7mal, Eisenglanz (Titaneisen) 5mal, Fahlerz 4mal, Hornblende 5mal, Kalkspath 7mal, Kupferkies 5mal, Pyrit 5mal, Rutil 5mal. Andere, sehr gemeine Minerale dagegen erscheinen auffallend selten, z. B. Quarz nur 1mal, Feldspath 1mal, Apatit, Granat, Epidot, Titanit, Zeolith, Flussspath gar nicht, obwohl sie z. Th. zugleich unter sehr mannigfaltigen paragenetischen Verhältnissen vorkommen, und obwohl ihre Seltenheit in Verwachsungen auch nicht, wie bei Gyps, Steinsalz u. a. in der leichten Vergänglichkeit ihrer Krystalle begründet sein kann. Beim Quarz könnte man an einen Zusammenhang mit seinen eigenthümlichen geometrischen Verhältnissen (Enantiomorphie) denken.

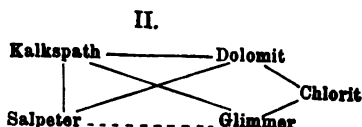
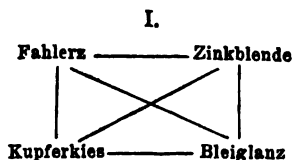
Aus der Übersicht geht ferner hervor, dass isomorphe Substanzen meist die Fähigkeit haben, mit derselben dritten Substanz in analoger Weise zu verwachsen, nämlich Magnetit, Magnoferrit und Pleonast mit Eisenglanz (bezw. Titaneisen), Markasit und Arsenkies mit Pyrit, und mit Magnetkies; Muscovit und Biotit mit Jod-, Brom- und Chlorkalium, ebenso mit  $\text{NaNO}_3$  und mit  $(\text{Na}, \text{K})\text{NO}_3$ , die Bronzite mit den verschiedenen monoklinen Augiten und auch mit ver-

schiedenen Hornblenden, Orthoklas mit den verschiedenen Plagioklasen. Bei der grossen Ähnlichkeit aller Winkel isomorpher Substanzen und ihrer chemischen Analogie scheint dieses Verhalten selbstverständlich. Dasselbe trifft auch vielfach zu bei nicht streng isomorphen, aber sehr winkelähnlichen und dabei chemisch verwandten Substanzen, wie Kalkspath und Dolomit gegenüber  $\text{NaNO}_3$ , monoklinen und rhombischen Pyroxenen gegenüber Titaneisen und gegenüber Bastit, Glimmer und Chlorit gegenüber Magneteisen. Indessen machen sich hier doch schon Unterschiede bemerklich, indem z. B. Dolomit mit Natronsalpeter anscheinend sehr viel schwieriger als mit Kalkspath verwächst, ebenso Bastit anscheinend schwieriger mit monoklinem als mit rhombischem Pyroxen u. ä.

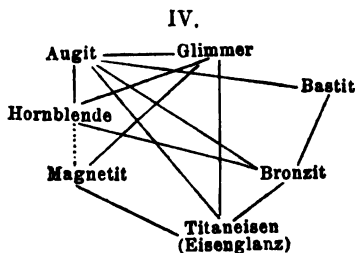
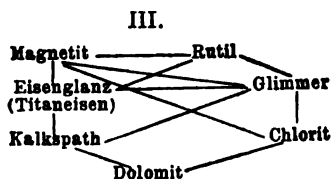
Unter den Componenten der Verwachsungen befinden sich dann eine ganze Reihe solcher, bei welchen von drei oder mehr nicht isomorphen jede mit jeder oder mit mehreren der anderen in Verbindung treten kann; es entstehen so gewissermaassen Verwachsungsketten. Obwohl in Strenge der Satz nicht zu gelten scheint, dass zwei Minerale, welche mit einem dritten regelmässig verwachsen, auch allemal untereinander regelmässig verwachsen können — ein Satz, der etwa dem entsprechen würde, dass zwei Substanzen, die mit einer dritten isomorph sind, es auch untereinander sind —, so scheint doch die Frage berechtigt, inwieweit die Verwachsungsgesetze bei verschiedenen Gliedern einer Kette miteinander harmoniren, ob also A und B, welche beide mit C verwachsen, wenn sie miteinander verwachsen, dieselbe Stellung einnehmen, welche ihnen zukommen würde, wenn man sie sich gleichzeitig auf C aufgewachsen denkt. Dies trifft thatsächlich in den meisten Fällen zu, aber nicht ausnahmslos. Die zutreffenden Fälle sind in den folgenden Schematen solcher Ketten durch ausgezogene, die nicht zutreffenden durch gestrichelte Linien angedeutet, wenn dagegen überhaupt keine Verwachsung zwischen gewissen Gliedern beobachtet ist, fehlt die Verbindungslinie zwischen ihnen.

Zwischen den Gliedern der Kette I, welche alle 6 möglichen Combinationen ihrer 4 Componenten umfasst, herrscht vollkommene Concordanz.

Bei II, welche 7 Verbindungen unter 5 Componenten umfasst, herrscht Concordanz bis auf die Verbindung von Salpeter und Glimmer; nach der Verbindung beider mit Kalkspath sollte {0001} des Salpeters 30° gegenüber der beobachteten Lage auf dem Glimmer gedreht sein.

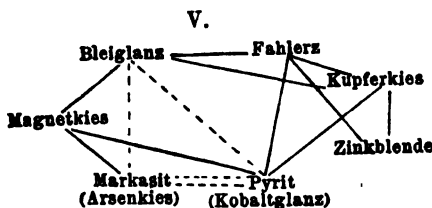


III. Enthält 7 Glieder in 12 Verbindungen, welche alle in Concordanz sind. Der Verwachsungstrippel Magnetit-Titan-eisen-Rutil ist in den jüngst von PELIKAN beschriebenen Pseudomorphosen verwirklicht.



IV. Enthält ebenfalls 7 Componenten, und zwar in 13 Combinationen, unter welchen Concordanz herrscht bis auf die Verwachsung der Hornblende mit Magnetit, wo nach der Stellung beider zum Glimmer die Oktaëderfläche parallel {100} der Hornblende liegen müsste.

V. Enthält ebenfalls 7 Componenten in 13 Verwachsungen, zeigt in dessen mehrfache Abweichungen von der Concordanz sowohl in der Stellung des Bleiglanzes zum Pyrit (welche nach der Verwachsung beider mit Fahlerz und Kupferkies<sup>1</sup> eine solche



<sup>1</sup> Allerdings sind Verwachsungen von Eisenkies mit Kupferkies nicht bekannt, wohl aber vom nahe verwandten Kobaltglanz, der hier für ersteren eintretend gedacht ist.

mit parallelen krystallographischen Axen sein sollte), wie in der Stellung des Markasits (Arsenkies) zum Pyrit, wo keine der beiden bekannten Gruppierungen derart ist, wie sie nach der Verbindung beider Minerale mit Magnetkies und der Verbindung des Arsenkieses mit Bleiglanz sein sollte<sup>1</sup>.

Es ist natürlich nicht anzunehmen, dass die Concordanz in einer „Kette“ auf chemische Ähnlichkeit der Componenten ähnlich wie bei isomorphen Reihen hinweist, sie resultirt einfach daraus, dass, wie wir gesehen haben, je 2 Componenten bestrebt sind, sich in Flächen zu berühren, welche in ihren Winkeln möglichst übereinstimmen, und da ist dann bei der beschränkten Zähligkeit der krystallographischen Symmetriaxen die Auswahl, wenn man so sagen darf, keine sehr grosse, so dass bei demselben Mineral vielfach dieselbe Fläche als gemeinsames Element für ganz verschiedene Componenten wiederkehrt. Man wird auch aus der Thatsache der regelmässigen Verwachsung im Allgemeinen nicht auf höhere Analogie der chemischen Constitution schliessen dürfen, als sie sich schon aus dem Vergleich der Formen der Componenten ergibt. Es scheint demnach z. B. nicht angebracht, mit SADEBECK deshalb für Kupferkies die der Zinkblende ( $\text{Zn, Fe}$ )S analoge Constitutionsformel  $\text{Cu S} \cdot \text{Fe S}$  anzunehmen, weil beide sehr häufig regelmässig verwachsen.

Dass die Stellung, in welcher zwei Minerale sich verbinden, nicht durch ihre Verwachsung mit demselben dritten bedingt ist, geht dann namentlich auch daraus hervor, dass manche auf mehrere verschiedene Weise miteinander verwachsen. Bei Fahlerz mit Zinkblende können die gleichartigen, aber auch die ungleichartigen Oktanten zusammenfallen; bei Turmalin mit Glimmer (Verwachsungsart b) und ebenso bei Astrophyllit mit Glimmer und Rutil mit Glimmer liegen angesichts der Abweichung des Glimmers von hexagonaler Symmetrie, streng genommen, jedesmal zwei, in der Neigung entsprechender Flächen allerdings wenig verschiedene Verwachsungsgesetze vor, und ähnliches gilt vermuthlich in manchen anderen Fällen (wo die eine Componente pseudo-

<sup>1</sup> Natürlich kann man mit demselben Recht sagen, dass die Stellung des Bleiglanzes und Pyrits zum Magnetkies nach ihrer Verwachsung mit Markasit nicht die zu erwartende ist und ähnlich vorher.

symmetrisch ist), ohne dass sich dies wegen der Kleinheit ihrer Krystalle nachweisen liesse. Ausserdem kommen mehrfach auch völlig verschiedene Verwachsungen zwischen denselben Componenten vor, besonders auffallend bei Pyrit und Markasit, Kalkspath mit Aragonit, Turmalin mit Glimmer, Andalusit mit Sillimanit u. a., ebenso in den sogen. Paramorphosen von Rutil nach Anatas und Brookit.

Wenn man die physikalische Bedeutung der gemeinsamen Elemente untersucht, so lässt sich nicht verkennen, dass physikalisch ausgezeichnete Flächen und Kanten besonders häufig darunter sind, und zwar speciell auch solche, welche nicht als Symmetrieelemente eo ipso dazu zählen (Spaltflächen, Gleitflächen für einfache Schiebungen und Translationen, Zwillings Ebenen, Schiebungs- und Translationsrichtungen, Schlag- und Drucklinien, Zwillingsachsen). Indessen finden sich doch sehr zahlreiche Ausnahmen davon, indem Flächen und Kanten der genannten Art nicht zu den gemeinsamen Elementen gehören (z. B. bei KJ etc.,  $\text{KNO}_3$ , Kalkspath in seinen Verwachsungen mit Aragonit, Biotit, Quarz u. a.), und zugleich sind unter den regelmässigen Verwachsungen Minerale ohne dergleichen ausgezeichnete Richtungen sehr häufig, zum mindesten nicht seltener als andere (vergl. das alphabetische Register). Man wird daher eher geneigt sein, anzunehmen, dass diese Flächen nur deshalb so häufig unter den gemeinsamen Elementen erscheinen, weil sie auch als Krystallflächen zu den häufigsten der betreffenden Minerale gehören.

Die Symmetrie des Verwachsungscomplexes. Die Bestimmung der Verwachsung durch die Parallelität einer Fläche und einer in ihr liegenden Kante ist im Allgemeinen noch mehrdeutig (z. B. bei zwei triklin holoëdrischen Krystallen vierdeutig, entsprechend: 1. der Parallelstellung, 2. der Zwillingsstellung nach der gemeinsamen Fläche, 3. der Zwillingsstellung nach der gemeinsamen Kante, 4. der Zwillingsstellung nach der normalen der gemeinsamen Kante in der gemeinsamen Fläche bei Verwachsungen gleichartiger Krystalle), und zwar in Bezug auf jede der beiden Componenten. Sie kann für beide eindeutig werden, wenn z. B. für beide Componenten die gemeinsame Ebene Symmetrieebene und die

gemeinsame Kante gradzählige Symmetrieaxe ist, wie bei der Verwachsung von Andalusit mit Sillimanit mit parallelen Axen. Da das aber im Allgemeinen nicht der Fall ist, wird man, wenn beide Componenten nur in einer einzigen Stellung vorkommen, zur weiteren Formulirung des Gesetzes jenen ersten Bedingungen noch weitere hinzufügen müssen. So verbinden sich z. B. Arsen und Arsenolith so, dass nicht allein  $\{0001\}$  parallel einer Fläche  $\{111\}$  und die Kanten zu  $\{10\bar{1}1\}$  parallel den Oktaëderkanten liegen, sondern zugleich derart, dass die stumpfen genannten Kanten beider Minerale nach derselben Seite gewendet sind. Das Verwachsungsgesetz ist hier also (allerdings nur in Bezug auf die Arsenblüthe) eindeutig. In vielen Fällen ist aber eine derartige eindeutige Formulirung nicht möglich, z. B. dann, wenn die gemeinsamen Elemente an der einen Componente in mehreren verschiedenen Lagen vorkommen (wodurch in dem obigen Beispiel Mehrdeutigkeit in Bezug auf Arsen eintritt), oder wenn die gemeinsame Fläche eine Symmetrielinie enthält, welche der Parallelfäche der anderen Componente fehlt. Man könnte alsdann erwarten, dass das später gebildete Mineral an jeder Stelle des zuerst gebildeten in so vielen verschiedenen Orientirungen auftritt, dass der Symmetrie des ersteren genügt wird. Die Beobachtung zeigt, dass dies im Allgemeinen nicht der Fall ist.

Bei der Verwachsung von Quarz mit Kalkspath ist letzterer unzweifelhaft der ältere. Nach dem Verwachsungsgesetz kann der Quarz, obwohl es ihn als holoëdrisch betrachtet, doch noch 6 verschiedene Stellungen zum Kalkspath einnehmen. Diese finden sich nun auch alle verwirklicht, aber nicht an jeder beliebigen Stelle des Kalkspathes, sondern auf jeder Fläche  $\{01\bar{1}2\}$  desselben höchstens zwei, so dass wohl der Symmetrie der überwachsenen Fläche, nicht aber der des Krystalls genügt ist. Ganz Analoges gilt für die Überwachsung von Bleiglanz durch Chlorblei, von Witherit durch Baryt, von Boléit durch Cumengëit; ebenso müssten bei der Verwachsung a) von Kalkspathzwillingen nach  $\{0221\}$  mit Aragonit die ersteren noch in einer anderen Orientirung auf  $\{001\}$  des Aragonits vorkommen (nämlich so, dass die Zwillinge die stumpfe Polkante des Skalenoëders nach aussen

wenden). Bei Fahlerz-Kupferkies erscheinen nach der Angabe von SADEBECK die Kupferkiese auf  $\{001\}$  des Fahlerzes nicht in allen drei nach dem Verwachsungsgesetz möglichen Stellungen, sondern die auf jeder Würfel­fläche aufgewachsenen Kupferkiese legen ihre Flächen  $\{001\}$  dieser Aufwachsungsfläche parallel. Analog ist es anscheinend bei Kobaltglanz-Kupferkies und für Bleiglanz-Bournonit bei den unter a) beschriebenen.

Von besonderem Interesse sind nun jene Fälle, wo das überwachsende Mineral, um der Symmetrie der überwachsenen Fläche zu genügen, gewissermaassen zur Zwillingbildung gezwungen wird. In den von SADEBECK und von TRECHMANN abgebildeten Fällen waren nicht einfache Markasite auf dem Pyrit aufgewachsen, sondern Zwillinge nach  $\{110\}$ , welche in der That erst der Symmetrie der Fläche genügen. Ebenso sind die auf Pyrit aufgewachsenen Bleiglanzzoktaëderchen vielfach verzwillingt, und zwar stets nur nach der mit dem Pyrit gemeinsamen Fläche  $\{111\}$ . Der Eisenglanz erscheint auf und in den Oktaëdern des Magnetit (Magnoferrit) in Zwillingen nach  $\{0001\}$ , weil die einzelnen Krystalle desselben der Symmetrie der Oktaëderflächen bei dem angegebenen Verwachsungsgesetze nicht genügen würden; ebenso ist es mit den oben schon erwähnten Kalkspathzwillingen nach  $\{0221\}$  auf Aragonit; endlich sei noch erinnert an die Überwachsung von Bronzit durch Augit, welcher dann nach  $\{100\}$  öfter und stärker verzwillingt ist.

Die Zwillingbildung des überwachsenden Minerals nach der gemeinsamen Fläche und Kante fehlt dagegen, wo sie durch die Symmetrie der überwachsenen Fläche nicht gefordert wird, z. B. bei Arsenolith auf Arsen, bei Kalkspath auf Barytocalcit, obwohl beim Kalkspath sonst Zwillingbildung nach den im letzten Beispiele gemeinsamen (oder nahezu gemeinsamen) Flächen  $\{01\bar{1}2\}$  und  $\{10\bar{1}1\}$  erheblich häufiger ist als die oben erwähnte nach  $\{0221\}$ . Charakteristisch ist hier auch das Verhalten des Albits auf dem Orthoklas. Er erscheint auf  $\{001\}$  der Symmetrie dieser Fläche entsprechend in Zwillingen nach  $\{010\}$ , auf den Prismenflächen dagegen meist in einfachen Krystallen<sup>1</sup>. Ähnlich verhält sich der

<sup>1</sup> Daraus, dass die Zwillingbildung des Plagioklas fast stets nach  $\{010\}$  erfolgt, wird zugleich wahrscheinlich, dass  $\{010\}$  die beiden Feldspäthen

Arsenkies in den Pseudomorphosen nach Magnetkies; seine Krystalle haben auf jeder Fläche  $\{10\bar{1}0\}$ , von wenigen Ausnahmen abgesehen, der Symmetrie dieser Fläche entsprechend nur eine Orientirung, obwohl sie durch Drillingsbildung nach  $\{101\}$ , welche bei dem Mineral ja häufig ist und zu pseudohexagonalen Gruppierungen führt, sehr leicht der hexagonalen Symmetrie des Magnetkieskrystalls sich nähern könnten. Ähnlich ist es vermuthlich in anderen Fällen, wo genauere Beobachtungen bisher nicht möglich waren, zumal wenn das überwachsene Mineral pseudosymmetrisch ist, wie bei den vielfachen Verwachsungen des Kupferkieses.

In manchen Fällen scheint die Überwachsung nicht nur der Symmetrie, sondern auch der Pseudosymmetrie der überwachsenen Fläche — nicht des ganzen Krystalls — Rechnung zu tragen, wenn diese nämlich von wahrer Symmetrie nur sehr wenig abweicht. Belege dazu liefern namentlich die Verwachsungen der Glimmer. Wenn die auf seinen Flächen  $\{001\}$  aufgewachsenen Kryställchen von  $KJ$ ,  $KBr$ ,  $KCl$ ,  $NaNO_3$ , und Kalkspath der wahren Symmetrie dieser Flächen folgten, brauchten sie in nur einer Stellung sich anzusiedeln; sie erscheinen aber in mindestens zwei, wie sie erst hexagonale oder rhombische Holoëdrie fordern würde und welche hemitrop nach der mit dem Glimmer gemeinsamen Fläche  $\{111\}$  (und nur nach dieser) sind, obwohl Zwillinge nach diesem Gesetze bei ihnen sonst mindestens nicht häufig sind. Ähnlich ist es bei Rutil und Astrophyllit auf Glimmer. Diese Thatfachen erinnern lebhaft an die Wachstumsverhältnisse der pseudosymmetrischen Krystalle selbst, bei welchen die Annäherung an höhere Symmetrie meist in den Winkeln, wie auch im Habitus zum Ausdruck gelangt.

Bei jenen Verwachsungen, welche als sogen. homoaxe Pseudomorphosen erscheinen, ist im Allgemeinen nicht mehr ersichtlich, auf welcher Fläche des ursprünglichen Minerals das andere sich zuerst ansiedelte. Ging die Verdrängung und Überwachsung von allen Flächen aus gleichmässig vor sich, so musste ein Aggregat zu Stande kommen, in welchem alle nach dem Verwachsungsgesetz möglichen Stellungen promiscue

gemeinsame Fläche ist, und nicht etwa  $\{001\}$  und die Axe  $\bar{b}$ , oder eine Fläche  $\{021\}$  etc.



vorhanden waren. Das scheint z. B. der Fall zu sein bei den allermeisten Pseudomorphosen von Bleiglanz nach Pyromorphit, wo der Bleiglanz an allen Stellen in allen drei möglichen Stellungen in kleinsten Individuen vorhanden ist. Gingen die Veränderungen dagegen wesentlich nur von einer Art von Flächen aus, so konnte dies sich darin zeigen, dass die Neubildungen innerhalb von Sektoren, die jene Flächen als Basis haben, immer nur gewisse oder nur eine Stellung einnehmen. Das war offenbar der Fall in den Pseudomorphosen von Pyrit, Bleiglanz und Arsenkies (Markasit) nach Magnetkies. Hier ist die Verdrängung oder Umwandlung offenbar von den Flächen  $\{10\bar{1}0\}$  aus fortgeschritten, denn auf jeder derselben erscheint der Bleiglanz wie Pyrit und Markasit in nur einer Stellung. Es erscheint bemerkenswerth, dass hier also die Flächen, von denen die Verdrängung und Überwachsung ausging, jene sind, welche in ihren Symmetrieverhältnissen mit der gemeinsamen Würfelfläche (bezw. der basischen Endfläche des Markasits) am besten übereinstimmen.

Die Anzahl der Stellungen, in welchen ein Mineral auf einem anderen orientirt aufgewachsen vorkommt, gestattet also zuweilen einen Schluss auf das Altersverhältniss beider Componenten. Wenn der Eisenglanz vom Vesuv etc. auf

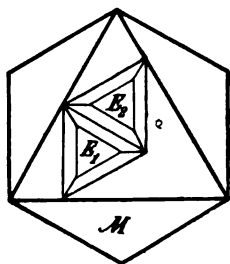


Fig. 82 a.

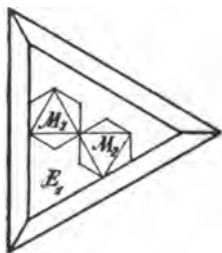


Fig. 82 b.

jeder Oktaëderfläche des Magnoferrit (M) in zwei nach  $\{0001\}$  hemitropen Stellungen, nämlich  $E_1$  und  $E_2$  (Fig. 82 a) vorkommt, so gehorcht er damit der Symmetrie der Fläche  $\{111\}$ . Wenn jetzt auf der basischen Endfläche des Eisenglanzes wieder Magnoferrit nach demselben Gesetz aufgewachsen wäre, müsste letzterer ebenfalls in zwei nach  $\{111\}$  hemitropen Stellungen erscheinen (z. B. auf  $E_1$  in den Stellungen  $M_1$

und  $M_2$ , Fig. 82b), da dies die Symmetrie der Basis des Eisenglanzes fordert. Die Magnoferritkrystalle sind aber nicht nach  $\{111\}$  verzwillingt, sie werden daher nicht gleichzeitiger Entstehung mit dem Eisenglanz sein, sondern älter. Wäre ebenso der im Diallag (und Hypersthen) längs  $\{100\}$  (bezw. 010) orientirt eingelagerte Ilmenit gleichzeitig mit dem Pyroxen gebildet, wie z. B. von ROSENBUSCH angenommen wird, so müsste man analog wie vorher erwarten, dass die Pyroxene hier auf demselben Ilmenitblättchen ihrerseits in 3 Stellungen aufgewachsen vorkämen (welche annähernd einer Drillingsstellung nach  $\{122\}$  entsprechen würden). Da das nicht der Fall ist (wie auch aus anderen Gründen), halte ich es für wahrscheinlicher, dass die Titaneisenblättchen secundäre Bildungen sind. Diese Einseitigkeit des Verwachsungsverhältnisses würde auch bei Triphylin-Graftonit nicht für gleichzeitige Bildung beider Minerale, sondern secundäre Bildung des Triphylin sprechen. Auch bei Cyanit und Staurolith wird man ersteren, wo er in nur einer Stellung mit Staurolith verwachsen vorkommt, als den älteren betrachten dürfen. Bei den Einlagerungen der Glimmer ist ein analoger Schluss auf ihre secundäre Natur nur dann gestattet, wenn festgestellt ist, dass die Glimmer einfache Krystalle sind, nicht Theile in Zwillinglage (oder genauer genommen zwillingsähnlicher Lage) enthalten. Bei rhombischem und monoklinem Pyroxen wurde auf diese Folgerung schon in der Zusammenstellung aufmerksam gemacht. Ganz Ähnliches trifft zu für die Verwachsung von Klinohumit mit Humit. Ersterer erscheint in zwei Stellungen (hemitrop nach  $\{001\}$  beider Krystalle), was also daran liegen kann, dass beide Componenten gleichalterig sind (indessen können die Lamellen auch z. B. durch Druck entstanden sein).

Das Oberflächenminimum. Aus dem Vorstehenden geht schon hervor, dass bei den regelmässigen Verwachsungen Oberflächenkräfte im Spiel sein müssen und damit stimmt zunächst eine Reihe allgemeiner Erfahrungen. So ist bekannt, dass manche Minerale an demselben Fundort Überzüge anderer (in gewöhnlich regelloser Stellung) nur auf Flächen bestimmter Art zeigen. Ferner wird angegeben, dass es, um künstliche Überwachsungen zu erhalten, nöthig sei, frische Flächen

zu benutzen. Die Angabe BEUTELL's, wonach die auf (110) und (110) des Mikroklin aufgewachsenen Albite in Zwillingsstellung nach {010} zu denen auf (110) und (110) sich befinden, weist ebenfalls darauf hin.

Solche Oberflächenkräfte scheinen ganz allgemein jene Eigenschaften der Krystalle zu beherrschen, welche im Gegensatz zu den sogen. geometrischen Constanten und der Symmetrie auch innerhalb bestimmter Grenzen von Druck und Temperatur in hohem Grade veränderlich sind, nämlich der durch die Art der auftretenden Formen und ihre Ausdehnung bedingte Habitus, ferner auch die Art der Verwachsung der Krystalle, sowohl der Zwillinge, wie solcher verschiedener Art. Bei allen diesen Wachstumserscheinungen scheint ein Princip von grosser Bedeutung zu sein, das man als das der kleinsten Oberfläche bezeichnen kann. Es besagt, dass das Gleichgewicht zwischen einem Krystall und seiner wässerigen oder sonstwie beschaffenen, für bestimmte Temperatur und Druck gesättigten Lösung im Allgemeinen erst dann erreicht ist, wenn die Grösse der Berührungsfläche zwischen beiden ein Minimum ist<sup>1</sup>.

Den umfassendsten Beleg hierfür liefern die körnigen Krystallaggregate, welche die Erdrinde aufbauen. Überall, wo sie von ihren wässerigen Lösungen dauernd durchtränkt werden oder wurden, also längs Spalten, längs der Grenze wasserundurchlässiger Gebiete, in Contacthöfen, in hohen geothermischen Tiefenstufen geht oder ging eine Umkrystallisation der feinkörnigen Aggregate in gröber körnige vor sich. Das zeigen die Marmore des Archaicums und der stark gestörten älteren wie jüngeren Sedimentformationen gegenüber den gewöhnlichen Kalksteinen, die hochkrystallinen Phyllite im Vergleich mit dem Thonschlamm, aus dem sie entstanden, bei denen allen man, meines Erachtens mit Unrecht, meist den Druck als wesentlichste Ursache der grobkrystallinen

---

<sup>1</sup> Es wird hier davon abgesehen, dass die Oberflächen verschiedenartiger Krystallflächen dabei mit verschiedenem Maasse zu messen sind, etwa nach Maassgabe der CURIE'schen Theorie der kleinsten Summe der Oberflächenspannungen.

Entwicklung anzusehen pflegt<sup>1</sup>, das zeigt das Wachsthum des Gletscherkorns vom Firn bis zur Gletscherstirn, wobei der Druck dafür Sorge trägt, dass die flüssige Phase stets und überall mit der festen in Berührung sei. Dasselbe Princip macht sich geltend in der Grobkörnigkeit der stockförmigen Gesteine, welche mit ihrem Schmelzfluss längere Zeit in Contact waren gegenüber der Feinkörnigkeit ihrer rasch erstarrten Grenzfacies, speciell in der Unbeständigkeit der zuerst entstehenden, durch grosse Oberflächen ausgezeichneten Wachstumsformen (Krystalskelette, Trichite, Mikrolithe), welche fast nur in glasreichen, rasch erstarrten Gesteinen erhalten geblieben sind, auch beim Eindampfen kleiner Lösungsmengen u. d. M. vielfach zu beobachten sind, dagegen nicht auftreten oder wieder verschwinden, wenn grössere Mengen zur Krystallisation gebracht werden. Die hier wirkenden Oberflächenkräfte scheinen allerdings gering gegenüber den sonstigen Einflüssen (namentlich Druck und Temperatur), wie daraus hervorgeht, dass die Löslichkeit von der Korngrösse des Bodenkörpers nur in geringem Maasse abhängig zu sein scheint<sup>2</sup>. Immerhin werden sie bei submikroskopischer Grösse der aufzulösenden Partikel oder bei sonstiger enormer Vergrösserung der Oberfläche von erheblicher Bedeutung werden können.

Besonders lehrreich im Verhältniss zu den regelmässigen Verwachsungen sind dann namentlich die Wachstumsverhältnisse der Zwillingskrystalle. Zunächst wird ihre freie Oberfläche durch Berührung längs einer möglichst ausgedehnten Fläche vermindert, sie werden häufig tafelig nach der Zwillings- oder sonstigen Zusammensetzungsfläche; dann suchen sie gewissermaassen ihren Charakter als im Allgemeinen sternförmige Polyëder durch möglichste Vermeidung einspringender Winkel zu mildern, vielfach auf Kosten sogar der symmetrischen Entwicklung des Einzelkrystalls, oder indem Flächen, welche an den einfachen Krystallen selten oder nur klein

<sup>1</sup> Womit nicht gesagt sein soll, dass der Druck, abgesehen von seinen unmittelbaren mechanischen Wirkungen, einflusslos ist; er mag vielleicht in manchen Fällen die Löslichkeit stark beeinflussen, obwohl SPEZIA's Versuche am Quarz dies nicht ergeben haben.

<sup>2</sup> HULETT, Zeitschr. f. phys. Chemie. 37. 386. 1901.

auftreten, also der Lösung gegenüber weniger widerstandsfähig erscheinen, an ihnen häufiger oder grösser entwickelt werden, oder indem sogar Abweichungen vom Gesetz der rationalen Indices zugelassen werden, so dass Vicinalflächen an die Stelle der Hauptflächen treten (man erinnere sich der Flächen  $\{hk0\}$  auf den Würfelzwillingen von Flussspath und Bleiglanz, der flachen Skalenoëder an Durchkreuzungszwillingen von Chabasit, der Vicinalflächen zu  $\{110\}$  an Bavenoer, zu  $\{10\bar{1}\}$  an Karlsbader Zwillingen, der Vicinalflächen an Zwillingen von Aragonit und anderen mimetischen Krystallen u. ä.).

Auch die Gesetze, nach welchen Krystalle gleicher Art sich gruppiren, sind mit dem Princip der kleinsten Oberfläche im Einklang. Sie erfolgen stets (oder fast stets) derart, dass entweder zwei gleichartige Flächen beiden Individuen gemeinsam sind, und auch sämtliche Richtungen in denselben, oder so, dass eine gleichnamige Kante und sämtliche Flächen ihrer Zone parallel liegen (eine Bestimmung, die bei nichttriklinen Krystallen vielfach mit der ersten identisch wird). Andere Gruppierungen sind kaum bekannt, namentlich nicht solche, bei welchen ungleichartige Elemente parallel liegen. Letzteres würde aber, da die Kanten der gemeinsamen Flächen dann nicht zur Deckung zu bringen wären, eine Vergrößerung der freien Oberfläche bedeuten. Unter den Zwillingsflächen sind wieder allgemein solche mit Symmetrielinien bevorzugt, was die Deckung weiterer Flächen, also weitere Verkleinerung der freien Oberfläche zur Folge hat.

Besondere Eigenthümlichkeiten zeigen hier die nach einer Richtung hemimorphen Krystalle hinsichtlich des Verhaltens von Fläche und Gegenfläche. Traubenzuckerkrystalle sind nach BECKE<sup>1</sup> stets mit dem leichter löslichen Ende aufgewachsen; in Analogie damit wird man bei Kieselzinkerz von Altenberg daher die von Pyramidenflächen begrenzte Seite der Verticalaxe für die gegenüber der Nährlösung weniger beständige halten dürfen. Dem entspricht es, dass ihre nach  $\{001\}$  symmetrischen Zwillinge sich stets mit jenen Enden der Verticalaxe berühren. Ebenso ist das Verhältniss zwischen einfachen und Zwillingskrystallen von Pyrargyrit von Andreasberg nach

<sup>1</sup> BECKE, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 10. 492. 1889.

SCHUSTER<sup>1</sup>, ebenso anscheinend bei  $\text{NaLiSO}_4$  nach TRAUBE (dies. Jahrb. 1892. II. p. 62).

Wenn aus einer Lösung mehrere verschiedenartige Krystalle sich bilden, wird das Minimum der Oberfläche bei grosser Formenähnlichkeit der Componenten dann erreicht werden, wenn die in ihren Winkeln einander entsprechenden Flächen sich parallel legen, d. h. bei paralleler oder z. Th. hypoparalleler Umwachsung. Bei geometrisch erheblich verschiedenen Krystallen kann gegenüber der regellosen Lagerung eine Verringerung der freien Oberfläche dadurch erreicht werden, dass sie sich mit solchen Flächen aneinander legen, welche in ihren ebenen Winkeln ganz oder z. Th. übereinstimmen, so dass, wie bei den Zwillingen, die hinsichtlich des Wachstums ausgezeichneten Kanten aufeinander passen, vorspringende Kanten und Ecken dagegen möglichst vermieden werden; ferner dadurch, dass die Berührungsfläche möglichst gross wird, die eine Substanz also möglichst als Überzug der anderen erscheint. Dabei muss natürlich die Berührung eine so innige sein, dass die Trennungsfläche der Einwirkung des Lösungsmittels entzogen ist, da sie sonst als freie Oberfläche gelten müsste.

Dafür, dass die Verwachsungen im Allgemeinen so erfolgen, dass die freie Oberfläche möglichst verringert wird, giebt es zahlreiche Hinweise. GERMAR fiel es auf, dass die Staurolithe, an denen sonst  $\{010\}$  kleiner als  $\{110\}$  oder gar nicht ausgebildet zu sein pflegt, tafelig nach  $\{010\}$  werden, wenn sie mit dieser Fläche mit dem Cyanit verwachsen. BECKE beobachtete, dass bei der Verwachsung von Fahlerz und Zinkblende die Krystalle des ersteren stets so ausgebildet sind, dass sie möglichst wenig über die Oberfläche der Zinkblende hervorragen; Ähnliches vermerkt ZIMÁNYI hinsichtlich Bleiglanz-Fahlerz. Die Albite auf Orthoklas pflegen tafelig nach  $\{010\}$  zu sein soweit sie auf  $\{010\}$  sitzen, tafelig nach  $\{110\}$  bzw.  $\{1\bar{1}0\}$  soweit sie auf den Prismenflächen aufgewachsen sind. Auch bei den Überzügen von Fahlerz auf Zinkblende kann man bemerken, dass die auf  $\{001\}$  aufgewachsenen gegen ihre sonstige Gewohnheit  $\{001\}$  gross entwickeln.

<sup>1</sup> SCHUSTER, Zeitschr. f. Kryst. 12. 121. 1887.

Die Bleiglanze auf Eisenkies sind papierdünn, ebenso die Arsenblüthe auf der Basis des Arsens; die sonst im Allgemeinen nicht nach einer Oktaëderfläche tafeligen Krystalle von KJ etc., ebenso die basischen Tafeln von  $\text{NaNO}_3$  und Kalkspath auf und im Glimmer zeigen dieselbe Tendenz an, ebenso die nach einer Rhomboëderfläche tafeligen Quarze auf Kalkspath. Die Rutilie liegen der Basis des Eisenglanzes, wie man an durchgebrochenen Tafeln desselben sehen kann, mit einer breiten Fläche  $\{100\}$  auf und entwickeln ausserdem als freie Flächen vorwiegend zwei der gemeinsamen Fläche naheliegende von  $\{130\}$ .

Als eigentlich typische Beispiele für diesen verzerrenden Einfluss der überwachsenen Fläche auf die überwachsenden Krystalle müssen aber die Einlagerungen auf Spalt- und anderen Absonderungsflächen gelten, welche eigentlich als orientirte Überzüge auf inneren Oberflächen anzusehen sind. Bei der Deformation, namentlich der Biegung, der Gesteinsgemengtheile entstehen fast stets Aufblätterungen längs Spalt- und besonders feine längs Translationsebenen, sie mögen oft von nahezu molecularen Dimensionen sein und auf ihnen dann Oberflächenkräfte eine grosse Bedeutung gewinnen. Es erscheint daher verständlich, wenn die regelmässig eingelagerten Krystalle von Rutil, Turmalin, Eisenglanz, Magnetit im Glimmer, die Neubildungen von geringerem Wassergehalt und von Aragonit im Gyps, die von Titaneisen und Bastit im Diallag und Hypersthen alle tafelig nach der gemeinsamen Fläche werden.

Bemerkenswerth erscheint auch, dass der Überzug vielfach vorwiegend oder allein auf jenen Flächen sich bildet, welche beiden Componenten gemeinsam sind. So findet sich der Bleiglanz nur auf den Würfelflächen des Pyrits, fehlt auf den anderen; die sonst sehr wechselnden Angaben über die Verbreitung des Plagioklases auf dem Orthoklas stimmen doch darin überein, dass er auf der gemeinsamen Fläche  $\{010\}$  stets vorhanden ist, nächst dieser scheinen bevorzugt die Flächen der gemeinsamen Zone  $[001]$ . Bei Arsen-Arsenolith ist die Basis besonders reichlich von Arsenolith bedeckt, beim Eisenglanz trägt sie allein die Rutilie.

Mit dem Princip der kleinsten Oberfläche ist auch in Einklang die vorher ausführlich dargelegte Symmetrie des

ganzen Verwachsungscomplexes. Würde das überwachsende Mineral auf allen Flächen in allen nach der Symmetrie der anderen Componente möglichen Orientirungen erscheinen, z. B. der Bleiglanz auf der Würfelfläche des Pyrits in sechs statt nur in zweien, so könnten die Bleiglanze sich nicht zu einem zusammenhängenden einheitlichen oder verzwilligten Überzuge aneinander schliessen, ebensowenig der Quarz auf Kalkspath, der Markasit auf Magnetkies etc., es entstünden vielmehr zahlreiche Einzelkrystalle oder Zwillinge, bei denen die Summe der freien Oberfläche sehr viel grösser wäre. Es ist aber auch ersichtlich, dass aus demselben Grunde die gemeinsamen Elemente von möglichst hoher und möglichst gleichartiger Symmetrie sein müssen, denn je grösser der Unterschied der Symmetrie ist, desto grösser ist die Anzahl der Stellungen, in denen die niedriger symmetrische Componente auf der höher symmetrischen erscheinen muss, um so geringer also die Wahrscheinlichkeit, dass es zur Bildung eines einheitlichen Krystalls kommt. Kann die zweite Componente der höheren Symmetrie der Überwachungsfläche durch Zwillingbildung, zumal mimetische, genügen, so ist das für das Oberflächenminimum ein besonders günstiger Fall, da die Zusammensetzungsfläche der Zwillinge nicht als freie Oberfläche zählt. Dieser Fall ist aber, wie oben gezeigt wurde, sehr oft verwirklicht<sup>1</sup>.

Es ist wohl nur ein scheinbarer Widerspruch gegen das Princip der kleinsten Oberfläche, wenn bei den meisten Verwachsungen statt eines einzigen zusammenhängenden Individuums zahlreiche kleine den Überzug oder die Einlagerung bilden. Es ist zu bedenken, dass alle Punkte der Oberfläche zunächst gleichberechtigt zur Überwachung sind, dass also zunächst unzählig viele mikroskopische Kryställchen entstehen können (etwa mit Bevorzugung verletzter Stellen, deren unregelmässige Oberfläche Lösungen gegenüber am wenigsten stabil ist, ähnlich wie bei der Entstehung der Ätzfiguren). Von diesen werden unter sonst gleichen, und zwar andauernd gleichen, Verhältnissen nur jene bestehen

---

<sup>1</sup> Hier mag daran erinnert werden, dass die Quarze auf Kalkspath nahe in Zwillingstellung sind nach  $\{11\bar{2}1\}$ , wie DANA hervorhob.



bleiben, welche durch ihre Lagerung am besten gegen Aufzehrung geschützt sind, d. h. einen möglichst grossen Theil ihrer Oberfläche durch Berührung mit der anderen Componente oder durch Zwillingsbildung gedeckt haben. Erst nachdem diese „Auslese“ vor sich gegangen, können die übrigen zu einem oder wenigen einheitlichen Krystallen oder Zwillingsstöcken sich vereinigen. Diese „andauernd gleichen“ Verhältnisse für alle Theile einer Krystallfläche werden im Allgemeinen erst dann eintreten, wenn die chemischen Vorgänge, durch welche die eine Componente (meist aus der anderen) erst entsteht, äusserst langsam verlaufen, so dass z. B. die Concentration der Lösung dauernd fast unverändert bleibt, wie man es z. B. da wohl annehmen darf, wo in Begleitung gebirgsbildender Vorgänge feinste Sprünge in den Gesteinsgemengtheilen entstehen, durch welche neue Oberflächen den Lösungen zugänglich werden. Geht die chemische Umsetzung einigermaassen energisch vor sich, so wird es bald zur völligen Umwandlung des ursprünglichen Minerals, also zur Bildung von Pseudomorphosen kommen, in diesen aber werden bald Umkrystallisationen eintreten müssen, welche dahin führen, aus den zahlreichen kleineren Krystallen womöglich einen einzigen grossen hervorgehen zu lassen, der natürlich Beziehungen zum ursprünglichen Mineral in der Stellung nicht mehr verrathen kann.

Es muss aber schliesslich darauf hingewiesen werden, dass es andere Erscheinungen giebt, welche mit dem Princip der kleinsten Oberfläche einstweilen nicht in Einklang zu bringen sind. Dahin gehört vor Allem, dass die Überwachsung zwar vorzugsweise, aber doch nicht ausschliesslich, auf jenen Flächen erfolgt, welche beiden Componenten gemeinsam ist, was dann eine erhebliche Vergrösserung der freien Oberfläche nach sich zieht, wenn nicht beide in allen ihren Winkeln, wie z. B. Feldspäthe, Pyroxene, Amphibole, einander sehr nahe stehen und die Ausbildungsform der Überwachsung sich der überwachsenen Fläche anschliesst. So fand z. B. WEBSKY Quarz auch auf {0.16.16.1} des Kalkspaths in derselben Stellung wie auf {0112} aufgewachsen (während CÉSARO auf {1010} allerdings unregelmässige Gruppierungen beobachtete); nach SÉNARMONT werden auch {0221},

{1010} und {2131} des Kalkspaths von Natronsalpeter überwachsen, ohne dass dieser die genannten Formen dabei annimmt; ebenso überzieht der Baryt alle Flächen des Barytocalcits wie auch des Witherits u. ä. Hier wären weitere Beobachtungen nöthig, ob die überwachsene Fläche auch wirklich die Grenzfläche beider Minerale ist, ob die Überwachsung von ihnen ausging und nicht etwa von anderen, in Combinationsstreifungen gelegenen Flächenelementen, oder ob von kleinen Ätzflecken etc.

Ferner aber würde die strenge Durchführung des Principes der kleinsten Oberflächensumme verlangen, dass reguläre Krystalle stets mit parallelen Axen verwachsen, während doch Eisenkies mit Bleiglanz eine ganz eclatante Ausnahme davon macht. Es ist nun denkbar, dass solche „Ausnahmen“ darin begründet sind, dass das Verhältniss der Oberflächenspannungen bei Pyrit und Bleiglanz für entsprechende Flächen ein sehr ungleiches ist (z. B. für die Würfelflächen beider ganz verschieden, für die Würfelfläche des Pyrits dagegen ähnlich wie für die Oktaëderfläche des Bleiglanzes), indessen wird man eher geneigt sein anzunehmen, dass ausser dem Oberflächenminimum noch andere Umstände für die Art der Verwachsung maassgebend sein müssen, darauf weisen auch schon die Verwachsungen von Krystallen derselben Art hin, namentlich der Zwillinge nicht mimetischer, z. B. regulärer Krystalle mit geneigten Axensystemen, bei welchen im Verhältniss zu einer gleich schweren einheitlich krystallisirten Masse stets Oberflächenvergrösserung statt hat.

## II. Die chemischen Verhältnisse der regelmässigen Verwachsungen.

Es ist vorhin mehrfach die Analogie der regelmässigen Verwachsungen fremder mit denen isomorpher Krystalle in geometrischer Hinsicht gestreift, es scheint also die Frage berechtigt, in welchem Verhältniss die chemische Zusammensetzung der Componenten steht<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Man vergleiche beim folgenden auch die alphabetische Übersicht der regelmässigen Verwachsungen (in welche auch die nicht sicher bekannten aufgenommen sind).

Manche sind offenbar chemisch sehr ähnlich und diese Ähnlichkeit scheint zugleich der Grund für Ähnlichkeiten in der Krystallform, mindestens indirect also auch ein Hauptfactor für die regelmässige Verwachsung. Es lassen sich dahin etwa folgende rechnen:

Miersit-Jodyrit.	Triphylin-Graftonit.
Bolëit-Cumengëit.	Olivin-Humit.
Kalkspath-Dolomit.	Pyroxene-Amphibole.
Kalkspath-Barytocalcit.	Glimmer-Chlorite.
Stephanit-Polybasit.	Orthoklas-Plagioklase,
vielleicht auch Staurolith-Cyanit.	

Auch bei manchen der übrigen Componenten lassen sich zwar fast zwanglos noch Ähnlichkeiten in chemischer Hinsicht construiren, z. B. zwischen Titaneisen als  $(\text{Fe}, \text{Mg})\text{TiO}_3$  und Hypersthen  $(\text{Mg}, \text{Fe})\text{SiO}_3$ , Kalkspath und Natronsalpeter u. a., indessen scheint es doch zweifelhaft, ob die Winkelähnlichkeiten, welche bei diesen Substanzen auftreten und bei ihrer Verwachsung anscheinend eine Rolle spielen, wirklich auf Rechnung chemischer Ähnlichkeit zu setzen sind.

Dagegen lässt sich nicht verkennen, dass in den allermeisten regelmässigen Verwachsungen beide Componenten ein gleiches Atom oder eine gleiche Atomgruppe enthalten.

So erscheint bei allen folgenden Verwachsungen in beiden Componenten Schwefel, in manchen ausserdem ein gleiches Metall:

Pyrit = Bleiglanz.	Kupferkies = Polybasit.
Fahlerz = Bleiglanz.	Pyrit = Markasit (Arsenkies).
Fahlerz = Pyrit.	Bleiglanz = Kupferkies.
Fahlerz = Zinkblende.	Kobaltglanz = Kupferkies.
Magnetkies = Bleiglanz.	Zinkblende = Kupferkies.
Magnetkies = Pyrit.	Fahlerz = Kupferkies.
Magnetkies = Arsenkies (Markasit).	Bleiglanz = Bournonit.
Stephanit = Polybasit.	Bleiglanz = Arsenkies.
Proustite = Markasit.	

Die folgende kleine Gruppe enthält als Componenten nur Oxyde oder oxydähnliche Salze und die zugehörigen Metalle:

Kupfer = Cuprit.
Arsen = Arsenolith.
Magnetferrit (Spinelle) = Eisenglanz (Titaneisen).
Magnetit = Rutil.
Eisenglanz = Rutil.

Die folgende Gruppe enthält als Componenten nur ausgesprochen salzartige Verbindungen, und zwar sind entweder beide Componenten Haloidsalze oder beide Sauerstoffsalze, im letzteren Falle vielfach von Säuren desselben Metalloids, und auffallend viele Combinationen von Sulfaten mit Carbonaten:

Miersit = Jodyrit.	Lorenzenit = Ägirin.
Boléit = Cumengéit.	Humit = Klinohumit.
Triphylin = Graftonit.	Astrophyllit = Glimmer.
Xenotim = Zirkon.	Turmalin = Glimmer.
Olivin = Serpentin.	Augit = Titaneisen.
Bronzit = Serpentin.	Orthoklas = Plagioklas.
Olivin = Humit.	Kalkspath = Barytocalcit.
Bronzit = Augit.	Baryt = Barytocalcit.
Anthophyllit = Hornblende.	Aragonit = Gyps.
Pyroxen = Amphibol.	Witherit = Baryt.
Glimmer = Chlorit.	Kalkspath = Dolomit.
Augit = Biotit.	Dolomit = Natronsalpeter.
Hornblende = Biotit.	Kalkspath = Natronsalpeter.
Staurolith = Cyanit.	Aragonit = Natronsalpeter.

In der folgenden Gruppe endlich enthalten beide Componenten wenigstens noch ein gleichartiges für die Zusammensetzung charakteristisches Element:

Pyromorphit = Bleiglanz.
Chlorblei = Bleiglanz.
Dolomit = Chlorit.

Wenn es nun auch selbstverständlich erscheint, dass die Componenten vielfach dasselbe Element enthalten, da die eine vielfach aus der anderen oder beide nebeneinander oder nacheinander an derselben Stelle, also vermuthlich aus ähnlichen Lösungen entstanden sind, so ist doch sehr auffallend, dass trotz der wohl nahezu überall auf Gängen geschwefelter Erze vorhandenen Lösungen von Carbonaten, Sulfaten, Silicaten und der Kieselsäure selbst diese niemals mit den geschwefelten Erzen regelmässig verwachsen sind.

Pyrit ist gemein auf Lagerstätten geschwefelter Erze wie auf solchen oxydischer, sehr häufig auch in kalkigen, kieseligen und thonigen Sedimenten und in Eruptivgesteinen und in krystallinischen Schiefern, dennoch aber bisher niemals mit Oxyden, Carbonaten, Sulfaten und Silicaten, wohl aber sehr häufig mit geschwefelten Verbindungen verwachsen ge-

funden. Baryt ist eine der gewöhnlichsten Gangmassen geschwefelter Erzlagerstätten, aber seine regelmässigen Verwachsungen beschränken sich auf Sauerstoffsalze, ebenso ist es beim Barytocalcit, ebenso beim Kalkspath, der mit 7 Sauerstoffverbindungen, aber nicht einer einzigen geschwefelten, Verwachsungen eingeht etc. Diese Exclusivität der Schwefelverbindungen ist um so auffallender, als sie untereinander gar nicht wählerisch sind, denn von den nicht sehr zahlreichen allgemeiner verbreiteten Schwefelverbindungen sind nicht weniger als 17 Verwachsungen mit chemisch verschiedenen Componenten bekannt. Die einzige Ausnahme macht hier der Bleiglanz in seinen Verwachsungen mit Chlorblei und Pyromorphit.

Die Haloidsalze scheinen ebenfalls eine Vorliebe für Verbindungen unter sich zu haben, indessen sind unter den natürlichen nur zwei Fälle bekannt. Die Sauerstoffverbindungen bleiben ebenfalls unter sich, gehen aber innerhalb dieses Rahmens recht mannigfaltige Combinationen ein.

Aus dem Vorstehenden darf man wohl schliessen, dass regelmässige Verwachsung dadurch begünstigt wird, dass die Componenten gleiche Atome oder Atomgruppen enthalten. Das ist bei Componenten, welche dieselbe Säure oder dasselbe Metallatom enthalten, vielleicht dadurch zu erklären, dass die ältere von einer dünnen Haut ihrer mehr oder minder concentrirten Lösung umgeben ist, innerhalb welcher das zweite Salz sich niederschlägt, weil durch seinen Eintritt die Concentration des einen Ion noch erhöht wird. Macht man nun die weitere Annahme, dass die Dicke der Lösungshaut an der Oberfläche des älteren Krystalls noch innerhalb der molecularen Wirkungssphäre desselben liegt, so wird es verständlich, dass ein unmittelbarer Contact zwischen beiden Componenten zu Stande kommt, die Berührungsfläche also der Einwirkung der Lösung entzogen ist und nicht als freie Oberfläche zählt<sup>1</sup>.

Bei jenen Componenten, welche kein gleichartiges Ion abspalten oder überhaupt nicht in Ionen zerfallen, darf man

<sup>1</sup> Die Concentration dieser Lösungshaut mag über ungleichwerthigen Flächen eine verschiedene sein und damit der Betrag der Ausfällung der zweiten Componente.

vielleicht annehmen, dass die Löslichkeit der zweiten in der Lösungshaut, welche die erste umgiebt, wegen der Gleichartigkeit der in beiden vorhandenen Atome oder Atomgruppen verringert wird und dadurch zur Abscheidung gelangt. Man könnte nun meinen, dass bei der innigen Berührung, welche dadurch zwischen beiden Componenten erreicht wird, auch eine Einwirkung von Atom zu Atom der festen Verbindungen oder wenigstens von Krystallpartikel zu Krystallpartikel stattfände und die Regelmässigkeit der Orientirung bewirkte. Das ist indessen nicht sehr wahrscheinlich; denn denkt man sich die Partikel netzförmig in der gemeinsamen Ebene gelagert mit Parallelstellung bestimmter (eventuell, wenn solche vorhanden sind, ähnlich besetzter) Reihen, so werden doch die Abstände der Partikel in jenen Reihen für beide Substanzen im Allgemeinen incommensurabel sein, ebenso die Abstände der Reihen selbst, ausserdem veränderlich mit der Temperatur etc., so dass keineswegs die beiderseitigen Partikel alle oder in bestimmten Perioden aufeinanderfallen oder bestimmte Abstände von einander innehalten<sup>1</sup>. Man wird vielleicht eher annehmen dürfen, dass beide Componenten zunächst im Allgemeinen regellos gruppirt sind, dass dann aber unter den Elementarkryställchen eine Auslese stattfindet, bei welcher u. a. das Minimum der Oberfläche in Frage kommt.

Es scheint von erheblichem Interesse, hier, wo es sich nicht darum handelt, die Art der Verwachsung, als vielmehr die Thatsache derselben zu erklären, auch die (meist nur mikroskopisch beobachteten) Verwachsungen künstlicher Krystalle zu berücksichtigen. Im Folgenden ist eine Reihe von solchen zusammengestellt, welche nicht im Verdacht der Isomorphie oder Isodimorphie stehen und bei denen über die chemische Zusammensetzung der beiden Componenten, soweit das Vorhandensein desselben Elementes in beiden in Frage kommt, kein Zweifel besteht (soweit Literaturangaben fehlen, sind dieselben O. LEHMANN's Molecularphysik. I. 400 ff., 416 ff., 1888 entnommen).

---

<sup>1</sup> Das ist ein erheblicher Unterschied gegenüber den Zwillingungsverwachsungen.

Jod mit Chlorkalium.

Jod mit Jodblei.

Chlornatrium mit Chlorkalium<sup>1</sup>.

Chlornatrium mit Chlorsilber.

Chlorsilber mit Chlorkalium.

Wasserfreies mit wasserhaltigem Baryumsulfat.

Salmiak mit rhombischem Ammoniumnitrat.

Cäsiumchlorid mit Salmiak und Eisenchlorid.

Manganchlorid mit Chlorkalium.

Salmiak mit rhomboëdrischem Ammoniumnitrat.

Salmiak mit regulärem Ammoniumnitrat.

Quecksilberchlorid mit Cadmiumchlorid.

Salmiak mit Hydroxylaminchlorhydrat.

Salmiak mit Chlorcalcium.

Chromchlorid mit Quecksilberchlorid.

Wasserärmeres mit wasserreicherem Kobaltchlorür.

Wasserärmeres mit wasserreicherem Eisenchlorür.

Kupferchlorid mit Kupferchlorid-Chlorammonium.

Dioxychinonparadicarbonsäureester mit Chinondihydroparadicarbonsäureester.

Rhomboëdrisches mit regulärem Natriumchlorat<sup>2</sup>.

Nitrate von Pb, Ba und Sr mit Methylenblau<sup>3</sup>.

Diimid des Succinylobernsteinsäureesters mit p.-Diamidoterephthalsäureester<sup>4</sup>.

Roths Bleioxyd PbO mit PbO<sub>2</sub><sup>5</sup>.

Rhombisches K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mit (hexagonalem) KNaSO<sub>4</sub><sup>6</sup>.

Ammoniumchromat (monoklin) mit Ammoniumsulfat (rhombisch<sup>7</sup>).

Fast in allen diesen Fällen enthalten die beiden Componenten ebenfalls ein gleichartiges Atom und bei den allermeisten würde in wässriger Lösung jede Componente ein gleichnamiges Ion abgeben.

Eine völlige Verschiedenheit der beiden Componenten in chemischer Hinsicht zeigen unter den natürlichen Verwachsungen eigentlich nur folgende:

<sup>1</sup> KÜSTER, Zeitschr. f. phys. Chemie. 15. 87. 1894; diese und die beiden folgenden Gruppen sind vielleicht der Isomorphie verdächtig.

<sup>2</sup> R. BRAUNS, dies. Jahrb. 1898. I. 43.

<sup>3</sup> P. GAUBERT, Bull. soc. franç. de min. 23. 211. 1900; auf Regelmässigkeit der Verwachsung ist hier nur aus dem anomalen Pleochroismus geschlossen.

<sup>4</sup> W. MUTHMANN, Zeitschr. f. Kryst. 15. 66. 1889.

<sup>5</sup> O. LÜDECKE, ibid. 8. 82. 1884.

<sup>6</sup> J. W. RETGERS, Zeitschr. f. phys. Chemie. 5. 460. 1890.

<sup>7</sup> WYROUBOFF, Bull. soc. franç. de min. Taf. I Fig. 11. 13. 81. 1890.

Magnetit mit Hornblende.	Eisenglanz mit Glimmer.
Magnetit mit Glimmer.	Kalkspath mit Glimmer.
Magnetit mit Chlorit.	Kalkspath mit Eisenglanz.
Jodkalium etc. mit Glimmer.	Kalkspath mit Quarz.
Salpeter mit Glimmer.	Rutil mit Glimmer.

Darunter sind namentlich viele (6) Verwachsungen der Glimmer; bei der Häufigkeit und Mannigfaltigkeit der Verwachsungen gerade dieses Minerals muss man vielleicht annehmen, dass seine Oberfläche, ähnlich wie die gewisser unkrystallisirter Substanzen, in hohem Grade die Fähigkeit hat, fremde Stoffe festzuhalten, zumal diese Eigenschaft für die sehr verschiedenartigen fremden Stoffe auf die durch mancherlei Cohäsionseigenthümlichkeiten in hohem Grade ausgezeichnete Spaltfläche beschränkt ist.

Aus dem eben erörterten chemischen Gesichtspunkte muss man erwarten, dass regelmässige Verwachsungen zwischen polymorphen Substanzen besonders häufig sind (auch abgesehen von den eigentlichen Paramorphosen). Das wird durch die Zusammenstellung bestätigt; sie enthält nicht weniger als 9 Fälle der Art<sup>1</sup>. Ferner erscheinen darnach die isomorphen Verwachsungen wieder als ein Specialfall der Verwachsungen überhaupt, da sie fast stets ein gleichartiges Atom oder Atomgruppe enthalten, und soweit sie Salze sind, meist auch ein gleichartiges Ion liefern.

In geometrischer Hinsicht macht sich die Analogie zwischen den Verwachsungen isomorpher und nicht-isomorpher Componenten darin geltend, dass bei beiden meist Winkelähnlichkeiten vorhanden sind, die sich bei ersteren meist auf sämtliche Flächen erstrecken, bei letzteren im Allgemeinen auf die ebenen Winkel der gemeinsamen Fläche beschränkt sind. Es giebt demnach bei isomorphen Substanzen nicht mehr eine gemeinsame Fläche, sondern alle liegen annähernd (oder z. Th. oder alle ganz) parallel, und man kann sich denken, dass alle, wenn auch nicht mit gleicher Leichtigkeit, als Ver-

---

<sup>1</sup> Dass hier in irgend einem Falle eine wahre Paramorphose vorliege, scheint mir ausgeschlossen; die regelmässige Stellung beider Modificationen ist jedenfalls kein Grund dafür. Auch bei Rutil-Anatas, wo BAUER Paramorphosirung annimmt, scheinen mir die vorgebrachten Gründe nicht stichhaltig.



wachsungsflächen fungiren können. Bei nicht-regulären Krystallen würden daher die beiden Componenten einer isomorphen Verwachsung in zahlreichen, etwas voneinander abweichenden Stellungen zu einander sich befinden können, je nachdem welche Flächen sich genau parallel gestellt haben. Es scheint nicht unmöglich, dass es u. a. deshalb so schwer ist, gute Mischkrystalle von manchen Substanzen zu erhalten, dass es mit daher rührt, wenn diese so vielfach in zahlreiche kleinere Krystalle dismembrirt sind, sobald sie grösser werden. Denn denkt man sich die Componenten A und B in zahllosen Partien von submikroskopischer Grösse miteinander verwachsen und dabei die Verwachsungsebene wechseln<sup>1</sup>, so können die kleinen Winkeldifferenzen isomorpher Krystalle offenbar doch zu erheblichen Störungen des Krystallbaues Anlass geben. Ist eine Ebene als Normalebene von Symmetrieelementen oder sonst durch Constanz ihrer ebenen Winkel ausgezeichnet und dadurch als Verwachsungsebene bevorzugt, so kann dieser ungünstige Einfluss der Winkeldifferenzen vermindert werden. Ich vermag nicht zu übersehen, wie weit die Erfahrungen an künstlichen Krystallen diese Erwartung bestätigen, und auch bei den natürlichen Krystallen ist ein Urtheil kaum möglich, da die Häufigkeit scharf ausgebildeter Krystalle auch jeder der Componenten, die Grösse der Winkeldifferenzen, Gleichartigkeit der Bildungsweise etc. in Frage kommen würde. Indessen scheint mir doch, dass unter den regulären natürlichen Mischkrystallen auffallend viele durch scharfe Ausbildung ausgezeichnet sind (Amalgame, Fahlerze, Boracite, Spinelle, Granaten u. a.).

Diese Beziehungen zwischen regelmässigen Verwachsungen chemisch verschiedener und chemisch nahe verwandter Substanzen werden noch dadurch befestigt, dass anscheinend geradezu Übergänge zwischen beiden vorkommen. Ein typisches Beispiel hierfür sind, wie ROSENBUSCH<sup>2</sup> schon 1887 betonte, Orthoklas und Plagioklas in ihren gewöhnlichen Überwach-

---

<sup>1</sup> Etwa in Abhängigkeit von Temperatur, Mischungsverhältniss, Lösungsgeossen etc., hinsichtlich deren dann also Schwankungen zu vermeiden wären, wenn die Verwachsungsfläche dieselbe und der Krystall möglichst homogen bleiben soll.

<sup>2</sup> Mikroskopische Physiographie. 2. 62. 1887.

sungen und in den perthitischen, mikro- und kryptoperthitischen Durchwachsungen. Aus den vielen Beobachtungen über diese kann man, wie mir scheint, schliessen, dass eigentliche isomorphe Mischungen der Zusammensetzung  $(K, Na) AlSi_3 O_8$  nur in Schmelzflüssen zu Stande kommen und nur dort beständig sind, dass sie dagegen bei gewöhnlicher Temperatur (namentlich in Berührung mit Wasser) in ihre Componenten zerfallen, welche dann aber meist noch regelmässig miteinander verwachsen. Dabei halte ich es für wahrscheinlich, dass die sogen. Kryptoperthite die ersten Anfänge des Zerfalls der Mischkrystalle, also schon secundäre, nicht pyrogene, Bildungen sind<sup>1</sup>. Bemerkenswerth ist für diese perthitischen Durchwachsungen im Vergleich mit anderen Verwachsungen die grosse Variabilität der Zusammensetzungsfläche (es werden angegeben 100, 801 (im Mikroklin 861 und 861), 010 und 001), eine Erscheinung, welche auch bei Verwachsungen anderer Componenten wiederkehrt, wenn sie sich geometrisch nahe stehen, weil sie chemisch ähnlich sind, und welche daher an die regellose oder doch wechselnde Begrenzung beider Componenten bei isomorphen Überwachsungen erinnert. Es gehören dahin z. B. die Verwachsungen der Pyroxene und Amphibole, der rhombischen Pyroxene mit den monoklinen, der Glimmer mit den Chloriten, anscheinend auch die von Kalkspath mit Dolomit, Kupferkies und Fahlerz. Bei einander ferner stehenden Componenten isomorpher Mischungsreihen machen sich andererseits auch bereits Bevorzugungen gewisser Flächen bei der Überwachsung bemerklich, es sei erinnert an die Sanduhrstructur mancher Pyroxene, an die scharfe Abgrenzung von hellem und dunklem Glimmer u. ä. Hinsichtlich der Verwachsungsebene wiederholt sich so bei verschiedenartigen Substanzen, was von den regelmässigen Verwachsungen gleichartiger Krystalle längst bekannt ist: bei Zwillingen mit geneigten Axensystemen pflegt die Grenzfläche eben zu sein, bei sogen. Ergänzungszwillingen, wo die Anzahl der gleichnamigen parallel liegenden Elemente grösser ist, wird die Zusammensetzungsfläche unregelmässig, wechselt von Stelle zu Stelle.

<sup>1</sup> Diese Umbildung wurde anscheinend begünstigt durch mechanische Vorgänge, welche die freie Oberfläche vergrösserten und Lösungen zugänglich machten.

Noch in einer anderen Beziehung scheint ein Vergleich der regelmässigen mit den isomorphen Verwachsungen von Interesse. Ist die Stetigkeit in der Änderung der physikalischen Constanten ein wesentliches Erforderniss isomorpher Mischkrystalle, so erscheinen isomorphe Mischungen zwischen Componenten verschiedener Symmetrie unmöglich. Verwächst aber die niedriger symmetrische Componente mit der anderen in so vielen verschiedenen Orientirungen, dass der Symmetrie einer jeden Fläche der letzteren genügt wird, so wird ihr damit gewissermaassen die höhere Symmetrie der anderen aufgezwungen, und es hängt nur noch von den Dimensionen der Componenten ab, ob der Übergang ein stetiger wird. Wenn es so möglich erscheint, die Mischbarkeit isomorpher Krystalle zurückzuführen auf ihre Fähigkeit, regelmässig mit wechselnden Zusammensetzungsflächen miteinander zu verwachsen, so liegt es nahe, diese Fähigkeit umgekehrt anzusehen als ein Symptom der Mischbarkeit, wobei dann aber, wenn man so sagen darf, die Gruppierbarkeit auf eine einzige Art von Flächen beschränkt ist.

Andererseits erinnern die regelmässigen Verwachsungen, worauf zuerst wohl BODLÄNDER (dies. Jahrb. Beil.-Bd. XII. 84, 89) aufmerksam gemacht hat, an die namentlich bei künstlichen Substanzen beobachteten Adsorptionen, und die darauf anscheinend zurückführbaren anomalen Mischungen krystallisirter Stoffe. Die mannigfaltigen Verhältnisse, welche in dieser Hinsicht bei künstlichen Substanzen schon beobachtet sind, kehren auch bei den natürlichen wieder. Den Adsorptionen einander chemisch ganz unähnlicher Substanzen, welche wie bei Kohle gegenüber Gasen und Lösungen, bei Fasern gegenüber Farbstoffen etc. auf die Oberfläche des festen Körpers beschränkt sind, lassen sich vergleichen die Verwachsungen der Glimmer mit KJ etc.,  $\text{NaNO}_3$ , Magnetit, Eisenglanz, Rutil, Kalkspath; die von Quarz mit Kalkspath, Magnetit mit Rutil u. a. Adsorptionen, welche durch morphotropische Beziehungen erleichtert werden, ähnlich wie es nach BODLÄNDER bei Dihydronaphtalin und Naphtalin, Tetrahydrodiphenyl und Diphenyl, Phenol und Benzol u. a. der Fall ist, lassen sich, wie aus früheren hervorgeht, ebenfalls zahlreiche regelmässige Verwachsungen vergleichen.

Für die auf Adsorptionen zurückzuführenden anomalen Mischungen liefern zunächst, wie unter den künstlichen Salzen, die dilut gefärbten Minerale zahlreiche Belege. Die Menge der färbenden Substanz ist hier meist äusserst gering und ihrer Natur nach meist noch unbekannt, krystallographische Beziehungen des Farbstoffs zum gefärbten Krystall daher nicht nachweisbar; indessen sei daran erinnert, dass GAUBERT<sup>1</sup> aus dem anomalen Pleochroismus der mit Methylenblau gefärbten Krystalle von  $(\text{Pb}, \text{Ba}, \text{Sr})(\text{NO}_3)_2$  auf gesetzmässige Orientirung von Kryställchen des Farbstoffs geschlossen hat. Diese künstlichen Färbungen erinnern durchaus an das Farbig- und Pleochroitischwerden der Olivine, wenn sie sich, anscheinend unter Ausscheidung von Eisenoxyden oder -hydraten (?) beim Glühen oder in wässerigen Lösungen zersetzen, an den Wechsel der Färbung und des Pleochroismus beim Glühen der Hornblende. Unter den anomalen Mischungen erscheinen dann weiter namentlich die Verbindungen mit zeolithischem Wasser. Es ist bemerkenswerth, dass hier die Veränderung des Wassergehaltes längs krystallographisch bestimmter Flächen fortschreitet, wie es beim Calciumchloroaluminat nachgewiesen wurde und auch beim Heulandit nach dem sanduhrähnlichen Bau der Krystalle der Fall zu sein scheint. Diese anomalen Mischungen scheinen wieder einigermaassen verwandt mit jenen regelmässigen Verwachsungen, bei welchen die überwachsene Substanz nicht bloss durch Aufnahme<sup>2</sup> von Wasser, sondern durch weiter gehende chemische Veränderungen aus der anderen hervorgeht, wie bei der Abscheidung des Antigorit bzw. Bastit aus Olivin bzw. Pyroxen, der Bildung von Chlorit aus Biotit, von Gigantolith aus Cordierit etc.; auch die von Judd als schillerization<sup>3</sup> bezeichneten Erscheinungen beruhen wohl z. Th. auf solchen Adsorptionen. Der Umstand, dass in den genannten Beispielen die chemischen Umsetzungen meist von zahllosen Absonderungsflächen aus fortschreitet, führt hier zu Producten, einigermaassen vergleichbar jenen anomalen Mischungen, bei welchen während des Wachstums auf jeder neu zum Absatz gelangten molecularen Schicht der

<sup>1</sup> Bull. soc. franç. de min. 23. 211. 1900.

<sup>2</sup> Oder wie bei den Entwässerungsproducten des Gypses, durch Abgabe.

<sup>3</sup> Mineralog. Mag. 7. 81—92. 1887.

einen Componente eine eben solche der zweiten adsorbirt wird, so dass physikalisch nahezu oder völlig homogene Gebilde entstehen. Eigentliche anomale Mischungen sind unter den natürlichen Krystallen bisher nicht nachgewiesen, indessen neigt G. FRIEDEL<sup>1</sup> zu der Ansicht, dass die auffallende Variabilität in der Zusammensetzung mancher Silicate, welche sich nur schwierig oder gar nicht als isomorphe Mischungen chemisch analog gebauter Componenten deuten lassen, solche anomale Mischungen seien. Ausserhalb der Gruppe der Silicate werden sich vielleicht Boléit-Cumengéit, Miersit-Jodyrit als solche ausweisen.

Hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung der Componenten scheint bei den Adsorptionen krystallisirter Stoffe Ähnliches zu gelten wie bei den regelmässigen Verwachsungen: fast stets enthalten beide ein gleiches Element, oder eine gleichartige Atomgruppe, wie folgende Zusammenstellung zeigen mag<sup>2</sup>:

Salmiak-Kupferchlorid mit Kupferchlorid.

Salmiak mit Eisenchlorür.

Salmiak mit Eisenchlorid.

Salmiak mit Manganchlorür.

Salmiak mit Nickelchlorür.

Salmiak mit Kobaltchlorür.

Kupferchlorid-Chlorammonium mit Eisenchlorid.

Kupferchlorid-Chlorammonium mit Kobaltchlorür.

Cäsiumchlorid mit Salmiak und Eisenchlorid.

Thalliumchlorid mit Salmiak und Eisenchlorid.

Lithiumchlorid mit Eisenchlorid.

Salmiak mit Roseokobaltchlorid.

Salpetersaures Ammon mit salpetersaurem Roseokobaltchlorid.

$\alpha$ -Naphtylaminsaures Natrium mit einem Isomeren.

Chlorsaures (und bromsaures) Natrium mit salpetersaurem Natrium und Kalium<sup>3</sup>.

Neutrales Ammonium-Racemat mit Thallium-Racemat.

Ammonium- (und Kalium-)bichromat mit gleichnamigen, wasserhaltigen Sulfaten.

<sup>1</sup> G. FRIEDEL, Bull. soc. franç. de min. 24, 141 ff. 1901.

<sup>2</sup> Nach O. LEHMANN, Molecularphys. 1. 416—435 u. 478—480, wo nichts Anderes bemerkt ist.

<sup>3</sup> MALLARD zählt diese Verbindungen, welche keine gleiche Atomgruppen enthalten, zu den isomorphen.

Tetraoxybenzolparadicarbonsäureester mit Dioxychinonparadicarbonsäureester, und mit Succinylobernsteinsäureester und mit Chinondihydroparadicarbonsäureester.

Kupfersulfat mit Ammoniumsulfat<sup>1</sup>.

Kupfersulfat mit Kaliumsulfat.

Jod mit Jodkalium.

Jod mit Benzol.

Phenol und Benzol.

Dihydronaphtalin mit Naphtalin.

Tetrahydrodiphenyl mit Diphenyl.

Aus den vorstehenden Betrachtungen erhellt zur Genüge, dass die regelmässigen Verwachsungen in vielfacher Hinsicht nähere Untersuchung verdienen und bedürfen. Wie schon früher hervorgehoben, scheint es zunächst von geringerer Bedeutung, das genaue Gesetz der Verwachsung festzustellen, als zu ermitteln, welche Substanzen solcher Verwachsungen fähig sind, und unter welchen Bedingungen, und da werden voraussichtlich Untersuchungen an künstlichen Substanzen mit variirbarer Zusammensetzung der Nährlösung, des Druckes und der Temperatur rascher zum Ziele führen als die Untersuchung der natürlichen Verwachsungen.

Aus den an letzteren beobachteten That- sachen kann man wohl den Schluss ziehen, dass die eine Componente auf die Lösung der anderen nach Art der Katalysatoren wirkt, d. h. sie zur Abscheidung zwingt. Die Fähigkeit zu solcher Einwirkung scheint meist gebunden an das Vorhandensein gleichartiger Atome, oder Atomgruppen, oder Ionen, sowie daran, dass zwischen beiden Componenten gewisse geometrische Ähnlichkeiten mindestens hinsichtlich einer Fläche bestehen. Dieselben beiden Umstände, und zwar hier in ursächlicher Verknüpfung, scheinen in erster Linie auch die isomorphen Verwachsungen zu bedingen. Dabei zeigt sich in der Art der Ausbildung der Verwachsung dasselbe Princip wirksam, welches allgemein das Wachsthum der Krystalle und speciell auch der regelmässigen

<sup>1</sup> Diese und die folgenden nach E. SOMMERFELDT, dies. Jahrb. 1902. II. 54–59, und BODLÄNDER l. c.

Verwachsungen gleichartiger Krystalle, der Zwillinge, in hohem Grade beeinflusst, nämlich das der kleinsten Oberflächensumme, das aber infolge der Ungleichheit der Oberflächenspannung für krystallographisch ungleichwerthige Flächen und infolge der Mannigfaltigkeit der Zusammensetzung der Nährlösung, der Ausbildungsweise noch einen grossen Spielraum gewährt.

Königsberg i. Pr., Juli 1902.

### Register zum speciellen Theil.

	Seite		Seite
Ägirin-Lorenzenit . . . . .	413	Augit-Orthoklas . . . . .	428
Ainigmatit-Arfvedsonit . . . . .	437	— -Serpentin . . . . .	413
Alaun-Bleinitrat . . . . .	341	— -Titaneisen . . . . .	385
— -Boracit . . . . .	342	Baryt-Barytocalcit . . . . .	406
Ammoniumchromat-Ammonium-		— -Enargit . . . . .	404
sulfat . . . . .	461	— -Witherit . . . . .	399
Ammoniumsulfat-Ammonium-		Barytocalcit-Baryt . . . . .	406
chromat . . . . .	461	— -Kalkspath . . . . .	385
Amphibole (monokline) unter-		Bastit-Bronzit . . . . .	403
einander . . . . .	428	Biotit-Augit . . . . .	417
Anatas-Rutil . . . . .	392	— -Hornblende . . . . .	419
Andalusit-Cyanit . . . . .	416	— -Kalkspath . . . . .	387
— -Sillimanit . . . . .	397	— -Melilith . . . . .	397
Anthophyllit-Hornblende . . . . .	418	— -Orthoklas . . . . .	428
Antigorit-Periklas . . . . .	366	Bleiglanz-Arsenkies . . . . .	366
Aragonit-Gyps . . . . .	406	— -Bourbonit . . . . .	363
— -Kalialpeter . . . . .	404	— -Chlorblei . . . . .	362
— -Kalkspath . . . . .	379	— -Fahlerz . . . . .	339
Arfvedsonit-Ainigmatit . . . . .	437	— -Kupferglanz . . . . .	366
Arsen-Arsenolith . . . . .	342	— -Kupferkies . . . . .	358
Arsenkies-Bleiglanz . . . . .	366	— -Magnetkies . . . . .	343
— -Magnetkies . . . . .	381	— -Pyrit . . . . .	338
— -Pyrit . . . . .	363	— -Pyromorphit . . . . .	350
Arsenolith-Arsen . . . . .	342	Bleinitrat-Alaun . . . . .	341
Astrophyllit-Lepidomelan . . . . .	407	Bolëit-Cumengëit . . . . .	352
Augit-Bastit . . . . .	413	Boracit-Alaun . . . . .	342
— -Biotit . . . . .	417	Bourbonit-Bleiglanz . . . . .	363
— -Bronzit . . . . .	409	— -Kupferkies . . . . .	396
— -Hornblende . . . . .	420	Bromkalium-Glimmer . . . . .	368
— -Olivin . . . . .	415	Bronzit-Augit . . . . .	409

	Seite		Seite
Bronzit-Bastit . . . . .	403	Glimmer-Rutil . . . . .	396
— -Hornblende . . . . .	412	— -Salpeter . . . . .	389
Brookit-Rutil . . . . .	396	— -Turmalin . . . . .	388
- Buntkupfererz-Magnetit . . . . .	342	— untereinander . . . . .	428
Cancrinit-Nephelin . . . . .	376	Graftonit-Triphylin . . . . .	405
Cerargyrit-Jodyrit . . . . .	351	Gyps-Aragonit . . . . .	406
Chlorblei-Bleiglanz . . . . .	362	— und seine Entwässerungs- producte . . . . .	437
Chlorit-Dolomit . . . . .	386	Hornblende-Anthophyllit . . . . .	413
— -Glimmer . . . . .	427	— Augit . . . . .	420
— -Magnetit . . . . .	368	— -Biotit . . . . .	419
Chlorkalium-Glimmer . . . . .	368	— -Bronzit . . . . .	412
Cordierit-Glimmer . . . . .	415	— -Magnetit . . . . .	367
Cristobalit-Tridymit . . . . .	351	— -Serpentin (Bastit) . . . . .	414
Cumengéit-Boléit . . . . .	352	Humit-Klinohumit . . . . .	409
Cuprit-Kupfer . . . . .	337	Humite, monokline, untereinan- der . . . . .	428
Cyanit-Andalusit . . . . .	416	Hypersthen-Titaneisen . . . . .	384
— -Staurolith . . . . .	415	Jodkalium (Brom-, Chlor-Ka- lium)-Glimmer . . . . .	368
Diaspor-Korund . . . . .	384	Jodyrit-Cerargyrit . . . . .	351
Dolomit-Chlorit . . . . .	386	— -Miersit . . . . .	349
— -Kalkspath . . . . .	374	Kalisalpeter-Aragonit . . . . .	404
— -Natronsalpeter . . . . .	375	Kalkspath-Aragonit . . . . .	379
— -Nemaphyllit . . . . .	383	— -Barytocalcit . . . . .	385
Eisenglanz-Glimmer . . . . .	388	— -Biotit . . . . .	387
— -Kalkspath . . . . .	373	— -Dolomit . . . . .	374
— -Magnetit (und Magno- ferrit) (und Spinell) . . . . .	344	— -Eisenglanz . . . . .	373
— -Rutil . . . . .	376	— -Natronsalpeter . . . . .	375
Enargit-Baryt . . . . .	404	— -Quarz . . . . .	370
Epidiymit-Eudidymit . . . . .	414	Katapleit-Zirkon . . . . .	378
Epidot-Zoisit . . . . .	415	Klinohumit-Humit . . . . .	409
Eudidymit-Epididymit . . . . .	414	— -Olivin . . . . .	408
Fahlerz-Bleiglanz . . . . .	339	Kobaltglanz-Kupferkies . . . . .	354
— -Kupferkies . . . . .	357	Korund-Diaspor . . . . .	384
— -Pyrit . . . . .	339	— -Rutil . . . . .	378
— -Zinkblende . . . . .	340	Kupfer-Cuprit . . . . .	337
Flussspath-Pyrit . . . . .	342	Kupferglanz-Bleiglanz . . . . .	366
— -Quarz . . . . .	351	Kupferkies-Bleiglanz . . . . .	353
— -Scheelit . . . . .	361	— -Bournonit . . . . .	396
Glimmer-Astrophyllit . . . . .	407	— -Fahlerz . . . . .	357
— -Chlorit . . . . .	427	— -Kobaltglanz . . . . .	354
— -Cordierit . . . . .	415	— -Polybasit . . . . .	394
— -Eisenglanz (und Titan- eisen) . . . . .	388	— -Silberglanz . . . . .	361
— -Jodkalium (Chlor- und Bromkalium) . . . . .	368	— -Zinkblende . . . . .	354
— -Magnetit . . . . .	367	Lepidomelan-Astrophyllit . . . . .	407



	Seite		Seite
Lorenzenit-Ägirin . . . . .	413	Pyrit-Markasit . . . . .	368
— Magnetit-Buntkupfererz . . . . .	342	Pyromorphit-Bleiglanz . . . . .	350
— — -Chlorit . . . . .	368	Pyroxene(monokl.)untereinander	428
— — -Eisenglanz . . . . .	344	Quarz-Flussspath . . . . .	351
— — -Glimmer . . . . .	367	— -Kalkspath . . . . .	870
— — -Hornblende . . . . .	367	— -Orthoklas . . . . .	391
— — -Rutil . . . . .	352	Rutil-Anatas . . . . .	392
Magnetkies-Bleiglanz . . . . .	343	— -Brookit . . . . .	396
— -Markasit (und Arsenkies) . . . . .	381	— -Eisenglanz . . . . .	376
— -Pyrit . . . . .	343	— -Glimmer . . . . .	396
— Magnoferrit-Eisenglanz . . . . .	344	— -Korund . . . . .	378
Markasit-Magnetkies . . . . .	381	— -Magnetit . . . . .	352
— -Proustite . . . . .	378	Salpeter-Glimmer . . . . .	389
— -Pyrit . . . . .	363	Scheelit-Flussspath . . . . .	361
Melilith-Biotit . . . . .	397	Serpentin (Bastit)-Augit . . . . .	413
Miersit-Jodyrit . . . . .	349	— -Bronzit . . . . .	403
Monazit-Xenotim . . . . .	397	— -Hornblende . . . . .	414
Muscovit-Orthoklas . . . . .	429	— (Antigorit)-Olivin . . . . .	401
Natronsalpeter-Dolomit . . . . .	375	Silberglanz-Kupferkies . . . . .	361
— -Glimmer . . . . .	389	— -Polybasit . . . . .	366
— -Kalkspath . . . . .	375	— -Pyrargyrit . . . . .	351
Nemaphyllit-Dolomit . . . . .	383	Sillimanit-Andalusit . . . . .	397
Nephelin-Cancrinit . . . . .	376	Spinell-Eisenglanz . . . . .	344
Olivin-Angit . . . . .	415	Staurolith-Cyanit . . . . .	415
— -Klinohumit . . . . .	408	Stephanit-Polybasit . . . . .	401
— -Serpentin . . . . .	401	Titaneisen-Angit . . . . .	385
— -Titaneisen . . . . .	384	— -Glimmer . . . . .	388
Orthoklas-Angit . . . . .	428	— -Hypersthen . . . . .	384
— -Biotit . . . . .	428	— -Magnetit . . . . .	344
— -Muscovit . . . . .	429	— -Olivin . . . . .	384
— -Plagioklas . . . . .	429	— -Perowskit . . . . .	351
— -Quarz . . . . .	391	— -Spinell . . . . .	344
Periklas-Antigorit . . . . .	366	Tridymit-Cristobalit . . . . .	351
Perowskit-Titaneisen . . . . .	351	Triphylin-Graftonit . . . . .	405
Plagioklas-Orthoklas . . . . .	429	Turmalin-Glimmer . . . . .	388
Polybasit-Kupferkies . . . . .	394	Uranglimmer untereinander . . . . .	397
— -Silberglanz . . . . .	366	Witherit-Baryt . . . . .	399
— -Stephanit . . . . .	401	Xenotim-Monazit . . . . .	397
Proustite-Markasit . . . . .	378	— -Zirkon . . . . .	391
Pyrargyrit-Silberglanz . . . . .	351	Zinkblende-Fahlerz . . . . .	340
Pyrit-Arsenkies . . . . .	363	— -Kupferkies . . . . .	354
— -Bleiglanz . . . . .	388	Zirkon-Katapleit . . . . .	378
— -Fahlerz . . . . .	339	— -Xenotim . . . . .	391
— -Flussspath . . . . .	342	Zoisit-Epidot . . . . .	415
— -Magnetkies . . . . .	343		

## Inhaltsübersicht.

	Seite
Einleitung . . . . .	335
<b>Specieller Theil (Zusammenstellung der regelmässigen Verwachsungen).</b>	
I. Reguläre mit	
a) regulären	
1. Kupfer mit Kuprit . . . . .	337
2. Pyrit mit Bleiglanz . . . . .	338
3. Bleiglanz mit Fahlerz . . . . .	339
4. Fahlerz mit Pyrit . . . . .	339
5. Fahlerz mit Zinkblende . . . . .	340
Anhang . . . . .	341
1. Alaun mit Bleinitrat.	
2. Alaun mit Boracit.	
3. Magnetit mit Buntkupfererz.	
4. Flussspath-Pyrit.	
b) hexagonalen	
6. Arsen mit Arsenolith . . . . .	342
7. Magnetkies mit Bleiglanz . . . . .	343
8. Magnetkies mit Pyrit . . . . .	343
9. Magnetit (Magnoferrit, Pleonast) mit Eisenglanz (Titaneisen) . . . . .	344
10. Miersit mit Jodyrit . . . . .	349
11. Pyromorphit mit Bleiglanz . . . . .	350
Anhang . . . . .	351
1. Cristobalit mit Tridymit.	
2. Pyrargyrit mit Silberglanz.	
3. Flussspath mit Quarz.	
4. Perowskit mit Titaneisen.	
5. Cerargyrit mit Jodyrit.	
c) tetragonalen	
12. Magnetit mit Rutil . . . . .	352
13. Boléit mit Cumengéit . . . . .	352
14. Bleiglanz mit Kupferkies . . . . .	353
15. Kobaltglanz mit Kupferkies . . . . .	354
16. Zinkblende mit Kupferkies . . . . .	354
17. Fahlerz mit Kupferkies . . . . .	357
Anhang . . . . .	361
1. Silberglanz mit Kupferkies.	
2. Scheelit mit Flussspath.	
d) rhombischen	
18. Bleiglanz mit Chlorblei . . . . .	362
19. Bleiglanz mit Bournonit . . . . .	363
20. Pyrit mit Markasit (Arsenkies) . . . . .	363
21. Bleiglanz mit Arsenkies . . . . .	366

	Seite
Anhang . . . . .	366
1. Harrisit.	
2. Silberglanz mit Polybasit.	
3. Periklas mit Serpentin.	
e) monoklinen	
22. Magnetit mit Hornblende . . . . .	367
23. Magnetit mit Glimmer . . . . .	367
24. Magnetit mit Chlorit . . . . .	368
25. Jodkalium (Bromkalium, Chlorkalium) mit Muscovit (Biotit) . . . . .	368
II. Hexagonale mit	
a) hexagonalen	
26. Kalkspath mit Quarz . . . . .	370
27. Kalkspath mit Eisenglanz . . . . .	373
28. Kalkspath mit Dolomit . . . . .	374
29. Kalkspath mit Natronsalpeter . . . . .	375
30. Dolomit mit Natronsalpeter . . . . .	375
Anhang. Nephelin mit Cancrinit . . . . .	376
b) tetragonalen	
31. Eisenglanz (Titaneisen) mit Rutil. . . . .	376
Anhang . . . . .	378
1. Korund mit Rutil.	
2. Katapleit mit Zirkon.	
c) rhombischen	
32. Proustite mit Markasit . . . . .	378
33. Kalkspath mit Aragonit . . . . .	379
34. Magnetkies mit Markasit (Arsenkies) . . . . .	381
35. Dolomit mit Nemaphyllit . . . . .	383
Anhang . . . . .	384
1. Titaneisen mit Hypersthen.	
2. Titaneisen mit Olivin.	
3. Korund mit Diaspor.	
d) monoklinen	
36. Kalkspath mit Barytocalcit . . . . .	385
37. Titaneisen mit Angit . . . . .	385
38. Dolomit mit Chlorit . . . . .	386
39. Kalkspath mit Biotit . . . . .	387
40. Turmalin mit Glimmer . . . . .	388
41. Eisenglanz (Titaneisen) mit Glimmer . . . . .	388
42. Glimmer mit Salpeter . . . . .	389
Anhang . . . . .	391
Quarz mit Orthoklas.	
III. Tetragonale mit	
a) tetragonalen	
43. Zirkon mit Xenotim . . . . .	391
44. Rutil mit Anatas . . . . .	392

	Seite
b) rhombischen	
45. Kupferkies mit Polybasit . . . . .	394
46. Rutil mit Brookit . . . . .	396
Anhang. Kupferkies mit Bournonit . . . . .	396
c) monoklinen	
47. Rutil mit Glimmer . . . . .	396
Anhang . . . . .	397
1. Melilith mit Biotit.	
2. Xenotim mit Monazit.	
3. Uranglimmer.	
IV. Rhombische mit	
a) rhombischen	
48. Andalusit mit Sillimanit . . . . .	397
49. Witherit mit Baryt . . . . .	399
50. Stephanit mit Polybasit . . . . .	401
51. Olivin mit Serpentin . . . . .	401
52. Bronzit mit Bastit . . . . .	403
53. Aragonit mit Kalisalpeter . . . . .	404
Anhang. Baryt mit Enargit . . . . .	404
b) monoklinen	
54. Triphylin mit Graftonit . . . . .	405
55. Baryt mit Barytocalcit . . . . .	406
56. Aragonit mit Gyps . . . . .	406
57. Astrophyllit mit Lepidomelan . . . . .	407
58. Olivin mit Klinohumit . . . . .	408
59. Humit mit Klinohumit . . . . .	409
60. Bronzit mit Augit . . . . .	409
61. Bronzit mit Hornblende . . . . .	412
62. Anthophyllit mit Hornblende . . . . .	413
63. Lorenzenit mit Ägirin . . . . .	413
64. Augit mit Bastit (Serpentin) . . . . .	413
65. Hornblende mit Serpentin . . . . .	414
66. Epididymit mit Eudidymit . . . . .	414
Anhang . . . . .	415
1. Cordierit mit Glimmer (?).	
2. Olivin mit Augit.	
3. Zoisit mit Epidot.	
c) triklinen	
67. Staurolith mit Cyanit . . . . .	415
Anhang. Andalusit mit Cyanit . . . . .	416
V. Monokline mit	
a) monoklinen	
68. Augit mit Biotit . . . . .	417
69. Hornblende mit Biotit . . . . .	419
70. Augit mit Hornblende . . . . .	420
71. Glimmer mit Chlorit . . . . .	427

	Seite
Anhang . . . . .	428
1. Monokline Pyroxene untereinander, ebenso Amphibole, Glimmer, Epidote.	
2. Monokline Humite.	
3. Orthoklas mit Augit und mit Biotit.	
4. Orthoklas mit Muscovit.	
b) triklinen	
72. Orthoklas mit Plagioklasen . . . . .	429
Anhang . . . . .	437
1. Arfvedsonit mit Ainigmatit.	
2. Gyps mit seinen Entwässerungsproducten.	
<b>Allgemeiner Theil.</b>	
I. Die geometrischen Verhältnisse der regelmässigen Verwachsungen.	
Die gemeinsamen Elemente . . . . .	438
Die Symmetrie des Verwachsungscomplexes . . . . .	443
Das Oberflächenminimum . . . . .	448
II. Die chemischen Verhältnisse der regelmässigen Verwachsungen . . . . .	456
Schluss . . . . .	468
Register . . . . .	469

## Neues über *Compsognathus*.

Von

**Franz Baron Nopcsa jun.**

Mit Taf. XVII. XVIII und 4 Textfiguren.

Anlässlich eines mehrtägigen Aufenthaltes in München wurde mir von Herrn Geheimrath v. ZITTEL die Gelegenheit gegeben, Platte und Gegenplatte von *Compsognathus* eingehend zu untersuchen.

Da die Osteologie von *Compsognathus* selbst bereits wiederholt, zuletzt von Baron HUENE besprochen wurde, so richtete sich mein Hauptaugenmerk auf jene Details, die an verschiedenen Stellen der Platte sichtbar derzeit meines Wissens nach noch nicht entsprechend gewürdigt wurden. Im Ganzen wurden sie bisher nur zweimal erwähnt.

Der in der Bauchhöhle von *Compsognathus* eingeschlossene Reptilrest wurde von MARSH als Embryo gedeutet und HUENE meinte gelegentlich einer erneuerten Untersuchung von *Compsognathus* Spuren des Integumentes aufgefunden zu haben, sonst wurde von derartigen Detailuntersuchungen bisher noch nichts publicirt.

Bei Untersuchung von Embryo und Integument glückte es mir nun, noch die Schädelbasis von *Compsognathus* aufzufinden und so erstreckten sich meine z. Th. unter Zuhilfenahme starker Vergrößerung vorgenommenen Untersuchungen hauptsächlich auf diese drei Punkte.

**1. Sogen. Integument.** Für Spuren des Integumentes hält HUENE in seiner zuvor erwähnten Arbeit verschieden grosse polygonale Platten, die z. Th. als Abdruck,

z. Th. aber als Relief erhalten sind. Ich glaube kaum, diese Stücke als Reste des Hautpanzers deuten zu dürfen. Es scheint mir die Beschaffenheit dieser Stücke — die wegen ihrer Dicke eher die Bezeichnung polygonale Körper als polygonale Platten verdienen — gegen ihre Panzernatur zu sprechen.

Vorne in der Brustregion sind kleine, durch tiefe Furchen getrennte, fast glatte Polygone bemerkbar, hinten in der Bauchregion werden sie nach HUXNÉ durch bedeutend grössere grubige Vertiefungen vertreten.

Ähnliche Vertiefungen wie die letztgenannten sind nun aber auch ausserhalb der Körperregion von *Compsognathus* am untersten Theile der Platte sichtbar und kommen hier dadurch zu Stande, dass eigenthümliche drusige Kalkconcretionen z. Th. aus der Platte herausgesprungen sind. Ebensolche Concretionen kann man aber auch im unteren Theile der Leibeshöhle, sowie beim Ileum von *Compsognathus* selbst ganz deutlich erkennen und mir scheint es fast sicher, dass die Spuren des sogen. Bauchpanzers nur auf solche anorganischen Gebilde zurückzuführen sind.

Auch der sogen. Brustpanzer scheint mir dementsprechend nur aus ebensolchen, allerdings von einer dünnen Mergellage bedeckten Concretionen zu bestehen.

In dieser Annahme bestärkt mich noch die Sculptur der einzelnen Polygone. An jenen Kalkdrusen, die am unteren Theile der Platte liegen, kann man nämlich sehen, wie sich um die körnigen Drusen eine concentrische Anordnung des Mergels bemerkbar macht, wobei die inneren Mergelagen dem Bau der Druse entsprechend eine grobgekörnte Oberfläche zeigen, während an den weiter aussen gelegenen eine fast glatte Oberfläche sichtbar wird. Ebensolche Sculpturdifferenzen lassen sich an den einzelnen ventralen Polygonen wiedererkennen und der einzige Unterschied zwischen letzteren und den isolirt liegenden Kalkdrusen besteht darin, dass erstere polygonalen, letztere hingegen runden Umriss zeigen; dies lässt sich aber auf eine, durch die locale Anhäufung bedingte, gegenseitige Beeinflussung der Drusen leicht zurückführen und die scheinbare partielle Reihenbildung kann auch darin ihre Erklärung finden.

Die niedere Gestalt der oben longitudinal verbreiteten Neurapophysen kann sammt deren lateraler Sculptur auch nicht, wie HUENE meint, als Beweis einer (übrigens nicht erhaltenen!) dorsalen Panzerreihe angesehen werden, da sich eben diese Gestaltsveränderung auch durch einen antero-posterioren Zug des *Musculus longissimus dorsi* erklären lässt.

Nicht unbedeutend gegen die Annahme, dass die wiederholt genannten Polygone Panzerreste seien, spricht endlich, wie Baron HUENE selbst hervorhebt, ihre Vertheilung, indem wir in diesem Falle ein Thier vor uns hätten, bei dem der Bauch stark, Rücken, Nacken und Schwanzwurzel hingegen unbepanzert wären.

Der Einwand, es wäre eben nur ein besonderer Zufall, dass sich die hornigen Schuppen überhaupt erhalten haben, kann durch den Hinweis auf die brillante Erhaltung der Dorsalregion entkräftet werden, denn wo sich, wie gezeigt werden soll, sogar, wie mir scheint, Muskelabdrücke erhalten haben, da muss man, wenn überhaupt jemals vorhanden, doch auch deutliche Reste des Panzers erwarten und das Fehlen von Panzerstücken an einer solchen Stelle scheint überhaupt gegen ihre ehemalige Existenz zu sprechen.

Die Frage, ob HUENE's Polygone Panzerreste sind, glaube ich aus allem diesem eher mit Nein beantworten zu müssen, obzwar diese Frage vor Anfertigung eines Dünnschliffes kaum endgültig gelöst werden dürfte.

Viel eher als HUENE's Polygone scheinen mir andere feinere Bildungen als Reste des *Integumentes* gedeutet werden zu müssen.

Die feinere Sculptur der Platte in der Nähe des *Compsognathus*-Skelettes ist von der auf dem übrigen Theile durchaus verschieden (vergl. Taf. XVIII Fig. 2a und 2b).

Während die Sculptur der Spaltflächen des lithographischen Steines auf dem *Compsognathus* liegt, eine unregelmässige, wellig grubige genannt werden kann, ist im Gegensatze dazu in der Nähe des *Compsognathus*-Skelettes überall eine durch gleich grosse runde Grübchen bewirkte Körnelung oder Granulirung der Platte bemerkbar. Besonders ist diese Granulirung, die allerdings durch keine scharfe Grenze von



der wellig grubigen Sculptur getrennt wird, in jenem Vierecke bemerkbar, dessen Grenzen dorsal durch die Rumpfwirbelsäule, vorne durch Scapula, Humerus, Ulna, Radius und Metacarpale, hinten durch das Femur gegeben sind, jedoch auch unter der Ellenbogen und Knie verbindenden Linie, dann caudal und ventral vom Ischium, dann vor der Scapula, ferner längs dem oberen Rande der Wirbelsäule, ausserdem in der Schädelregion, endlich bei den vordersten Halswirbeln, überall kann diese gleiche, regelmässige Granulirung des Gesteines constatirt werden. Auf Taf. XVIII Fig. 1 ist diese Region durch Punktirung deutlich ersichtlich gemacht und da kann man sehen, wie sie überall dem idealen Körperumriss von *Compsognathus* entspricht, während HÜENE's Polygone eine durchaus unregelmässige Fläche in der visceralen Partie bedecken. An zwei Stellen, nämlich zwischen Ischium und Tibia, ferner an einem Punkte jener gedachten Linie, die Ellenbogen und Kniegelenk verbindet, kann man Fetzen einer dünnen, ebenfalls granulirten Kalkschichte aufgelagert bemerken. Diese Granulirung, nicht aber die zuvor erwähnten Polygone möchte ich für Spuren der ehemaligen Hautbedeckung halten. Die dünnen fetzenartigen Kalkhäutchen dürften dann wohl Verkalkungen der Lederhaut entsprechen.

Auffallend und gegen die Hautnatur der granulirten Partie sprechend bleibt derzeit noch ihr allmählicher Übergang in das normale Gestein; ja, man fühlt sich infolge dessen fast geneigt, die locale Granulirung der Platte auf eine Wechselwirkung zwischen decomponirender animalischer Substanz und anorganischer Matrixmasse zurückzuführen.

Soferne eine solche Wechselwirkung in stärkerem Maasse eintrat<sup>1</sup>, so mussten alle Abdrücke von Muskeln vernichtet

---

<sup>1</sup> Es wäre nicht unmöglich, dass die ventrale Anhäufung der Kalkconcretionen durch eine solche Wechselwirkung der sammt ihrem halbverdauten Inhalt sehr leicht decomponirenden Eingeweide und des Gesteins zu Stande gekommen ist. Die Vergrösserung und Anhäufung der Kalkdrüsen gegen die eigentliche Bauchhöhle hin, ihr Spärlicher- und Kleinerwerden in der Brustregion und ihr völliges Fehlen längs des Halses, der Extremitäten und des Schweifes scheint nicht eben gegen diese Annahme zu sprechen.

werden und umgekehrt werden wir, falls irgendwo Muskelabdrücke noch erhalten, auf die Abwesenheit einer solchen Wechselwirkung an dieser Stelle schliessen müssen.

Bei entsprechender schiefer Beleuchtung des Stückes und entsprechender Vergrösserung sieht man an mehreren Stellen gleichgerichtete unregelmässige Fasern verlaufen, die ebenfalls auf Taf. XVIII Fig. 1 eingezeichnet wurden.

Solche Faserzüge, die aus kleinen Punktreihen und fadenartigen Bildungen bestehen, lassen sich an 7 Stellen constatiren.

1. Parallel mit dem Oberrande der Wirbelsäule, und zwar lassen sie sich auf Platte und Gegenplatte von der Mitte des Halses bis an den letzten erhaltenen Schwanzwirbel verfolgen, am stärksten sind sie vor und hinter dem Ileum vorhanden.

2. Parallel mit dem unteren Rande der Schwanzwirbelreihe, und zwar beginnen sie makroskopisch gut sichtbar und auffallend stark entwickelt hinter dem Acetabulum und reichen ebenfalls bis an das distale Ende des Schweifes.

3. Diagonal zwischen Femur und Tibia; hier bilden die Faserzüge einen gegen die Kniehöhle convexen Bogen, der dadurch entsteht, dass sie in einem Winkel von ca.  $45^{\circ}$  ansetzend, diagonal gegen die Tibia ziehen und dabei eine mit dieser parallele Richtung erreichen. Während dieses Faserbündel beim Femur sehr breit ist, ist es in der Nähe der Tibia auf eine schmale Fläche reducirt.

4. Quer auf diesen Faserzug ist ein anderer bemerkbar, der von der distalen Femurhälfte und dem obersten Theile der Tibia ausgeht und an den unteren Ischiumrand gerichtet erscheint.

5. Parallel mit dem unteren Ischiumrand sind einige proximal sehr starke Fasern bemerkbar.

6. Eine grössere Anzahl von Fasern ist parallel zwischen Ulna und Radius der rechten Vorderextremität.

7. Einige auf der inneren (Beugeseite) vom linken Ober- und Unterarm sichtbar.

Besonders stark sind alle diese Gebilde in der Gegend der Schwanzwurzel, wo sie dorsal und ventral eine mehrere Centimeter breite Fläche bedecken, ferner längs der Bogenfortsätze der Wirbelsäule und unter dem Ischium entwickelt.

Es fragt sich nur, was diese Faserzüge, die, wie ich einem Briefe von Baron HUENE entnehme, auch diesem nicht entgangen sind, eigentlich repräsentiren, ob sie nur zufällig durch den Fossilisationsprocess entstanden oder in der Organisation von *Compsognathus* begründet sind. Baron HUENE hatte im genannten Schreiben die Güte, mich darauf aufmerksam zu machen, dass ihre Beschaffenheit von jener der sonst auf lithographischem Schiefer übermittelten Muskelabdrücke verschieden ist und auch ich glaube eher dies constatiren zu können; diesem Umstande darf jedoch, wie mir scheint, kein allzugrosses Gewicht beigelegt werden, da ja gerade der Fossilisationsprocess solcher Weichtheile wohl einerseits den grössten Schwankungen unterworfen sein dürfte, andererseits an einer Stelle (unter dem Ischium) der Erhaltungszustand der Fasern doch nicht unbedeutend an fossile Muskeln erinnert.

Wichtiger als die feinere Structur scheint mir in diesem Falle ihre Lage zu sein. Ihr verschiedener Verlauf bei der Vorderextremität, ferner zwischen Ischium und Tibia zeigt, dass zu ihrer Erklärung wohl kaum eine mechanische oder chemische Einwirkung nach dem Fossilisationsprocess von *Compsognathus* herausgezogen werden darf und ebenso zeigt ihre diagonale Richtung an der letztgenannten Stelle, dass sie auch nicht durch das Einsinken der *Compsognathus*-Knochen in den weichen Kehlheimer Kalkschlamm entstanden sein können. Ein Blick auf die Zeichnung genügt, ihre regelmässige Anordnung zu erkennen und es kann wohl kein Zweifel herrschen, dass wir hier thatsächlich die Abdrücke von Muskeln vor uns haben.

Ihr stellenweises Zusammenfallen mit gekörnelter Gesteinsoberfläche scheint aber nach dem zuvor Gesagten gleichzeitig ein Beweis dafür zu sein, dass wir in der Körnelung vielleicht nicht eben mit Unrecht Spuren des Integumentes, bezw. der nur wenig ossificirten Haut erblicken dürfen, und die Annahme einer bereits beginnenden partiellen Decomponirung könnte uns auch die unscharfe Umgrenzung der Haut und der Muskeln erklären. Es ist auf diese Weise interessant, feststellen zu können, dass bei *Compsognathus* die verknöcherten Rückensehnen, wie solche bei den meisten Orthopoden (Ceratopsiden ausgenommen) vorkommen, nicht bloss infolge

des Erhaltungszustandes völlig fehlen und dass dieser Theropode durch seine nackte Haut in einen Gegensatz zu stehen kommt zum *Megalosaurus* (?) *Meriani* und zu dem *Ceratosaurus nasicornis*.

**2. Schädelbasis.** Die Schädelbasis ist auf beiden Platten gut sichtbar erhalten, und zwar so, dass auf der Platte ein beträchtlicher Theil der allerdings verletzten Schädelbasis selbst erhalten ist, während auf der Gegenplatte der vollständige Abdruck dieser Partie erkannt werden kann. Die Länge des Stückes auf der Platte beträgt 2,5 cm, auf der Gegenplatte misst der überlieferte Abdruck bloss 1,7 cm. Wie der Abdruck und auch die Abbildung des Originals von WAGNER zeigt, ist auf der Originalplatte an einer Stelle (in der Gegend der zu besprechenden pterygoiden Apophysen des Basisphenoids) zwischen den Jahren 1861 und 1901 offenbar aus Unkenntniss der Verhältnisse (um Theile eines Halswirbels blosszulegen) ein bedeutendes Stück wegpräparirt worden, ausserdem haben sich offenbar beim Spalten des Gesteines von demselben Stücke zahlreiche Knochensplitter abgelöst, so dass uns das Original in der Basalansicht z. Th. eine durchaus falsche Vorstellung dieses Theiles erweckt und bis auf die Palatina (?) nur in der Hinter- und Seitenansicht in Betracht gezogen werden darf.

Die ganze Basis Cranii liegt in derselben Richtung wie der letzte Halswirbel, während das Schädeldach selbst, sowie die Gesichtsknochen von diesem in einen Winkel von 180° abgedreht erscheinen. Wie auch z. B. aus ZITTEL's Abbildung von *Compsognathus* deutlich hervorgeht, ist der Hals so weit gedreht, dass die vordersten Wirbel (durch eine volle Drehung von 360°), sowie die Rückenwirbel mit ihrem proximalen convexen Ende nach vorwärts gerichtet erscheinen, während die Schnauze von *Compsognathus* caudalwärts gerichtet ist. Mit dem Condylus gegen den hinteren Theil des Parietale und dem Basisphenoid gegen die Halswirbel weisend, liegt auf beiden Platten die Schädelbasis.

Es muss also festgestellt werden, dass die Schädelbasis von den vordersten Halswirbeln losgerissen, von diesen nur durch eine parallele Bewegung verschoben wurde, also noch eine relativ natürliche

Lage behält, während der ganze übrige Schädel vollkommen abgedreht, vielleicht abgeschwemmt wurde.

Der nierenförmige, zum grösseren Theile aus Basioccipitale bestehende Condylus ist auf der Platte selbst gut erhalten, abwärts gerichtet und man kann deutlich sehen, wie an seinen äusseren Ecken die Exoccipitalia einen nicht unbedeutenden Antheil nehmen. Vor ihm liegt (am Abdrucke der Gegenplatte sichtbar) eine quadratische Fläche, an deren vorderen Ecken sich die stumpfen durch eine Wulst verbundenen Tubera basioccipitalia erheben. Was vor dieser Partie liegt, muss infolge dessen als Basisphenoid gedeutet werden.

Lateral vom Basioccipitale ist auch in der Ansicht von unten ein grosser Theil des Exoccipitale bemerkbar, das wie bei den Vögeln in der Nähe des Basioccipitale von mehreren Öffnungen durchbohrt wird, die wohl dem Nervus vagus, hypoglossus und accessorius (vielleicht nur einem von diesen) zum Durchtritte dienen. Die Anordnung dieser Partie ist dermaassen entschieden vogelähnlich und von der bei *Zanclodon* und den Ornithopodiden gleich verschieden, vor den Tubera basioccipitalia ist nur in der Mitte des Basisphenoids eine grosse, in der Mitte durch einen schwachen Kiel getrennte tiefe, grosse, rundlich viereckige Depression bemerkbar, wie eine ähnliche, z. B. auch an der sonst verschiedenen Schädelbasis von *Mochlodon* und anderen Dinosauriern bemerkbar ist.

Der vor dieser Depression gelegene rechteckige Theil entsendet vor- und aufwärts — jedoch nicht abwärts — zwei starke stumpfe Fortsätze, die sich am ehesten noch mit den pterygoiden Apophysen von *Thecodontosaurus* oder z. B. *Rhea americana* vergleichen lassen. Wenn dies so ist, so müssen wir also an der Schädelwand in der Lateralansicht hinter und unter ihnen die grosse Öffnung für die Carotis erwarten. In der Mitte sind diese beiden pterygoidalen Apophysen des Basisphenoids, denn als solche sind die erwähnten Fortsätze wohl zu deuten, durch einen Querwulst verbunden, der vielleicht etwas an *Telmatosaurus* (= *Limnosaurus*) erinnert.

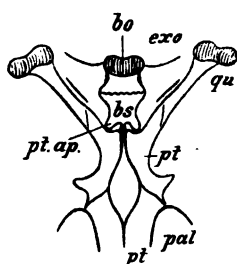
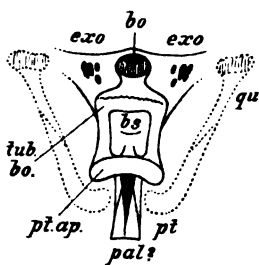
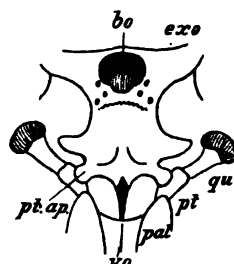
Bis hieher war die Deutung der einzelnen Elemente durch Zuhilfenahme von anderen Dinosaurierresten noch verhältniss-

mässig leicht, sobald wir jedoch daran gehen, die davor gelegenen Knochen zu identificiren, stellen sich ganz bedeutende Schwierigkeiten ein. Vor dem Vorderrand des Basisphenoids sind nämlich (zumal auf der Platte) zwei ganz dünne verticale Knochenlamellen bemerkbar, die in der Mitte durch eine gegen unten transversal etwas concave, gegen vorne sich senkende quergestellte Lamelle verbunden werden. Bei starker Vergrösserung vermeint man in der Mitte der letzteren eine Art longitudinaler Anschwellung (etwa eine verknöcherte Längsnaht) wahrnehmen zu können. Da dieses Gebilde wegen der Zweizahl der verticalen Lamellen kaum einem Präsphénoid entsprechen kann, bleibt in erster Linie nur eine Deutung als Pterygoid oder Palatinum übrig. Durch die Entwicklung der pterygoidalen Apophysen wissen wir nun aber, wo wir die Pterygoidea zu erwarten haben und da sich unsere Verticallamellen gegen das Sphenoid hin convergirend in der Medianlinie des Schädels vor dem Basisphenoid zu einem förmlichen Knoten vereinen, so scheint mir die Deutung dieser Stücke als Pterygoidea zum mindesten sehr gewagt und fast möchte man eher an eine vogelartige Anordnung der Pterygoidea und Palatina denken. Auch eine dritte Deutung der fraglichen Lamellen als Vomerä ist übrigens nicht ganz ausgeschlossen und gerade die beigegefügte Abbildung der Schädelbasis von *Rhea americana* würde im Vereine mit der zuvor erwähnten innigen Verbindung beider Lamellen nicht eben gegen diese Annahme sprechen. Hiedurch würde die vogelähnliche Natur des *Compsognathus*-Schädels nur ganz erheblich erhöht werden; da jedoch hiedurch *Compsognathus* sehr vom gewöhnlichen Dinosauriertypus abweichen würde, glaube ich diese Deutung kaum annehmen zu dürfen. Das Basis-Praesphenoid HULKE's (vorderer Theil des Sphenoids bei *Telmatosaurus*) müsste man sich auf diese Weise (so wie bei manchen Theropoden aufgerichtet) unter den beiden verticalen Lamellen liegend denken. Die Art, wie man sich daher nach dieser Deutung die Schädelbasis von *Compsognathus* vorzustellen hätte, wird am besten aus dem Vergleich der drei schematisirten Skizzen ersichtlich (Fig. 1, 2, 3).

Es ist diese Structur des Palatinums (?) wie überhaupt

der ganzen Schädelbasis bei *Compsognathus* speciell deshalb von besonderem Interesse, weil in diesem Falle *Compsognathus*, der wiederholt schon als der vogelähnlichste Dinosaurier bezeichnet wurde, auch in Bezug auf seine Schädelbasis dieses Epitheton verdienen würde.

Wie schon erwähnt wurde, gingen offenbar beim Spalten der Platte ganz beträchtliche Knochenstücke der Schädelbasis verloren und auf diese Weise kommt es auch, dass der ganze vor dem Condylus gelegene Theil des Basioccipitale fehlt, auf der Gegenplatte also der Abdruck seiner flachen, etwas gewölbten Aussenseiten, auf der Platte selbst hingegen der Abdruck seiner Innenseite (d. h. der Ausguss der Hirnhöhle) sichtbar ist. Letzteres ist insofern von besonderem Interesse,

Fig. 1. *Hatteria punctata*.Fig. 2. *Compsognathus*.Fig. 3. *Rhea americana*.

als man dadurch erkennen kann, dass das Basioccipitale ein ungemein dünner, breiter (also vogelähnlich) gebauter Knochen war, der in seiner Mitte durch einen starken Kiel in zwei Hälften getheilt wurde. Dieser Kiel hat sich am Ausguss der Schädelhöhle als Eindruck erhalten, ein ähnlicher Kiel ist übrigens auch auf der Innenseite einer noch nicht beschriebenen Schädelbasis von *Mochlodon* bemerkbar.

In genau derselben Ebene, höchstens in der Mitte etwas gegen oben gewölbt, liegt das ebenfalls dünne, breite, rechteckige Basisphenoid. Es ist interessant, diese Schädelbasis mit jener anderer Dinosaurier zu vergleichen. Nebst ihrer Vogelähnlichkeit springt einem vor allem ihre Ähnlichkeit mit der Schädelbasis von *Thecodontosaurus* in die Augen, so dass sich ohne weiteres der gleiche Grundtypus wieder erkennen lässt. Weniger leicht lässt sich

eine Ähnlichkeit mit einer noch nicht beschriebenen Schädelbasis von *Mochlodon* sp. der ähnlichen Basis von *Camptosaurus Prestwichi* oder gar mit der den genannten unähnlichen identen Theilen von *Telmatosaurus* oder *Iguanodon* constatiren und dies hat grösstentheils darin seinen Grund, dass bei allen den letztgenannten eine Verkürzung oder Überschiebung in der basalen Schädelpartie vor sich geht, ferner alle diese Knochen eine viel grössere Dicke erreichen und endlich die pterygoiden Apophysen wie bei *Hatteria* abwärts, nicht aber wie bei Vögeln und *Compsognathus* auswärts gerichtet erscheinen. Mit den Ornithopodiden verglichen, zeichnet sich der Schädel von *Compsognathus* also durch seine breite und flache Entwicklung des Basioccipitale und des Sphenoids, ferner durch schwache Tubera basioccipitalia aus. Mit der schmalen Schädelbasis des als vogelähnlich beschriebenen *Struthiosaurus* lässt sich gar keine Ähnlichkeit constatiren und die Ähnlichkeit mit *Zanclodon* ist ebenfalls gering.

Bisher wurde nur die basale Ansicht des Fragmentes besprochen. Von hinten betrachtet, zeigt unser Stück ent-

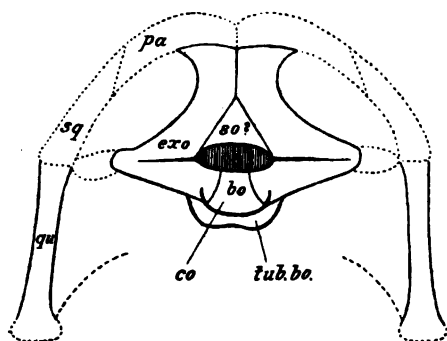


Fig. 4.

schieden gegen unten und nicht gegen hinten gerichtet. Über diesem ist ein längliches, in einer seichten transversalen Rinne gelegenes quergestrecktes, schräge abwärts gerichtetes Foramen magnum gelegen, das lateral durch Exoccipitalia und oben durch ein dreieckiges Supra-

occipitale? begrenzt wird. Über dem fraglichen Supraoccipitale stossen die Exoccipitalia in der Mittellinie des Kopfes zu einer verticalen stumpfen Kante zusammen. Auf beiden Seiten sind sie stark verengt und dehnen sich erst in der Nähe der Ansatzstelle des Parietale neuerdings aus. Auf



diese Weise bilden sie die innere Begrenzung zweier jedenfalls sehr grosser hypoparotischer Öffnungen. Ungleich bei *Thecodontosaurus*, bei dem ebenfalls etwas über dem Foramen das Hinterhaupt eine Kante bildet, sind die Parotica bei *Compsognathus* horizontal, nicht aber schräge abwärts gerichtet.

Auch in dieser Region ist keine Ähnlichkeit mit *Struthiosaurus* bemerkbar, ebenso sind die Unterschiede von *Telmatosaurus* und *Iguanodon* ganz bedeutend, hingegen lässt sich eine ganz auffallende Ähnlichkeit mit *Hatteria punctata* und mit *Hypsilophodon*, weniger mit *Belodon* constatiren und diese Ähnlichkeit wird, wenn man die Möglichkeit erwägt, dass die Grenzen des Supraoccipitale eventuell doch nur Bruchlinien sind, noch ganz wesentlich erhöht. Der Hauptunterschied von *Telmatosaurus* ist speciell wohl darin gelegen, dass bei letzterem die Parotica hoch über dem Foramen magnum gelegen sind, während sie bei *Compsognathus* eher unter diesen liegen. Bei Vögeln endlich ist die homologe Partie ausgesprochen unter dem Foramen magnum fast im Niveau des Condylus gelegen.

Im Jahre 1901 wurden bei der Besprechung des Schädels der Ornithopodiden auf p. 170—172 drei Punkte (9, 10, 14) hervorgehoben, die mit der Längsausdehnung des Quadratum<sup>1</sup> in innigem Zusammenhange befunden wurden. Ich glaube jetzt zur theilweisen Erklärung der abnormen Länge des Quadratum bei einigen Ornithopodiden (z. B. *Telmatosaurus*) wohl die soeben besprochene relative Lage der Parotica heranziehen zu können und vermthe, dass dies wohl in innigem Zusammenhange mit jenen Muskeln sein dürfte, die an den verschiedenen Stellen der hypo- und epiparotischen Öffnungen und an dem Paroticum selbst inseriren.

Lateral ist von der Schädelbasis von *Compsognathus* nur wenig deutlich sichtbar und ich glaube mich mit Hervorhebung des Umstandes begnügen zu können, dass die ganze laterale Partie, an der vielleicht auch noch das Opisthoticum

---

<sup>1</sup> Bei *Compsognathus* erhalten, zeichnet es sich durch seine Länge von 1,8 cm ganz bedeutend aus.

Antheil nimmt, in eine grössere Anzahl von Gruben und Stäbchen aufgelöst erscheint, so wie etwas Ähnliches auch bei *Thecodontosaurus* der Fall ist.

Es knüpft sich an diese Schädelbasis von *Compsognathus* deshalb ganz besonderes Interesse, da sie klar und deutlich die Verwandtschaft der *Compsognathidae* mit einem Theile der *Anchisauridae* zeigt und auch entfernt an *Hypsilophodon* erinnert. Da die den *Compsognathiden* ähnlichen *Hallopodiden* wohl auch ähnlichen Schädelbau besessen haben dürften, sonst aber an die *Anchisauriden* erinnern, so sehe ich mich in meiner Vermuthung, dass die *Anchisauridae* und *Hallopodidae* von gemeinsamen, durch kurzes Femur ausgezeichneten Ahnen abstammen dürften, nicht unerheblich bestärkt. Einen detaillirten Vergleich mit den Schädelstücken von *Anchisauriden*, die von meinem Freunde, Baron HUENE bearbeitet werden, zu publiciren, wurde absichtlich unterlassen und es sei an dieser Stelle nur hervorgehoben, dass die Schädelbasis von *Compsognathus* wohl, wie bereits erwähnt, an *Anchisaurus* und *Thecodontosaurus*, nicht aber an *Zanclodon* und diesem ähnliche Formen erinnert. Vogelähnlich ist also — zusammenfassend — am Schädel von *Compsognathus*:

1. Richtung des Condylus.
2. Basioccipitale.
3. Untere Ansicht des Exoccipitale.
4. Anordnung der pterygoiden Apophysen des Basisphenoids.
5. Lage der Palatina (?).

Dimensionen der Schädelbasis von *Compsognathus*.

A. Stück auf der Originalplatte:

Länge des ganzen Stückes . . . . .	24,5 mm
Breite " " " . . . . .	16 "
" " Condylus . . . . .	4,6 "
Länge " Basioccipitale . . . . .	6,3 "
" " Basisphenoid . . . . .	17 "

B. Abdruck der Gegenplatte:

Transversaler Abstand der Parotica (soweit erhalten) .	16,7 "
" " " pterygoiden Apophysen . . .	12 "
Breite des Stückes bei den Tubera basioccipitalia . . .	10,9 "
" " " an der schmalsten Stelle des Basisphenoids . . . . .	7,1 "

**3. Sogen. Embryo.** Wie bereits in ZITTEL's Handbuch der Palaeontologie hervorgehoben wird, sind in der Leibeshöhle von *Compsognathus* Reste eines anderen Reptils erhalten, das dem Vorgange von MARSH folgend, bisher ohne Widerspruch als Embryo von *Compsognathus* gedeutet wurde. Eine detaillirte Untersuchung der betreffenden Reste schien mir aber diese Annahme keineswegs ohne weiteres zu bestätigen und da dies für die Organisation der Dinosaurier vielleicht doch nicht ohne Bedeutung ist, soll im folgenden vor allem eine Übersicht der fraglichen Reste gegeben werden.

Äusserst feine Reste, die alle, wie im folgenden gezeigt werden soll, wahrscheinlich ein und demselben Thiere angehören, sind allenthalben in dem durch die Scapula und das Femur begrenzten Leibesraume von *Compsognathus* bemerkbar, ausserdem sind unter der Bauchhöhle (vor dem Knie von *Compsognathus*) einige kleine Schädelknöchelchen erhalten geblieben.

Gleich hinter der Scapula des grossen Thieres bemerkt man eine Anzahl von z. Th. gegliederten stabförmigen Gebilden, die annähernd mit der Wirbelsäule der ersteren parallel verlaufen. Da sie einerseits von den linken Rippen von *Compsognathus* bedeckt werden, andererseits selbst dessen rechtsseitige Rippen bedecken, so sind sie zweifellos wirklich in der Leibeshöhle von *Compsognathus* gelegen. Bei genauerer Betrachtung sieht man, dass an der Bildung der Stäbchenreihen z. Th. kleine Röhrenknochen mit wohl entwickelten Gelenkköpfen, z. Th. kleine quadratische flachgedrückte Wirbel Antheil nehmen. An beiden kann man erkennen, dass sie zum grössten Theil ihren natürlichen Zusammenhang bewahrt haben.

In der Nähe der Scapula kann man vor allem einen kurzen, ca. 1 mm langen Röhrenknochen mit undeutlichem vorderen Ende unterscheiden, hierauf folgen nebeneinander zwei 4 mm lange Glieder, dann in derselben Richtung zwei wieder nebeneinander gelegene Stücke, von denen das längere 7 mm misst. In einem stumpfen Winkel schliessen sich daran wieder zwei Stücke von 11 resp. 10 mm, hierauf folgen wieder zwei Stücke (ein dickes und ein dünnes) von 18 und 19 mm Länge. Zwischen dem 11 und dem 19 mm langen Stück

liegt ein dreieckiger Knochenkörper, an dem zwei zusammenstossende Gelenkflächen entwickelt sind und der stark an ein Calcaneum erinnert. Jenseits des 18 mm langen Stückes lässt sich noch ein etwas gebogener Knochen von 16 mm Länge erkennen. Es scheint evident, dass wir hier eine fast complete Extremität vor uns haben, bei der das 16 mm lange Stück den obersten Theil, die übrigen dem unteren Theile, sowie dem Metapodium entsprechen. Da, wie im folgenden gezeigt werden soll, vom sogen. Embryo auch ein distales Humerusende vorhanden ist, infolgedessen die Identificirung des 16 mm langen Stückes mit einem Humerus unmöglich ist, das proximale Ende der zweiten Knochenreihe ferner nur einer Tibia entsprechen kann, der calcaneusähnliche Knochen endlich auch dafür spricht, haben wir, wie mir scheint, keinen Vorderfuss, sondern einen 61 mm langen Hinterfuss vor uns. Das proximale Femurende kommt auf diese Weise ungefähr über die Mitte des von Scapula und Femur begrenzten Raumes zu liegen. An sonstigen Röhrenknochen wären noch zwei 4 mm lange, vertical unter dem oberen Scapularande gelegene, in Zusammenhang befindliche Phalangenglieder von je 4 mm Länge, ferner vertical unter jener Stelle, wo sich der sogen. Embryonal-Femur mit der Tibia berührt, vier nebeneinander gelegene, 5 mm lange Knöchelchen zu erwähnen. Mir will es scheinen, als ob sich an letztere noch eine Reihe kürzerer, 4 mm langer Knochen anschliessen würden. Im Gegensatze zu den längeren Metatarsalia könnte man vielleicht diese Stücke für Metacarpalia halten.

Die Wirbel, die in der Brustregion überliefert sind, sind alle sehr schlecht erhalten, so dass sich eben nur noch der Schweifwirbel feststellen lässt. Ihre Länge variirt zwischen 1,5 und 2 mm, an mehreren quadratischen kann man deutliche breite Dornfortsätze, sowie den Mangel an Diapophysen constatiren. Sechs Stücke sind bedeutend schlanker gebaut und dürften offenbar aus dem hinteren Theile des Schwanzes stammen.

Viel übersichtlicher als diese vorne gelegenen Stücke sind jene Knochen angeordnet, die hinter dem proximalen Femurende und den vier erwähnten, 5 mm langen Metapodialknochen gelegen sind.

Vorerst können wir ein nach oben convex gekrümmtes, 3 cm langes Stück einer Wirbelsäule unterscheiden, bei dem am (im Verhältniss zum grossen *Compsognathus*) caudalwärts gelegenen Theile mehrere Rippen, weiter vorne ein vielleicht dem Sacrum angehöriger Wirbel (?) und noch weiter vorne mehrere vordere Schweifwirbel erkannt werden können; es lassen sich ungefähr 18—20 Wirbel zählen, so dass die Länge eines jeden ca. 1,5 mm beträgt. An einem der Rückenwirbel ist die Ansatzstelle für eine einköpfige Rippe sehr gut zu erkennen. Es sind Rippen von beiden Seiten sichtbar, von denen jedoch, da der sogen. Embryo auf der linken Seite liegt, nur die der rechten Seite genauer untersucht werden können. Die Länge der Rippen beträgt rund 18 mm. Ihre Krümmung erinnert nicht wenig an die Rippen von *Compsognathus*, von denen sie sich jedoch durch ihre einköpfige Articulation ganz bedeutend unterscheiden.

Ausser diesen Stücken sind nun auf der Originalplatte noch Theile des Sacrums und ein Humerusstück, auf der Gegenplatte ergänzende Sacraltheile, sowie ein Femur erhalten. In der Skizze ist diese Partie als Reconstruction beider Platten wiedergegeben worden.

Es lässt sich erkennen, dass der Femur mit seinem Condylus dem Beschauer abgewendet, noch im Acetabulum articulirt, dass mithin die Beckenelemente noch in ihrer natürlichen Lage vorhanden sind. Wir können zwei (offenbar paarige) zugespitzte, mit ihrem convexen Rand abwärts gerichtete und ein eigenthümlich gebautes oberes Stück unterscheiden.

Erstere erinnern im Umriss nicht unbedeutend an das Ileum eines primitiven Theropoden-Dinosauriers, können jedoch wegen ihrer Lage nicht als solches gedeutet werden und müssen vielmehr wohl mit dem ähnlich gebauten Ischium eines lacertilierartigen Reptils identificirt werden. Letzteres, seiner Lage nach wohl Ileum und vielleicht Pubis umfassend, findet auch nur in der Unterordnung der Lacertilier seinesgleichen wieder. Am Humerusfragmente ist höchstens die starke Entwicklung der distalen, ganz ossificirten Gelenkköpfe besonders zu bemerken. Noch ausserhalb der Leibeshöhle von *Compsognathus* wäre

vor dessen Knie eine 17 mm lange bezähnte Mandibel mit lacertilier-, nicht theropodenartigem Coronoideum, sowie ein 9 mm langer Oberkiefer zu erwähnen, der sich durch Mangel eines prälacrymalen Durchbruches von dem fast auf ein Stäbchengerüst reducirten Oberkiefer von *Compsognathus* wohl unterscheidet. Es ergibt sich nun die Frage, ob wir in den hier besprochenen Knochenstücken thatsächlich Reste eines Embryo erblicken und uns bei Untersuchungen über die Viviparität der Dinosaurier stets ohne weiteres auf *Compsognathus* berufen dürfen, oder ob wir nicht vielmehr diese Knochen nur als Mageninhalt zu deuten haben. Ich glaube, man wird nicht fehl gehen, wenn man die complete Länge des fraglichen Restes auf ca. 80—85 mm schätzt (dies ist bei Annahme eines längeren Halses stark unterschätzt) und dies ist im Verein mit der scheinbar wenig gestörten Lage des Stückes jener Punkt, der am entschiedensten gegen die Annahme des Restes als Mageninhalt spricht.

Für seine embryonale Natur spricht in geringerem Grade auch noch das Verhältniss des Humerus zum reconstruirten Femur und der Tibia zum Metatarsale, das dasselbe ist wie beim Original von *Compsognathus*. Andere Gründe dürften sich, glaube ich, kaum auffinden lassen. Diesem allerdings nicht zu unterschätzenden Beweismaterial gegenüber lässt sich gar manches anführen, was gewichtig gegen die embryonale Natur des kleineren Reptilrestes spricht.

Schon die ganz bedeutende Länge von 8 cm muss, wo die Leibeshöhle von *Compsognathus* höchstens 11 cm lang gewesen sein kann, zum mindesten Bedenken erregen, ausserdem sprechen:

1. die Proportion des Femur zur Tibia,
2. " " " Humerus zum Unterkiefer,
3. Lage des Schweifes und Hinterfusses bei der Scapula,
4. Gestalt des Ober- und Unterkiefers,
5. " " Beckens,
6. einköpfige Articulation der Rippen,
7. die starke Entwicklung und Verknöcherung aller Gelenkköpfe, sowie des Calcaneum entschieden gegen seine embryonale Natur.

Es ist leider auf diese Weise unmöglich, aus den dürftigen Resten sicher zu bestimmen, ob das Reptil, das in der Leibeshöhle von *Compsognathus* überliefert ist, thatsächlich, wie ich vermuthe, einem Lacertilier angehört, allein ebensowenig lässt sich das Gegentheil behaupten, zumal Becken, Rippen und Schädeltheil für seine Lacertilienatur sprechen.

Es soll aber, und dies zu betonen, scheint mir nun noch wichtig, durch diese Zeilen nicht irgendwie an der Möglichkeit einer Viviparität bei den Dinosauriern gezweifelt werden, es soll vielmehr nur hervorgehoben werden, dass wir für dieselbe bis heute noch keinen vollgültigen Beweis haben. Ob vivipar oder ovipar, ist bekanntermaassen bei der Vermehrung der jetzt lebenden Reptilien durchaus nur eine Frage der Zeit und es dürfte uns gar nicht befremden, wenn die sonst so hoch specialisirten Dinosaurier z. Th. wenigstens vivipar gewesen wären.

---

Es sei mir zum Schluss noch gestattet, allen jenen Herren, deren Unterstützung ich mich bei diesen Untersuchungen erfreuen konnte, meinen wärmsten Dank auszusprechen: Vorerst Herrn Geheimrath v. ZITTEL für die Erlaubniss, dieses Unicum gründlich besichtigen und photographiren zu dürfen, Herrn Professor O. JAEKEL, da er die grosse Güte hatte, mir seine prächtigen Gypsabgüsse der Gegenplatte von *Compsognathus* zur Bearbeitung zu überlassen, Herrn Dr. BROILI für die vielseitige Hilfe, die er mir beim Photographiren und Bearbeiten des Stückes erwies, endlich meinem Freunde Baron HUENE dafür, dass er mir sein prachtvolles und für die Kenntniss der Theropoden hochwichtiges Material zum Vergleiche bereitwilligst zeigte und mir gestattete, vom Gesehenen einen so ausgiebigen Gebrauch zu machen.





## Die Bildung der Oolithe und Rogensteine.

Von

G. Linck in Jena.

Es liegt nicht in meiner Absicht, hier eine ausführliche Beschreibung der besagten Gesteine zu geben, denn zu Bergen häufen sich bereits die Abhandlungen, welche sich mit diesem Gegenstande befassen, wie ein Blick in das Literaturverzeichniss bei ROSSBACH<sup>1</sup> oder ZIRKEL<sup>2</sup> zeigt, und auch neuerdings ist mancherlei dazugekommen. Dort sind die Einzelheiten viel besser beschrieben, als ich es hier mit kargen Worten zu thun vermöchte, und es giebt kaum ein Sedimentgestein, dessen Bestand mit minutiöserem Detail bekannt wäre, als der der Oolithe und Rogensteine. Dass alle jene Autoren auf deductivem Wege versucht haben, Hypothesen über die Entstehung dieser Gesteine aufzustellen, war ihre Pflicht, und dass keine der Hypothesen allgemein befriedigend war, nicht ihre Schuld.

Wenn ich mich nun unterfange, mich mit dem Gegenstand zu beschäftigen, so muss ich eine neue Methode anwenden und damit gewichtige Gründe haben, die Resultate dieser Methode als einen Fortschritt zu betrachten, nicht bloss die Zahl der Hypothesen um eine vielleicht bessere, vielleicht schlechtere zu vermehren. Das Problem muss der Lösung entgegengeführt werden.

So kann ich mich wohl bezüglich der Physiographie, der chemischen Zusammensetzung und des Vorkommens der Ge-

<sup>1</sup> ROSSBACH, Beitrag zur Kenntniss oolithischer Gesteine. Inaug.-Diss. Jena-Meinigen 1884.

<sup>2</sup> ZIRKEL, Lehrbuch der Petrographie. 1. 489.

steine auf die vorhandene Literatur berufen, ohne sie im Einzelnen anzuführen. Nur dort werde ich die betreffenden Autoren citiren, wo ihre Beobachtungen im Rahmen dieser kleinen Arbeit eine besondere Bedeutung erlangen.

Das Material, um welches es sich hier handeln soll, sind jene marinen Sedimente, welche in vielen Formationen verbreitet sind und weite Länderstrecken überdecken, die aus grösseren oder kleineren, in einem reichlicheren oder spärlichen Bindemittel liegenden, mehr oder minder deutlichen Kügelchen von Calciumcarbonat bestehen und den Namen Oolithe oder Rogensteine führen. Auch die recenten Vorkommnisse, wie sie am Strande von Canaria (L. v. BUCH<sup>1</sup>), im Karaibischen Meerbusen, an manchen Stellen des Stillen Oceans (DANA<sup>2</sup>), am Rothen Meere, in den Salzseen Nordamerikas (WALTHER<sup>3</sup>), in den Lagunen Mexicos (VIRLET-D'Aoust<sup>4</sup>) und in den Salzseen der Kalahari (KALKOWSKY<sup>5</sup>) vorkommen, gehören hierher.

Classificirt man die verschiedenen Hypothesen über ihre Bildung, so findet man, dass eigentlich schon alle Möglichkeiten, welche es für die Bildung von Sedimenten giebt, auf sie angewendet worden sind, indem man sie gehalten hat:

I. Für klastische Gesteine, welche aus abgerollten Stückchen von Muscheln und körnigen Kalksteinen entstanden sein sollten (L. v. BUCH l. c., BORNEMANN<sup>6</sup>).

II. Für organogene Gesteine, die entweder von Thieren (EHRENBURG<sup>7</sup>, FRANTZEN<sup>8</sup>) oder von Pflanzen gebildet wurden (ROTHPLETZ<sup>9</sup>, KALKOWSKY l. c.).

<sup>1</sup> L. v. BUCH, Reise nach den canarischen Inseln. 1825.

<sup>2</sup> J. D. DANA, Corals and Coral Islands. 1872.

<sup>3</sup> J. WALTHER, Die Denudation in der Wüste und ihre geologische Bedeutung. Abh. d. math.-phys. Classe d. K. sächs. Akad. d. Wissensch. 16. 1891. p. 527.

<sup>4</sup> VIRLET-D'Aoust, Sur les oeufs d'insectes donnant lieu à la formation d'oolithes dans des calcaires lacustres au Mexique. Compt. rend. 45. 1857. p. 865.

<sup>5</sup> E. KALKOWSKY, Die Verkieselung der Gesteine in der nördlichen Kalahari. Isis. 1901.

<sup>6</sup> BORNEMANN, Jahrb. d. preuss. geol. Landesanst. 1885. p. 277.

<sup>7</sup> EHRENBURG, Mikrogeologie. 1854.

<sup>8</sup> FRANTZEN, Jahrb. d. preuss. geol. Landesanst. 1887. p. 78.

<sup>9</sup> ROTHPLETZ, Über die Bildung der Oolithe. Bot. Centralbl. 51. 265—268.

III. Für chemisch-physikalische Sedimente und zwar für mit Kalksinter überrindete Mineral- oder Gesteinsstücke (AGASSIZ<sup>1</sup> und viele andere) oder Insecteneier etc. (VIRLET-D'Aoust l. c., KNOP<sup>2</sup>), oder für umrindete und ausgefüllte Gasblasen (GÜMBEL<sup>3</sup>, KNOP<sup>2</sup>), oder für Producte von im Meere vorhandenen Quellen, ähnlich dem Karlsbader Erbsenstein (QUENSTEDT<sup>4</sup>).

IV. Für gleichsam metamorphische Producte, indem sich die Körner innerhalb des fertigen aber noch plastischen (LORETZ<sup>5</sup>) oder schon festen Gesteines (ROSSBACH l. c., FOURNET<sup>6</sup>) oder in Hohlräumen (KNOP l. c.) gebildet haben sollten.

Von diesen Hypothesen nimmt der eine die eine, der andere eine zweite, der dritte mehrere zugleich für richtig an und local gewinnt bald diese, bald jene an Wahrscheinlichkeit, aber keine davon hat sich allgemeine Anerkennung zu erringen vermocht; doch scheint es mir, als ob die Mehrzahl der Fachgenossen der von der chemisch-physikalischen Natur der Oolithe den Vorzug zu geben geneigt wären (LIEBETRAU<sup>7</sup>, CREDNER<sup>8</sup>, WALTHER<sup>9</sup> etc.).

Eine Aufklärung über die Entstehung der Oolithe thut dringend noth, denn sie ist von der allergrössten Bedeutung für die Erklärung der Entstehung der Kalksteine überhaupt, welche ja durch alle Formationen vom Archaicum bis auf unsere Tage so reichlich vertreten sind und bislang nach ihrer Entstehung wesentlich als organogen angesehen wurden.

Die Oolithe und Rogensteine sind, wie jedermann weiss, marine Bildungen, d. h. in Meeren oder abflusslosen Seen

<sup>1</sup> AGASSIZ, Bull. of the mus. of com. Zoolog. Cambridge. 1869—1876. p. 365.

<sup>2</sup> KNOP, Über Kieselsäureabscheidungen und Oolithbildung. Dies. Jahrb. f. Min. etc. 1874. p. 285.

<sup>3</sup> GÜMBEL, Oolithbildung. Dies. Jahrb. f. Min. etc. 1873. p. 303.

<sup>4</sup> QUENSTEDT, Das Flötzgebirge Württembergs. 1853. 43.

<sup>5</sup> LORETZ, Untersuchungen über Kalk und Dolomit. Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 30. 1878. p. 387 und ebenda 31. 1879. p. 766.

<sup>6</sup> Siehe VIRLET-D'Aoust, l. c. p. 866.

<sup>7</sup> LIEBETRAU, Beiträge zur Kenntniss des unteren Muschelkalks bei Jena. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. p. 740. 1889.

<sup>8</sup> CREDNER, Elemente der Geologie. 9. Aufl. p. 184.

<sup>9</sup> J. WALTHER, Einleitung in die Geologie. 1894. p. 659 u. 849.

N. Jahrbuch f. Mineralogie etc. Beilageband XVI.

abgesetzt, in welchen ein reiches organisches Leben herrschte (FRANTZEN l. c.) — man denke auch an die Bildung der recenten Oolithe in dem korallenreichen Karaibischen und Rothen Meere und an die algenreichen Binnenseen Amerikas und Afrikas —. Sie sind vielfach gar gleichmässig über grosse Länderstrecken verbreitet, ausgezeichnet sedimentirt und z. Th. von beträchtlicher Mächtigkeit (FRANTZEN l. c.), oder sie bilden dort, wo sie an den Strand geworfen werden, auch wohl wie an der Küste von Florida Dünen mit typischer Kreuzschichtung (DANA, WALTHER l. c.).

Ihrer Masse nach sind die oolithischen Kügelchen kohlen-saurer Kalk, und zwar — das nimmt man seit den Untersuchungen SORBY's<sup>1</sup> allgemein an — in der Modification des Kalkspaths.

Vor mehr als Jahresfrist hat uns nun W. MEIGEN<sup>2</sup> zwei Reactionen kennen gelehrt, welche gestatten, Kalkspath und Aragonit leicht von einander zu unterscheiden. Die eine beruht auf der Lilafärbung des Aragonits beim kurzen Kochen mit einer verdünnten Lösung von Kobaltnitrat, die andere auf der Bildung eines grünschwärzen Niederschlags bei Berührung von Aragonit mit einer Lösung von Eisenvitriol oder MOHR'schem Salz. Kalkspath bleibt im ersteren Falle bei kurzem Kochen weiss und wird bei längerem Kochen blau, im letzteren Falle wird durch Kalkspath nur Eisenhydroxyd gefällt.

Mit Hilfe dieser Reaction kann ich nun in der That bestätigen, dass alle fossilen Oolithe bezw. Rogensteine, soweit sie untersucht wurden, aus Kalkspath bestehen, dass dagegen die mir vorliegenden<sup>3</sup> recenten Oolithe von der Rhede von Sues, vom Wadi Dehēese am Sinai, von der Küste von Florida Aragonit sind. Ein anderer, offenbar schon fossiler Oolith vom Wadi Dehēese zeigt keine Aragonitreaction, ist also Kalkspath.

<sup>1</sup> SORBY, The anniversary address on the origin of limestones. p. 56 ff. Quart. journ. of the geolog. Society of London. p. 35. 1879.

<sup>2</sup> MEIGEN, Die Unterscheidung von Kalkspath und Aragonit auf chemischem Wege. Ber. d. oberrhein. geol. Ver. p. 35. 1902.

<sup>3</sup> Ich verdanke sie der Freundlichkeit meines Collegen JOH. WALTHER.

Aus diesen Beobachtungen zog ich den Schluss, dass alle Oolithe und Rogensteine in recentem Zustand aus Aragonit bestehen oder bestanden haben und es galt nun, festzustellen, ob und unter welchen Bedingungen sich aus dem Seewasser Aragonit auf chemisch-physikalischem Wege abscheiden könne und von welchem Habitus diese Abscheidungen sein mochten.

Zur Abscheidung von Calciumcarbonat aus dem Seewasser giebt es in der Natur nur zwei leicht und vielfach vorkommende Wege, nämlich:

A. Die Abscheidung des dem Seewasser durch die Flüsse zugeführten kohlensauren Kalkes infolge von Übersättigung entweder durch Anreicherung des zugeführten Monocarbonats oder durch Überführung des Bicarbonats in Monocarbonat.

B. Die Fällung des Calciumcarbonats aus dem Calciumsulfat des Seewassers durch kohlensaures Natron oder -Ammoniak. Das erstere kann minerogenetischer Entstehung sein und aus Quellen kommen, deren Wasser dem Meere zugeführt wird (Karlsbad, Vichy etc.), oder dem Eiweiss der im Meere lebenden Thiere entstammen<sup>1</sup>. Das kohlensaure Ammoniak wird bekanntlich in den Flüssen und im Meere durch verwesende organische Substanzen in grosser Menge erzeugt.

Diese beiden Aufgaben wurden von mir in folgender Weise experimentell gelöst. Nach einer Analyse (von v. BIBRA<sup>2</sup>) des Wassers des Atlantischen Oceans wurde Seewasser von folgender Zusammensetzung hergestellt:

	Auf 1000 Theile Wasser:	Auf 100 Theile Salz:
Na Cl . . . . .	27,90 g	78,14 %
Mg Cl . . . . .	2,34 "	6,54 "
K Cl . . . . .	1,55 "	4,33 "
Na Br . . . . .	0,52 "	1,46 "
Ca SO <sub>4</sub> . . . . .	1,56 "	4,36 "
Mg SO <sub>4</sub> . . . . .	1,85 "	5,17 "
Sa. . . . .	35,72 g	100,00 %

Aus dem so hergestellten künstlichen Seewasser wurde mit Natrium- bzw. Ammoniumcarbonatlösung Calciumcarbonat

<sup>1</sup> Vergl. BIEDERMANN, Untersuchungen über Bau und Entstehung der Molluskenschalen. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissenschaft. p. 36. 1901.

<sup>2</sup> Vergl. BISCHOF, Chemische Geologie. 1. 428.

gefällt. Die Natriumcarbonatlösung enthielt in 100 cbcm Lösung 0,832 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , die Lösung des Ammoniumcarbonats eine äquivalente Menge, nämlich 0,620  $(\text{NH}_4)\text{HCO}_3$ .

### I. Versuche mit Natriumcarbonatlösung.

100 cbcm Seewasser werden unter Umrühren langsam versetzt mit Lösung von  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

	cbcm	Temperatur	Verhalten der Mischung
1. . . . .	5	20° C.	Bleibt zunächst klar, nach einigen Stunden bildet sich ein Niederschlag.
2. . . . .	5	40° C.	Ebenso.
3. . . . .	12	17° C.	Beginnende flockige Trübung, nach einigen Stunden krystallinischer Niederschlag.
4. . . . .	8,5	40° C.	Ebenso.

Nach den obigen Angaben über die Carbonatlösung sind enthalten in 100 cbcm Seewasser bei

	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{CaCO}_3$
1. . . . .	0,0396 g äquivalent	0,0373 g
2. . . . .	ebenso	ebenso
3. . . . .	0,0950 „	0,0897 „
4. . . . .	0,0673 „	0,0635 „

Die nach etwa 12 Stunden erfolgte Prüfung der Niederschläge mit dem Mikroskop ergab folgendes:

1. Der Niederschlag ist durchaus krystallinisch und besteht im Wesentlichen aus winzig kleinen Sphärolithen mit schönem schwarzen Kreuz zwischen gekreuzten Nicols und vielfach mit einem oder zwei farbigen Ringen. Ihr Charakter der Doppelbrechung ist negativ. Die am Boden des Gefässes liegenden Sphärolithe sind verhältnissmässig glatt, die an der Oberfläche schwimmenden besonders rau und stachelig durch vorstehende Krystallspitzen. Neben den Sphärolithen finden sich, durch alle Übergänge mit ihnen verbunden, kleine desminbündelartige, faserige Aggregate, die einen schwarzen Balken zeigen, wenn die Bündelachse einem Nicolhauptschnitt parallel geht. Ferner finden sich noch ziemlich zahlreiche kurz säulenförmige, an den Enden — wie es scheint — domatisch begrenzte Kryställchen. Die Kryställchen sowohl, als auch die die Bündel und Sphärolithe zusammensetzenden

Fasern haben den kleineren Brechungsexponenten in der Längsrichtung und löschen gerade aus. Bemerkenswerth ist noch, dass die Sphärolithe meist vollkommen kugelförmig, vielfach zu zweien oder mehreren nach Art von Globigerinen zusammenaggregirt sind, und dass man sie durch Aufdrücken des Deckglases leicht durch die Mitte entzwei spalten kann.

2., 3. und 4. Diese Niederschläge verhalten sich im Grossen und Ganzen dem vorhergehenden durchaus analog, nur treten die einzelnen Krystalle und die desminartigen Bündel sehr zurück und die Sphärolithe erreichen dagegen etwas grössere Dimensionen. Sie haben einen Durchmesser bis zu 0,02 mm.

Die sämmtlichen Niederschläge wurden mit Wasser ausgewaschen und mittelst Lösung von Kobaltnitrat geprüft. Sie geben alle ausgezeichnete Aragonitreaction.

## II. Versuche mit Ammoniumcarbonatlösung.

100 cbcm Seewasser wurden unter Umrühren langsam versetzt mit Lösung von

	$(\text{NH}_4)\text{HCO}_3$	Temperatur	Verhalten der Mischung
5. . . . .	17,5 cbcm	17° C.	Es beginnt eben eine flockige Trübung, das Krystallinischwerden dauert etwas länger als beim $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , etwa 3 Stunden.
6a. . . . .	17,5 „	40° C.	Ebenso.
6b. . . . .	20 „	40° C.	Zu Anfang Trübung stärker, sonst. ebenso.

Nach den früheren Angaben über die Lösung des Ammoniumcarbonats sind in 100 cbcm Seewasser enthalten bei

	$(\text{NH}_4)\text{HCO}_3$	$\text{CaCO}_3$
5. . . . .	0,0923 g	äquivalent 0,117 g
6a. . . . .	ebenso	„ ebenso
6b. . . . .	0,1033 „	„ 0,130 „

Es ist hier auffallend, dass das Calcium des Seewassers durch Ammoniumcarbonat nicht so schnell gefällt wird als durch Natriumcarbonat, was am besten zum Ausdruck kommt, wenn man die Menge des vor der Fällung in dem Seewasser vorhandenen Kalkes vergleicht. Unter sonst gleichen Umständen sind beim Beginn der Trübung bei Verwendung von Natriumcarbonat in der Kälte 0,0897%, in der Wärme 0,0635%

$\text{CaCO}_3$ , bei Verwendung von Ammoniumcarbonat in Kälte und Wärme 0,117 %,  $\text{CaCO}_3$  in dem Seewasser vorhanden. Gerade das Letztere, dass die Fällung mit Ammoniumcarbonat bei niedrigerer und erhöhter Temperatur in gleicher Weise geschieht, ist auch noch ein erwähnenswerther, bis jetzt unerklärter Umstand. Bezüglich der absoluten Menge des verwendeten Ammoniumcarbonats will ich freilich eine Unsicherheit nicht verschweigen, die darin begründet ist, dass der Gehalt des Carbonats an Kohlensäure nicht analytisch bestimmt wurde. Vielleicht habe ich ein anderes Mal Gelegenheit, diesen Mangel auszugleichen, denn für die vorliegenden Untersuchungen ist er irrelevant.

Die ebenfalls nach etwa 12 Stunden erfolgte mikroskopische Prüfung der Niederschläge zeigte, dass sie mit den durch Natriumcarbonat erzeugten Niederschlägen vollkommen übereinstimmen. Auch hier finden sich vorzugsweise Sphärolithe und daneben in der kälteren Mischung mehr, in der wärmeren weniger desminartige Aggregate und einzelne Krystalle. Die Sphärolithe erreichen nur etwas bedeutendere Dimensionen, ja in dem Versuch 6b wurden sogar solche bis zu 0,2 mm Durchmesser gefunden.

Alle Niederschläge geben mit Kobaltnitrat ausgezeichnete Aragonitreaction.

Es sei an dieser Stelle noch bemerkt, dass die Versuche 1—6 alle mehrfach mit genau dem gleichen Resultat wiederholt wurden.

### III. Verhalten des Calciumbicarbonats im Seewasser.

Weiterhin wurden Versuche angestellt über die Art der Abscheidung von Calciumcarbonat aus im Seewasser enthaltenem Bicarbonat des Calciums. Stark kohlensäurehaltiges Wasser (käufliches Sodawasser) wurde mit präcipitirtem kohlensauren Kalk im verschlossenen Gefässe öfters aufgeschüttelt, die so kalt gesättigte Lösung nach einiger Zeit filtrirt und mit dem Filtrat nach dem oben angegebenen Recept Seewasser hergestellt. Von diesem Seewasser wurden nun

7. 100 ccm bei 17° C. längere Zeit stehen gelassen,
8. 100 ccm langsam auf ca. 60° C. erwärmt.



Bei dem Versuche 7 bildete sich der Niederschlag ausserordentlich langsam, und erst nach 24 Stunden war eine zur Untersuchung genügende Menge entstanden, bei dem anderen Versuch war schon nach einer halben Stunde ein erheblicher Niederschlag vorhanden.

Die mikroskopische Untersuchung lehrte, dass in dem Sediment des Versuches 7 nur winzige Kryställchen und Krystallgruppen von steilen hexagonalen Pyramiden oder Skalenödern zugegen waren, während der Versuch 8 fast nur gedrungene spindelförmige Krystalle und einzelne desminbündelartige Aggregate lieferte. In keinem der Präparate sind Sphärolithe vorhanden.

Der Absatz bei Versuch 7 giebt keine Spur einer Aragonitreaction, welche bei Versuch 8 ausgezeichnet gelang; jenes ist also Kalkspath, dieses Aragonit.

#### IV. Fällung von reinen Calciumsulfatlösungen mit Natrium- und Ammoniumcarbonat.

Es war erwünscht, die gleichen Versuche, wie sie oben beschrieben wurden, auch bei Abwesenheit des Salzgehaltes des Seewassers anzustellen. Zu diesem Zwecke wurde eine Calciumsulfatlösung von gleicher Concentration wie im Seewasser hergestellt, und je 100 cbcm davon bis zu beginnender Trübung mit den beiden früher verwendeten Lösungen von Natrium- und Ammoniumcarbonat versetzt.

##### A. Fällung mit Natriumcarbonat.

	Verwendete $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -Lösung	Temperatur	Verhalten der Lösung
9. . . . .	2,8 cbcm	18° C.	Beginnende Trübung, später krystalliner Niederschlag.
10. . . . .	2,5 „	40° C.	Ebenso.

In 100 cbcm der  $\text{CaSO}_4$ -Lösung waren sonach enthalten bei

	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{CaCO}_3$
9. . . . .	0,0227 g äquivalent	0,0214 g
10. . . . .	0,0203 „ „	0,0192 „

**B. Fällung mit Ammoniumcarbonat.**

	Verwendete ( $\text{NH}_4$ ) $\text{HCO}_3$ -Lösung	Temperatur	Verhalten der Lösung
11. . . . .	4,1 cbcm	18° C.	Beginnende Trübung, später krystallinischer Niederschlag.
12. . . . .	4,1 „	40° C.	Ebenso.

In 100 cbcm der  $\text{CaSO}_4$ -Lösung waren demnach enthalten bei

	( $\text{NH}_4$ ) $\text{HCO}_3$	$\text{CaCO}_3$
11. . . . .	0,0244 g äquivalent	0,0309 g
12. . . . .	ebenso	ebenso.

Die chemischen Verhältnisse bei den vier Versuchen 9—12 sind analoge wie bei denen von 1—6. Natriumcarbonat fällt den Kalk leichter in warmer als in kalter Lösung, leichter als Ammoniumcarbonat, und für dieses ist die Fällung gleich schwer in kälter oder wärmerer Lösung. Hervorzuheben ist aber, dass eine viel geringere Menge von Natrium- bzw. Ammoniumcarbonat nöthig ist, um eine sonst salzfreie Lösung von Gyps, als um Seewasser zu trüben. Dort sind in der Kälte 0,0227 g, in der Wärme 0,0203 g, hier dagegen in der Kälte 0,0950 g und in der Wärme 0,0673 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  auf 100 cbcm Seewasser nöthig.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Niederschläge der Versuche 9—12 zeigte sich, dass die mit Natrium- und Ammoniumcarbonat bei gleicher Temperatur hergestellten sich genau gleich verhalten. Man sieht bei 9. und 11. nur sehr kleine, gerundete, ziemlich steile Rhomboëder (2R?), bei 10. und 12. also in den bei erhöhter Temperatur dargestellten Präcipitaten kleine, scharfe (primäre) Rhomboëder.

Keiner der vier Niederschläge zeigt Aragonit-reaction und sie bestehen demnach aus Kalkspath.

**V. Abscheidung von Calciumcarbonat aus reinen Lösungen von Calciumbicarbonat.**

Die weiter oben beschriebene Lösung von Calciumbicarbonat wurde

13. bei 17—18° C. dem freiwilligen Verdunsten überlassen und
14. durch Erwärmen auf ca. 60° C. gefällt.

Es bilden sich dann in der Kälte (Versuch 13) nur schöne, ziemlich grosse Rhomboëder von steiler Gestalt (2R?), die keine Aragonitreaction zeigen, also Kalkspath sind. In dem in der Wärme hergestellten Niederschlag (Versuch 14) dagegen finden sich neben wenigen grossen Rhomboëdern (R) weitaus vorherrschend lang spindelförmige Nadeln und Gruppen von solchen. Der Niederschlag zeigt schöne Aragonitreaction, aber nur die Nadeln, nicht auch die Rhomboëder färben sich lila.

Hier ist noch zu bemerken, dass die Rhomboëder wahrscheinlich schon während des langsamen Erwärmens der Lösung, also bei niedriger Temperatur entstanden sind, dass dagegen bei höherer Temperatur vermuthlich überhaupt kein Kalkspath sich bildet.

## VI. Bestimmung der maximalen Löslichkeit des kohlensauren Calciums im Seewasser.

Aus dem Versuch 1 ergibt sich schon, dass die Löslichkeit des kohlensauren Kalkes im Seewasser geringer ist als 0,0373 g in 100 cbcm. Um die Grenze der Löslichkeit genauer festzustellen, wurden mit dem oben beschriebenen Seewasser und der ebenda erwähnten Lösung von Natriumcarbonat noch folgende Versuche angestellt:

Auf 100 cbcm Seewasser wurden bei 17—18° C. zugesetzt

Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -Lösung	Verhalten der Mischung
15. . . . . 4 cbcm	Zuerst keine Trübung, nach 12 Stunden deutlicher krystalliner Niederschlag, der sich nach 28 Stunden etwas vermehrt hat.
16. . . . . 3 „	Nach 12 Stunden noch kein Niederschlag, nach 28 Stunden Spuren eines krystallinischen Sedimentes.
17. . . . . 2,5 „	Nach 24 Stunden minimale Spuren eines Niederschlags, nach 48 Stunden nicht vermehrt.
18. . . . . 2 „	Nach 48 Stunden keine Spur eines Niederschlags. Auch nicht nach 8 Tagen.
19. . . . . 1,5 „	Ebenso.

Die Niederschläge bestehen aus Aragonit, doch sind keine Sphärolithe, sondern nur Kryställchen, desminartige Bündel und kurze faserige Spindeln vorhanden. In 100 cbcm

Seewasser waren nach den Angaben auf p. 500 demnach enthalten:

	$\text{Na}_2\text{CO}_3$		$\text{CaCO}_3$
15. . . . .	0,0320 g	äquivalent	0,0302 g
16. . . . .	0,0242 „	„	0,0228 „
17. . . . .	0,02029 „	„	0,0191 „
18. . . . .	0,01632 „	„	0,0154 „
19. . . . .	0,01230 „	„	0,0116 „

Es ergibt sich aus diesen Versuchen, dass in 100 cbcm Seewasser von der p. 499 gegebenen Zusammensetzung bei 17—18° C. im Maximum 0,0191 g  $\text{CaCO}_3$  löslich sind, während, wie Versuch 9 zeigt, die Löslichkeit in einer wässerigen, sonst salzfreien Calciumsulfatlösung wesentlich geringer ist, denn bei dieser Concentration (0,0214 : 100) fällt dort bereits gleich zu Beginn Kalkspath aus.

An dieser Stelle mag auch bemerkt werden, dass das Calciumsulfat in Seewasser ebenfalls leichter löslich ist als in Süßwasser. Eine zahlenmässige Feststellung wurde zunächst unterlassen.

Aus den im Vorstehenden beschriebenen Versuchen ist nun zu folgern:

1. Die maximale Lösungsfähigkeit des Seewassers für den kohlensauren Kalk ist etwa 0,0191 %  $\text{CaCO}_3$ .

2. Das aus Calciumbicarbonat im Seewasser sich etwa bildende Calciumcarbonat wird, wenn die Löslichkeitsgrenze des letzteren überschritten ist, in gemässigten Klimaten stets als Kalkspath, in tropischen Klimaten dagegen je nach Jahreszeit bzw. Temperatur des Wassers auch als Aragonit abgetrennt. Sphärolithbildung findet dabei nicht statt.

3. Das aus dem Calciumsulfat des Seewassers mit Natrium- oder Ammoniumcarbonat niedergeschlagene Calciumcarbonat tritt in wärmeren und kühleren Klimaten stets in der Modification des Aragonits und stets zum grössten Theil in Form von Sphärolithen auf.

4. Aus sonst salzfreien Lösungen von Calciumbicarbonat schlägt sich das Calciumcarbonat in gemässigten Klimaten stets als Kalkspath, in den Tropen, je nach Jahreszeit bzw. Temperatur des Wassers, meist als Aragonit nieder.

5. Aus sonst salzfreien Calciumsulfatlösungen wird durch Natrium- bzw. Ammoniumcarbonat das Calcium in Wärme (40° C.) und Kälte (18° C.) als Kalkspath gefällt.

6. Dies beweist, dass die Löslichkeit des Aragonits grösser ist in salzarmen oder -freien Lösungen als in salzreichen, dass sie grösser ist in kälteren als in wärmeren Lösungen. Der Kalkspath verhält sich genau umgekehrt. Es löst infolgedessen bei gleicher Temperatur Seewasser mehr Calciumcarbonat auf als Süsswasser, aber es wird Umstände geben, unter denen Aragonit und Kalkspath im gleichen Maasse löslich sind, sich also auch gleichzeitig bilden können<sup>1</sup>.

7. Calciumcarbonat und Calciumsulfat sind im Seewasser leichter löslich als in reinem Wasser.

#### Anwendung der Resultate.

Mit Hilfe dieser sieben Sätze erhalten wir nun leicht einen Einblick in die Bildungsart der marinen Oolithe und Rogensteine, sowie der marinen anorganogenen Kalksteine überhaupt, wie es im Nachfolgenden darzustellen versucht werden soll.

Der kohlensaure Kalk, welcher dem Meere oder abflusslosen Seen durch die Flüsse zugeführt wird, wird offenbar durch die ein Kalkskelet oder Kalkschalen bildenden Organismen zum grössten Theile verbraucht, denn seine Menge bleibt fast überall im Seewasser unterhalb der Grenze seiner Löslichkeit<sup>2</sup>. Aber selbst wenn wir annehmen würden, dass das Seewasser eine gesättigte Lösung von Calciumcarbonat darstellt, haben wir zu erklären, wo der Überschuss des zugeführten Calciumcarbonats hinkommt. Die von STEINMANN<sup>3</sup> gegebene Erklärung, dass er durch im Meere vorhandene, von Pflanzen als Stoffwechselproduct abgeschiedene Schwefel- oder Salzsäure in Sulfat oder Chlorid übergeführt werde, ist chemisch unhaltbar, denn auf der einen Seite soll aus dem

<sup>1</sup> Vergl. auch FOOTE, Über die physikalisch-chemischen Beziehungen zwischen Aragonit und Calcit. Zeitschr. f. phys. Chemie. 33. 740. 1900. oder dies. Jahrb. 1901. II. -351-.

<sup>2</sup> Vergl. ROTH, Chemische Geologie. I. 503 ff.

<sup>3</sup> STEINMANN, Über Schalen- und Kalksteinbildung. Ber. d. naturf. Gesellsch. zu Freiburg i. B. IV. 288. 1889.

Seewasser dauernd Calciumcarbonat abgeschieden werden, es enthält das Eiweiss selbst, das im organismenreichen Meere in grosser Menge vorhanden ist, Natriumcarbonat, und es liefern die Stoffwechsel- oder die Fäulnisproducte der Thiere kohlensaures Ammoniak und auf der anderen Seite sollen freie Säuren existiren. Wie reimt sich das zusammen? Bildet sich wirklich freie Säure ( $\text{HCl}$ ) als Stoffwechselproduct von Pflanzen oder besonders Schwefelsäure als ein Fäulnisproduct des Eiweisses, oder kommen sie als vulcanische Emanationsproducte in das Meer, so werden und müssen sie sich sofort mit dem vorhandenen kohlensauren Natron oder soweit dieses nicht ausreicht mit dem kohlensauren Ammoniak unter Abspaltung der Kohlensäure zu Chloriden und Sulfaten des Natriums oder Ammoniums verbinden, und nur dort, wo diese beiden nicht ausreichen, würden sich die Säuren des Kalkes aus dem Calciumcarbonat bemächtigen, wo und wie sie es nur finden, also nicht bloss desjenigen, das sich in Lösung befindet. Schwefelsaures Natrium oder -Ammonium, Chlornatrium und -Ammonium sind ohne Wirkung auf Calciumcarbonat, denn dies ist von allen das am schwersten lösliche Salz. Demnach kann die Entstehung von Calciumsulfat aus Calciumcarbonat in dem Meere höchstens eine ganz locale, ziemlich bedeutungslose Erscheinung sein. Es wird also das Verschwinden des dem Meere durch die Flüsse zugeführten Calciumcarbonats, wenn das Seewasser keine damit gesättigte Lösung darstellt, nach wie vor auf die Thätigkeit der Organismen zurückgeführt werden müssen, falls das Seewasser aber irgendwo an Calciumcarbonat übersättigt wäre, so müsste sich auf anorganischem Wege in kälteren Klimaten Kalkspath, in wärmeren Aragonit oder beides daraus abscheiden. Dass die Thiere allerdings nicht nothwendigerweise kohlensauren Kalk oder nur dieses Kalksalz brauchen, vielmehr auch aus anderen Kalksalzen, z. B. aus Calciumsulfat kohlensauren Kalk abzuscheiden vermögen, wissen wir lange schon durch die Untersuchungen von HERBST<sup>1</sup>, sowie durch die von IRVINE und MURAY<sup>1</sup>.

Da es nun aber scheint, dass der Gehalt des Seewassers

---

<sup>1</sup> s. BIEDERMANN, l. c.

an Calciumcarbonat im Allgemeinen unterhalb der Grenze der Löslichkeit bleibt, so ist damit auch erwiesen oder wahrscheinlich gemacht, dass eine directe Abscheidung von Calciumcarbonat aus dem Meere im Allgemeinen nicht, sondern höchstens nur local stattfinden kann, und dass dort, wo es sich um anorganogene Kalksteinbildungen in grösserem Maassstabe handelt, andere Factoren wirksam sein, andere Processe sich abspielen müssen, und da ist eben das Nächstliegende, ja das einzig Denkbare, sogar das gesetzmässig unabweisbar Erforderliche die Einwirkung des Natrium- und Ammoniumcarbonats auf das Calciumsulfat des Seewassers. Hätten diese beiden Carbonate ihren Ursprung einzig auf dem Festlande, so müssten die Kalkabscheidungen immer auf eine litorale Zone beschränkt sein. Jene Kalkablagerungen aber, mit denen wir uns hier beschäftigen, bedecken ganze Länderstriche und sind meist eben und vollkommen geschichtet. Sie wären also dann nicht zu erklären. Jene fossilen Ablagerungen sind aber meist auch sehr reich an Versteinerungen (FRANTZEN), und documentiren dadurch, dass sie gleich wie ihre recenten Verwandten in durch Organismen reich bevölkerten Meeren gebildet wurden. In diesen Meeren muss also das aus dem Eiweiss stammende Natriumcarbonat, das von Stoffwechsel- und Fäulnissproducten herrührende Ammoniumcarbonat reichlich vorhanden sein, und diese müssen nothwendigerweise die Abscheidung von Calciumcarbonat aus dem Calciumsulfat auf anorganischem Wege bedingen. Dass diese Processe in der Jetztzeit sich nur in tropischen Gegenden abspielen oder abzuspielen scheinen, hängt offenbar mit dem dort reicheren organischen Leben, mit den sich schneller abspielenden Verwesungsvorgängen zusammen.

Das auf diese Weise abgeschiedene Calciumcarbonat tritt aber — wie die vorstehend beschriebenen Versuche lehren — stets in der Modification des Aragonit auf und dieser ist bei reichlichem Vorhandensein der Alkalicarbonate in seiner weit- aus überwiegenden Menge in Form von Sphärolithen aggregirt.

Diese Sphärolithe sind nun nichts Anderes als die runden Körner der Oolithe und Rogensteine. Sie bilden sich auf anorganischem Wege als sphärische Concretionen mit oder ohne Kern, wo und wie sie es haben können. In litoralen

Gebieten oder in der Nähe von Korallenriffen, wo die brandenden Wogen fortwährend Sandkörnchen, Bruchstückchen organogener Kalkmassen (Muscheln, Korallen, Foraminiferen etc.) in flottirender Bewegung erhalten, lagern sich die Aragonitfasern um sie an; draussen auf offenem Meere oder in ruhigen abgeschlossenen Seen bilden sie sich ohne Kern, oder die Einzelkryställchen von Aragonit (Algenstäbchen ROTHPLETZ l. c.) dienen als solche, oder sie umschliessen organische Massen (Insecteneier, Algen etc.) und auch Gasbläschen können von ihnen überkrustet werden. Die Sphärolithe sind etwas porös, schwimmen leicht auf dem Wasser und werden durch die Wellen in Bewegung erhalten, geringe Mengen von Thon setzen sich auf der Oberfläche der Kügelchen ab, wenn die Bildung von Aragonit zeitweilig weniger intensiv ist und später wächst die nächste Schale an, in welche die Krystallenden der vorhergehenden hineinragen (LANG<sup>1</sup>).

So glaube ich mit Bestimmtheit sagen zu können, dass alle Oolithe und Rogensteine anorganogene Bildungen sind und dass, wo man organische Reste in den Körnern findet, diese von dem krystallisirenden Aragonit mechanisch eingeschlossen wurden, oder dass die Sphärolithe den betreffenden Organismen (z. B. Algen) zeitweilig als Anheftungsstelle gedient haben.

Draussen im offenen Meere sinken die Sphärolithe mit ihrer wohlerhaltenen rauhen und stacheligen Oberfläche (EWALD<sup>2</sup>, SORBY l. c.), grosse und kleinste gemischt (ZIRKEL<sup>3</sup>) zu Boden und werden dort eingebettet in weichen klastischen Schlamm oder in den schlammgleichen Sand feinsten, mit ihnen gebildeter Aragonitkryställchen, so bald mergelige, bald kalkige Oolithe und Rogensteine von vortrefflicher Schichtung liefernd (ZIRKEL<sup>3</sup>).

In der Nähe des Strandes werden die Körner aneinander gerollt, ans Ufer geworfen, vom Winde erfasst und fortgetragen, nach der Grösse sortirt zu Dünen aufgeweht (DANA<sup>4</sup>)

<sup>1</sup> LANG, Über Sedimentärgesteine aus der Umgegend von Göttingen. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 33. 257. 1881.

<sup>2</sup> EWALD, Vortrag über Rogensteine. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 22. 718. 1870.

<sup>3</sup> ZIRKEL, Lehrbuch der Petrographie. 3. 471.

<sup>4</sup> DANA l. c. Vergl. auch WALTHER l. c.



und in Kreuzschichtung gelegt. Zwischen den einzelnen Körnern verbleiben Hohlräume. Alles dies sind demnach Zeichen litoraler Bildung.

Und dann werden die Oolithe fossil, sie werden aus dem Seewasser herausgehoben, mit süßem Wasser immer und immer wieder durchtränkt und es geschieht mit ihnen, was mit den aus Aragonit bestehenden (MEIGEN l. c.) Muschelschalen, Korallen etc. geschieht (LANG l. c.), was mit ihnen nach dem Löslichkeitsverhältniss von Aragonit und Kalkspath im süßen Wasser und in erwärmtem Zustand — Erdwärme grösserer Tiefen — geschehen muss<sup>1</sup>. Sie werden in Kalkspath umgewandelt. Dabei bleibt manchmal ihre Structur vollkommen erhalten, manchmal auch wird sie mehr und mehr verwischt (LANG l. c.), so dass sie nur noch an den sphärisch eingelagerten thonigen oder sonst färbenden Bestandtheilen erkenntlich und der radialfaserige Aragonit theils durchaus gleichmässig, theils zonenweise durch körnigen Kalkspath ersetzt ist (FRANTZEN, EWALD, COHEN u. A. l. c.). Ferner kann es besonders dort, wo sie wie bei der Sedimentation durch Wind im Wesentlichen ohne Bindemittel abgelagert sind, vorkommen, dass sie vollständig weggelöst werden und das Material theils fortgeführt, theils in den Zwischenräumen zwischen den Kügelchen abgelagert wird. Wenn dies im schon festgewordenen Gesteine geschieht, so bleiben an Stelle der Oolithkörner gleich geformte Hohlräume (Schaumkalk bei Jena, SCHILLBACH<sup>2</sup>). Wenn es aber im noch theilweise lockeren Gesteine vor sich geht, so mag es leicht vorkommen, dass die Hohlräume deformirt werden. Werden nun endlich gar solche deformirte Hohlräume nachträglich wieder mit Kalkspath erfüllt, so erinnert kaum noch etwas an die ursprüngliche Structur.

So hätte ich nun versucht, das kaleidoskopartige Bild, welches die Oolithe und Rogensteine zeigen, zu enträthseln — zu ermassen, in wie weit dies gelungen ist, überlasse ich den Fachgenossen.

Es sei mir nur noch gestattet, anhangsweise einiges

<sup>1</sup> Vergl. auch FOOTE l. c.

<sup>2</sup> SCHILLBACH, Mikroskopische Untersuchung des Schaumkalks bei Jena. Inaug.-Diss. Jena 1890.

Andere hier anzufügen, was sich nicht direct auf die oolithischen Kalksteine bezieht.

1. Die Karlsbader Sprudelsteine unterscheiden sich von den recenten Oolithen nur dadurch, dass ihre Abscheidung aus sehr heissem, sprudelndem Wasser geschieht, und dass dieses Wasser ärmer an Salz, aber reicher an kohlensaurem Natron ist als das Meerwasser. Solche Bildungen hat es in früheren Epochen sicher auch gegeben, aber fossile Pisolithe aus Aragonit sind — so viel ich weiss — nicht bekannt geworden. Vielleicht gehören hieher manche Dinge, die man bisher nicht zu deuten vermochte, besonders sogen. Riesenoolithe.

2. Den Dolomitgehalt mancher Oolithe (LORETZ l. c.) halte ich für secundär, denn im Aragonit ist nie ein beträchtlicherer Magnesiumgehalt beobachtet worden, auch kennt man keine dem Aragonit entsprechende Modification des Magnesiumcarbonats. Es muss demnach in solchen dolomitischen Oolithen bei der Umwandlung des Aragonits in Kalkspath eine Zufuhr von magnesiumhaltigen Lösungen stattgefunden haben.

3. Ebenso, und zwar aus den gleichen Gründen, für secundär halte ich die Eisenoolithe, die in manchen Formationen und Ländern (Lothringen) eine so grosse Rolle spielen. Sie sind in ähnlicher Weise aus Oolithen entstanden, wie nach Ansicht der russischen Geologen die Eisenspäthe im Ural aus Kalksteinen, indem der Aragonit zunächst infolge von Durchtränkung mit eisenhaltigen Lösungen durch Eisencarbonat ersetzt wurde und dieses sich nachher in Brauneisenerz umwandelte (VIRLET-D'Aoust und SORBY l. c.).

### Rückblick.

So sind es also im Wesentlichen zwei Wege, auf denen, abgesehen von den Süßwasserbildungen, der Kalksteine Entstehung sich vollzogen hat. Die einen stellen den unverwehlichen Rückstand von Thieren und Pflanzen dar (zoogene und phytogene Kalksteine), die anderen sind in directer Richtung anorganogene Bildungen, als Aragonit aus dem Seewasser niedergeschlagen, und vielfach sind beiderlei Arten gemischt. Beim Vorherrschen der anorganogenen Bildung, wo also diese Processe intensiv verlaufen, bilden sich Oolithe aus dem Ara-

gonit; wo hingegen die organogenen Kalkabsätze stark vorherrschen, die chemischen Processe also wenig intensiv (wie meist inmitten grosser Oceane) verlaufen sind, fehlen die Oolithe, der Aragonit hat sich mehr in einzelnen Kryställchen, in Krystallbündeln, spindelförmigen Körpern und in Coccolithen(?) niedergeschlagen. Alle diese Kalksteine bestehen ursprünglich fast nur aus Aragonit und verändern sich später, indem sich der Aragonit in Kalkspath umlagert. Darum sind auch die meisten Kalksteine mehr oder minder grobkrySTALLINISCH und die darin enthaltenen feineren Fossilreste vielfach in schlechtem Erhaltungszustand oder zerstört.

Nimmt man das Obige als für die meisten marinen Kalksteine gültig an, so muss man sich doch fragen, ob es denn gar keine solchen giebt, die schon in recentem Zustand den kohlensauren Kalk als Kalkspath enthielten? Die Antwort lautet: ja es kann solche geben, aber — vielleicht abgesehen von arktischen bis jetzt von mir nicht untersuchten Verhältnissen — nur dort, wo, wie der Versuch 13 zeigt, die Abscheidung des Calciumcarbonats aus Bicarbonat erfolgt, wo also das Meerwasser an Calciumcarbonat direct übersättigt wird. Das kann aber nur bei litoralen Bildungen in der Nähe von Flussmündungen und an geschützten Stellen sein, wo die Vermischung des Flusswassers mit den Wassern des Oceans langsam vor sich geht. Solche Kalke werden dadurch charakterisiert sein, dass sie wie die Solnhofener Schiefer sehr dicht, mit thonigem Material vermengt sind, eine gemischte Land- und Wasser-Fauna und -Flora enthalten und dass, weil sie ja keine Umkrystallisation erfahren haben, die in ihnen enthaltenen Versteinerungen sehr wohl erhalten sind.

Jena, mineralog. und geolog. Institut, im März 1903.

177



171

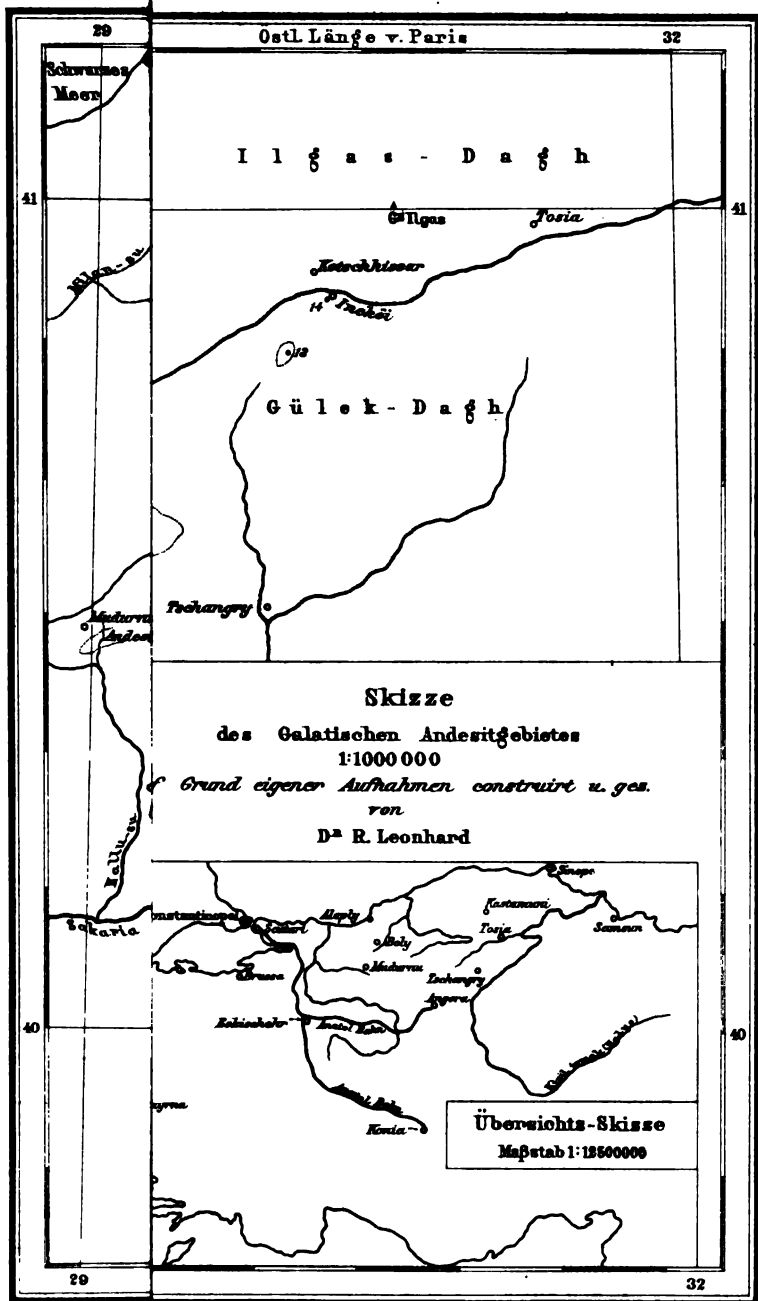




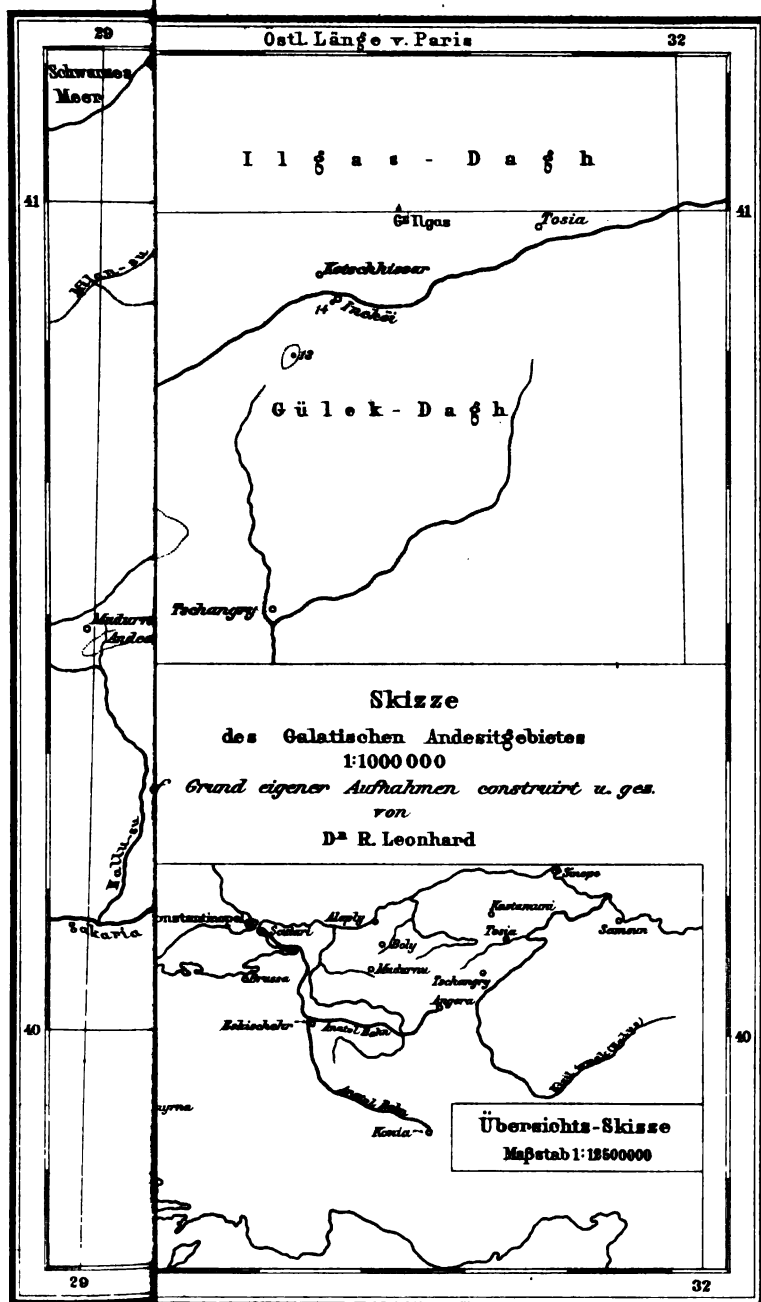








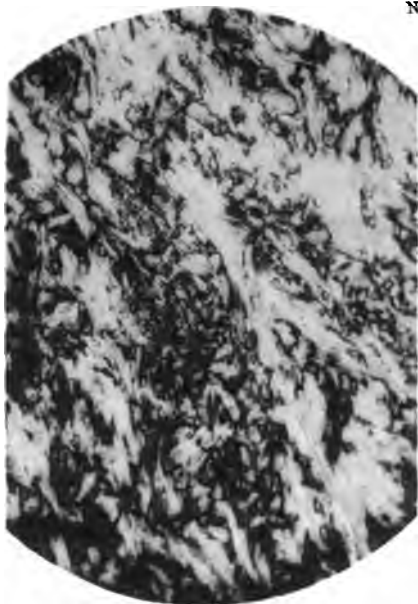




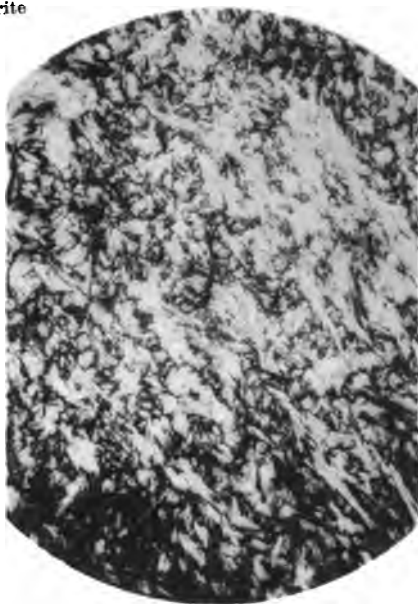
Stich &amp; Druck von Wihl. C. Rübsamen. Stuttgart



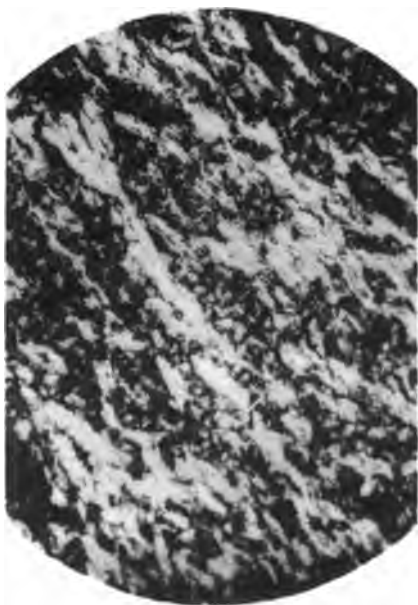
Nephrite



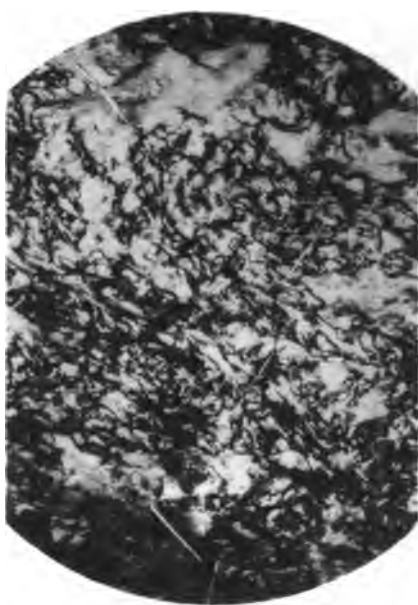
1.



2.



3.



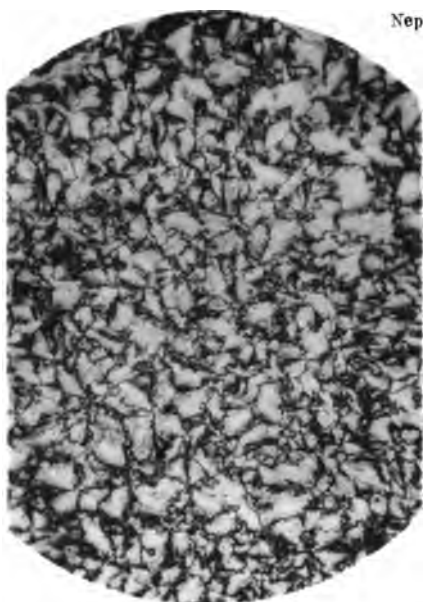
4.

A. Bodmer-Beder.

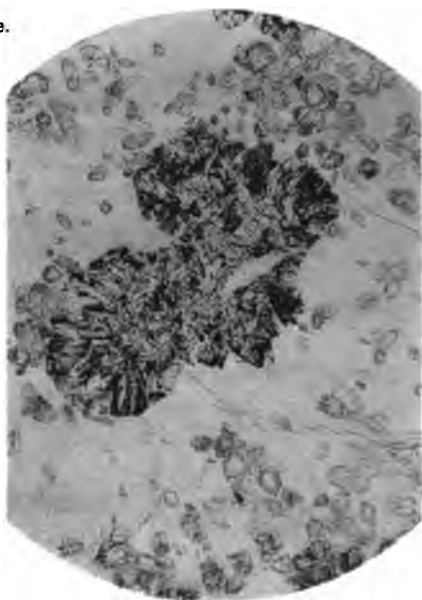




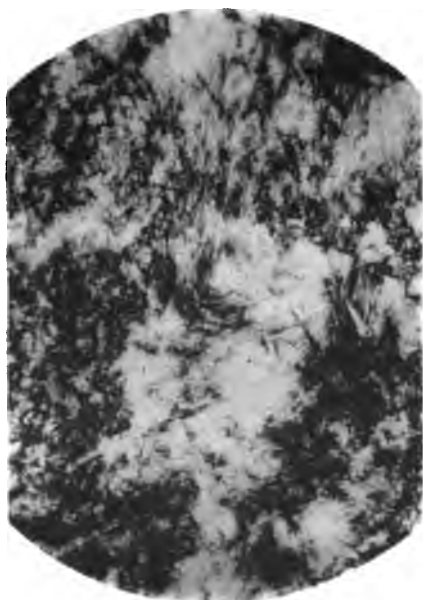
Nephrite.



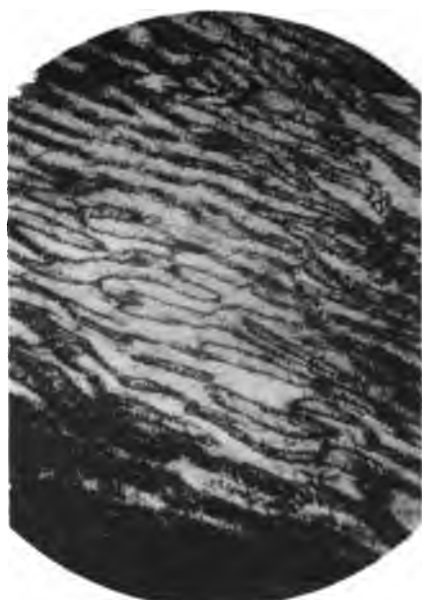
5.



6.



7.

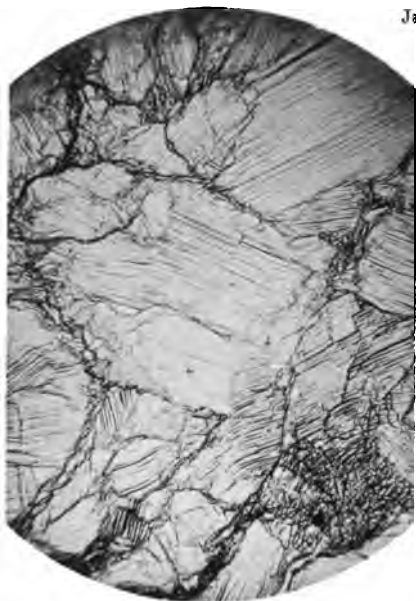


8.

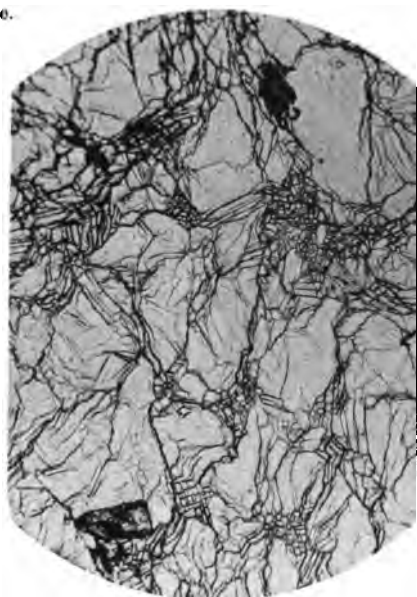
A. Bodmer-Beder.



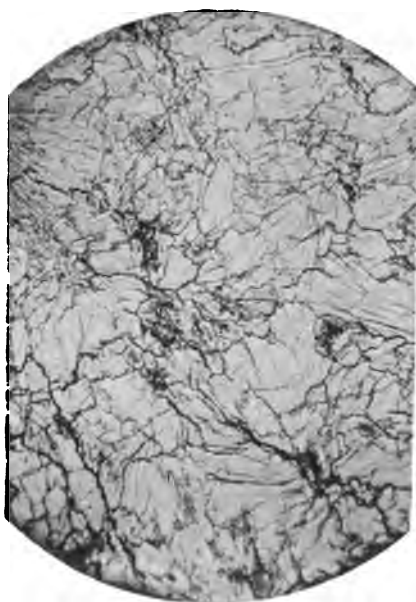
Jadeite.



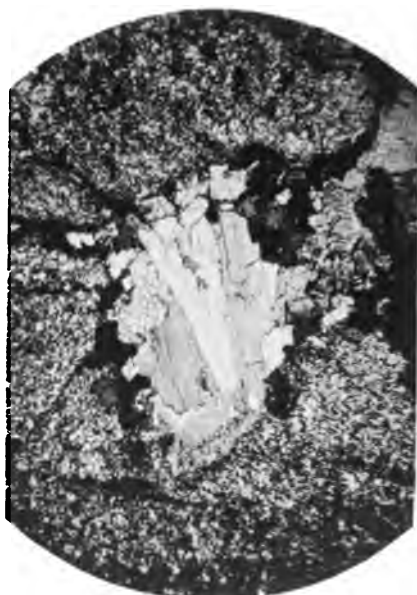
9.



10.



11.

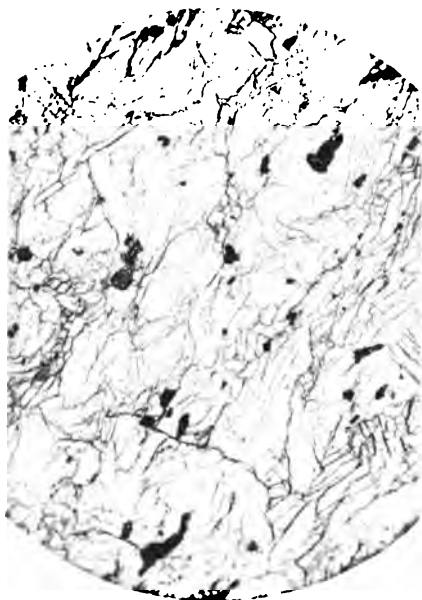


12.

A. Bodmer-Beder.



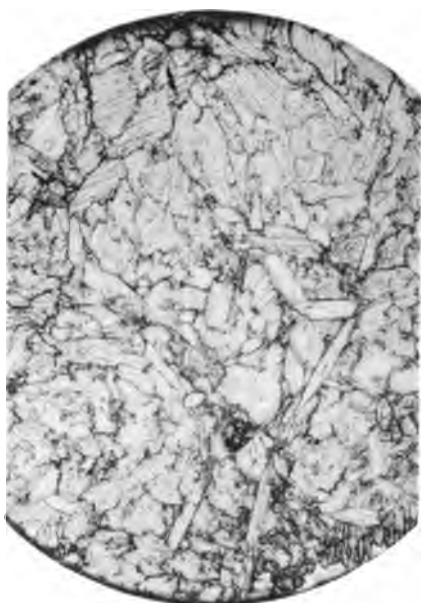
Chloromelanite.



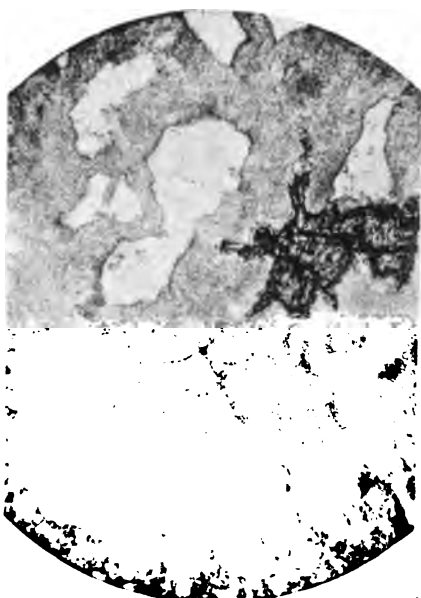
13.



14.



15.



16.

A. Bodmor-Beder.



### **Berichtigungen.**

Auf p. 211 ist hinter dem Worte **DATHE** am Schlusse des dritten Absatzes hinzuzufügen: (... Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst. 1896. **DATHE** ist zu einer wesentlich anderen Auffassung dieses Bebens gelangt als **LEONHARD** und **VOLZ**.)

Auf p. 211 vierte Zeile von unten muss es heissen: ... bei **Gleiwitz**, in **Niederschlesien** ...

Auf der **Taf. VIII** lies **Kempen** statt **Kempton**.

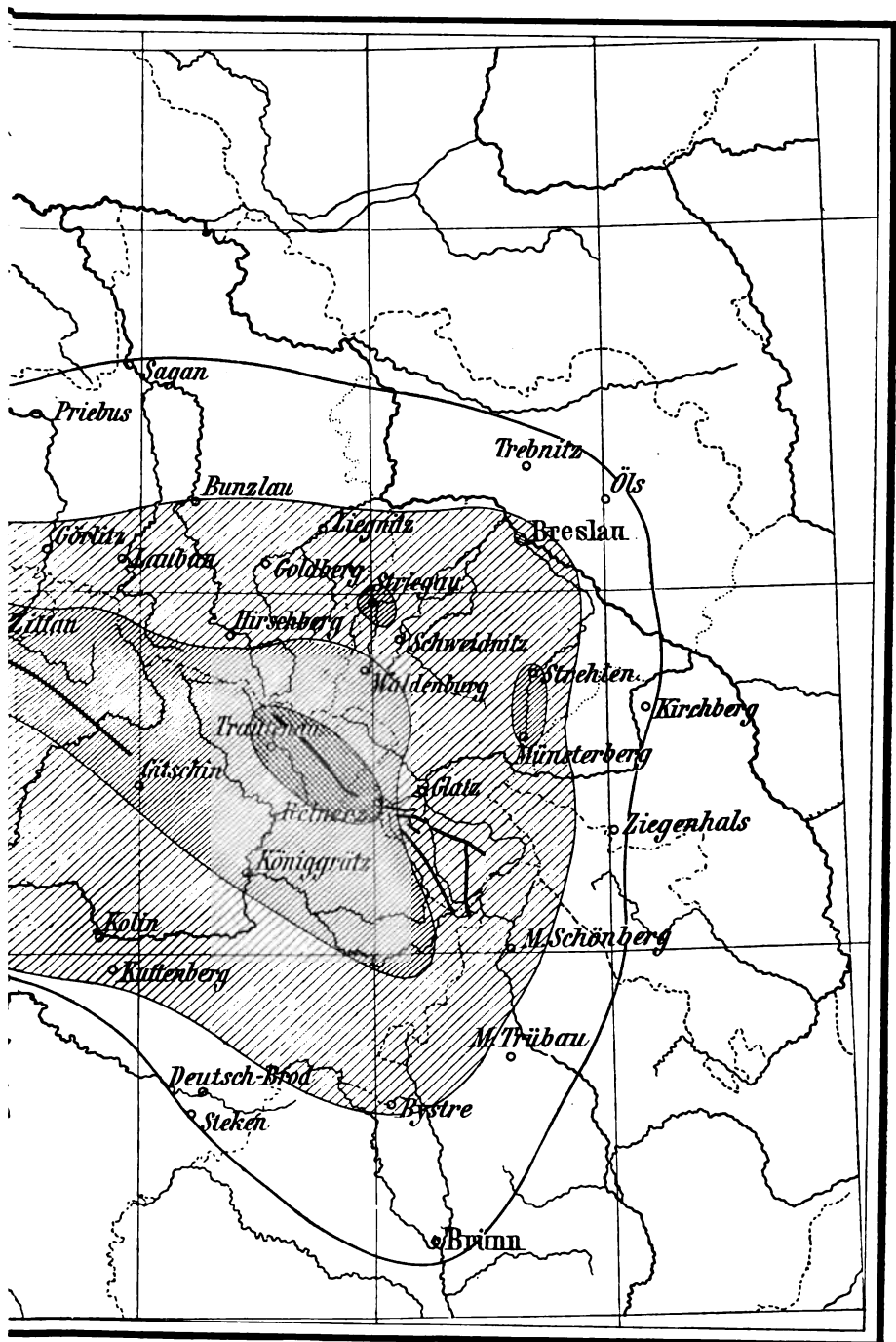
---





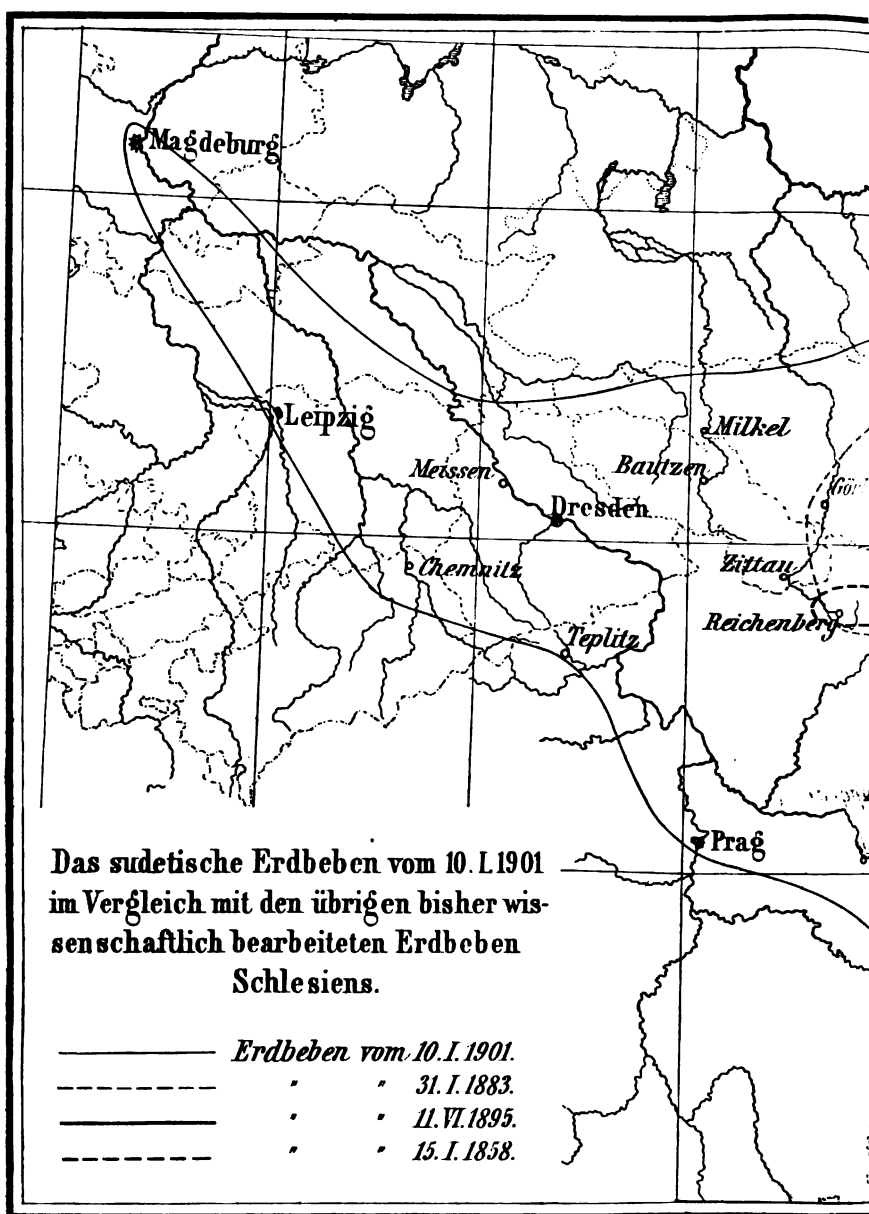


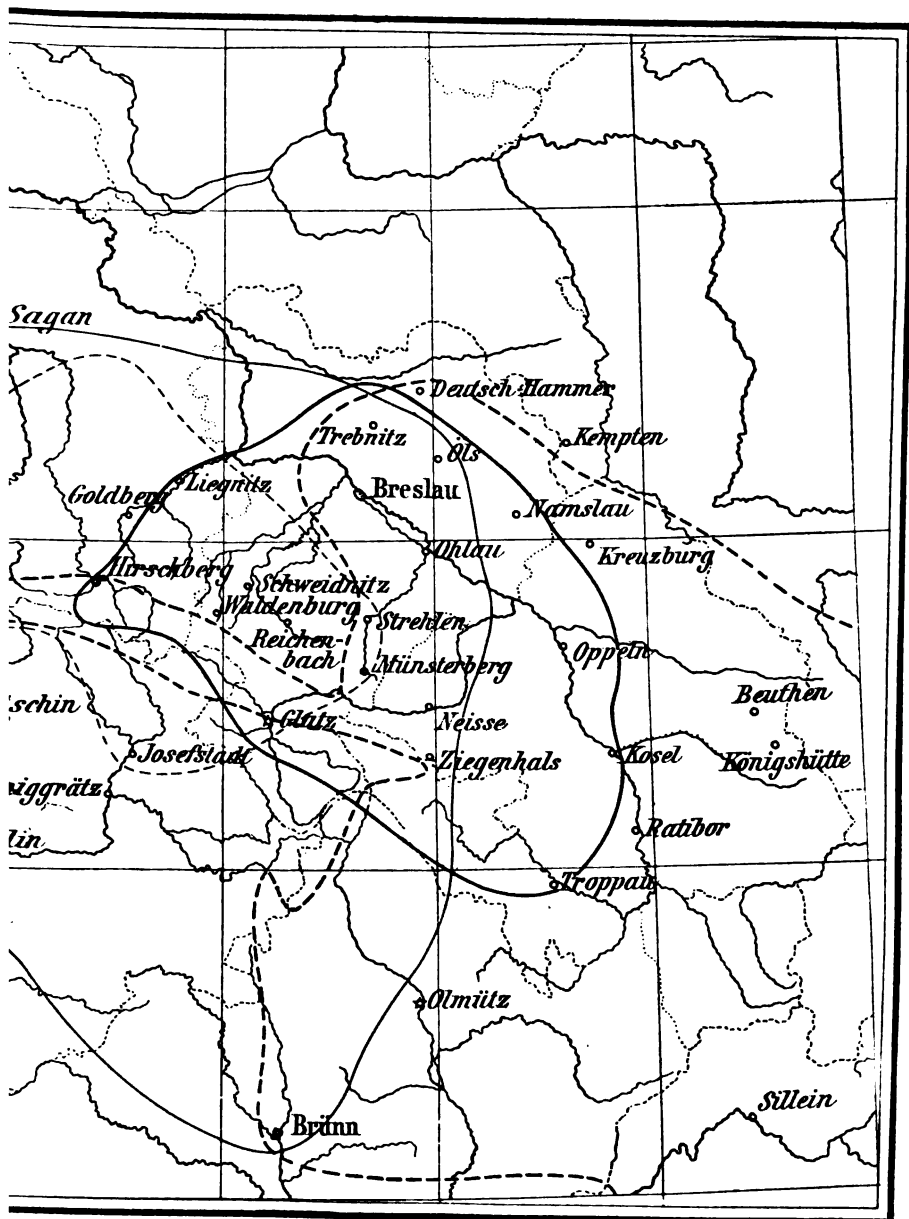
















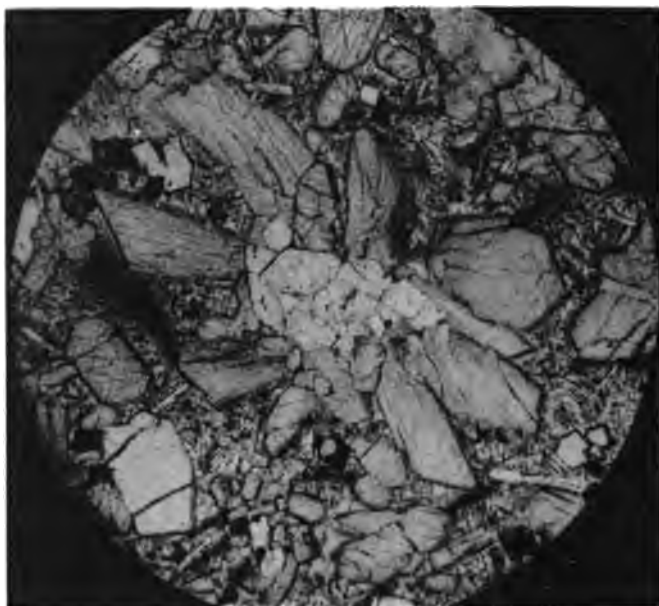


Fig. 1. Vergr. 64,8. Zu S. 259.

Olivin mit radial angeordneten Augiten umwachsen.  
Aus dem Basalt vom Hügelskopf.

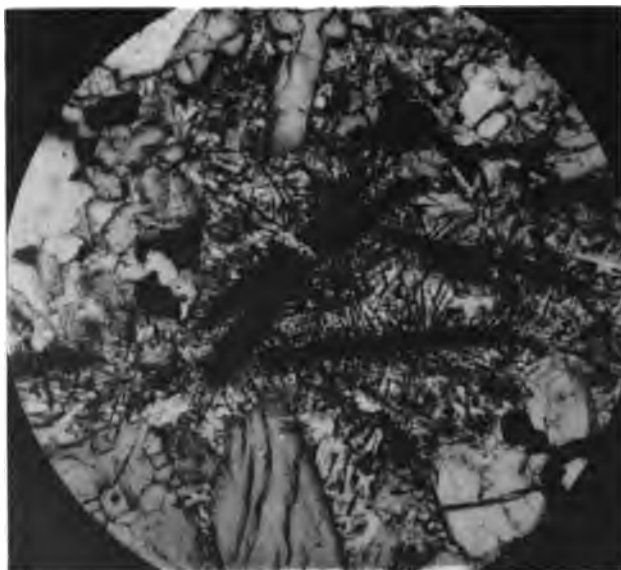


Fig. 2. Vergr. 103,2. Zu S. 260.

Tannenzweigähnliche Erzbildungen.  
Aus dem Basalt vom Hügelskopf.



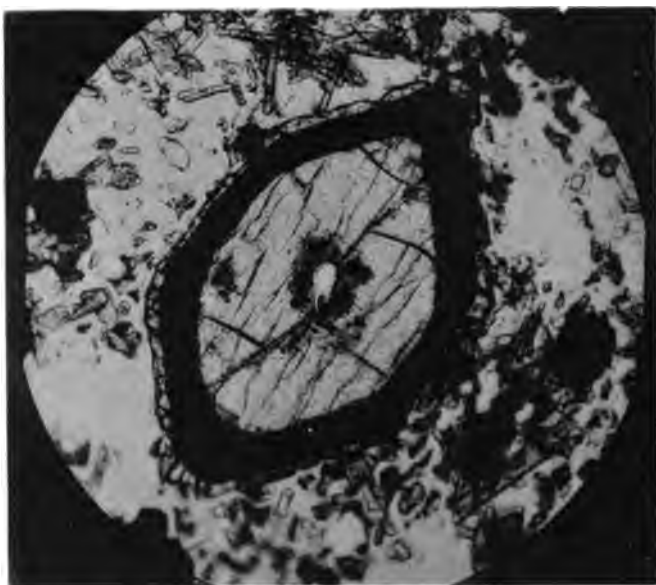


Fig. 3. Vergr. 102,4. Zu S. 268.

Olivin mit Zonarstruktur  
aus dem Basalt vom Nordwestabhang des Mosenberges.

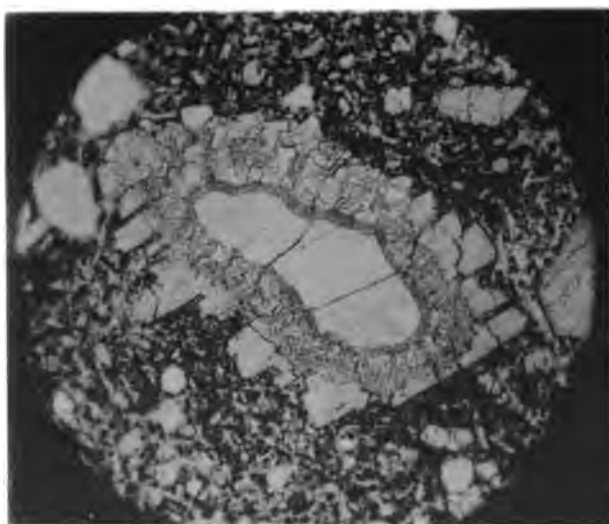


Fig. 4. Vergr. 52,4. Zu S. 270.

Rhombischer Augit mit orientiertem Zaun von monoklinem Augit  
aus dem Basalt vom Weinberg.

Digitized by Google



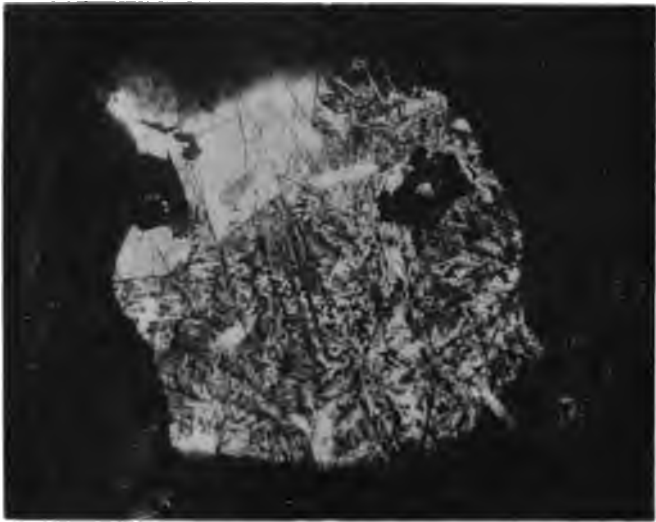


Fig. 5. Vergr. 19,6. Zu S. 288.

Skelettartiges Wachstum der Augite.

Basaltblock unbekannten Ursprungs vom Ostabhang der „Heide“  
nördlich vom Werrberg.



Fig. 6. Vergr. 55,2. Zu S. 288.

Augitskelette aus demselben Basalt, wie in Fig. 5,  
in stärkerer Vergrößerung.

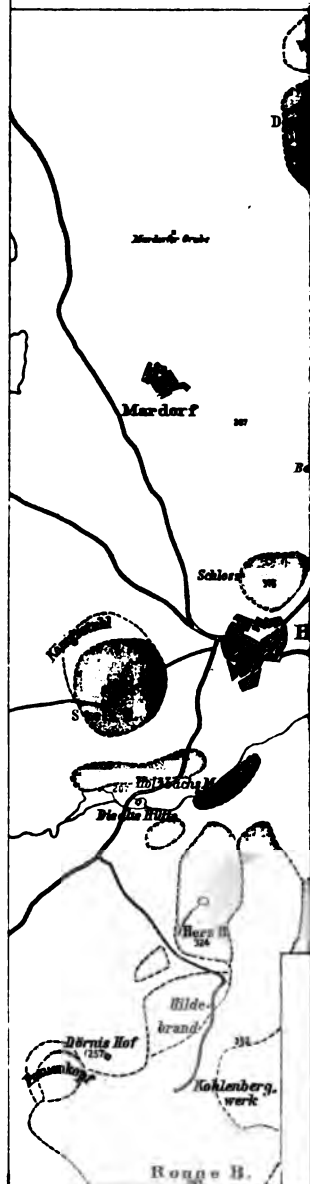








Übersicht  
der BASALTE der Umgegend  
Mafsstab



BMH Nachdruck, Stuttgart.



Klein Aletschhorn

WEST

Aletschhorn 4198 m

OST



Grünschieferkappe auf Granit am Aletschhorn

- 1 Granitzackenartig in die Schieferung einhängend.
- 2 Einklemmung der Schiefer im Granit
- 3 Heilere, discordant zur Granitgarne stehende Bänke.
- 4 Schließung der Schiefer am Granit.

Ba.



Grünhornlücke 2305<sup>m</sup>



Ba. del.

Granit in Grünschiefern bei der Grünhornlücke

Die Schiefer sind im Allgem. steil gestellt, bei 1 nach aufgelagert, bei 2 an den Granit angeschmiegt.



Granit



Grünschiefer



Baltschiederjoch

Bietschhorn 3953 m



Granit-  
Schiefer-  
Grenze  
rechts  
nördlich.

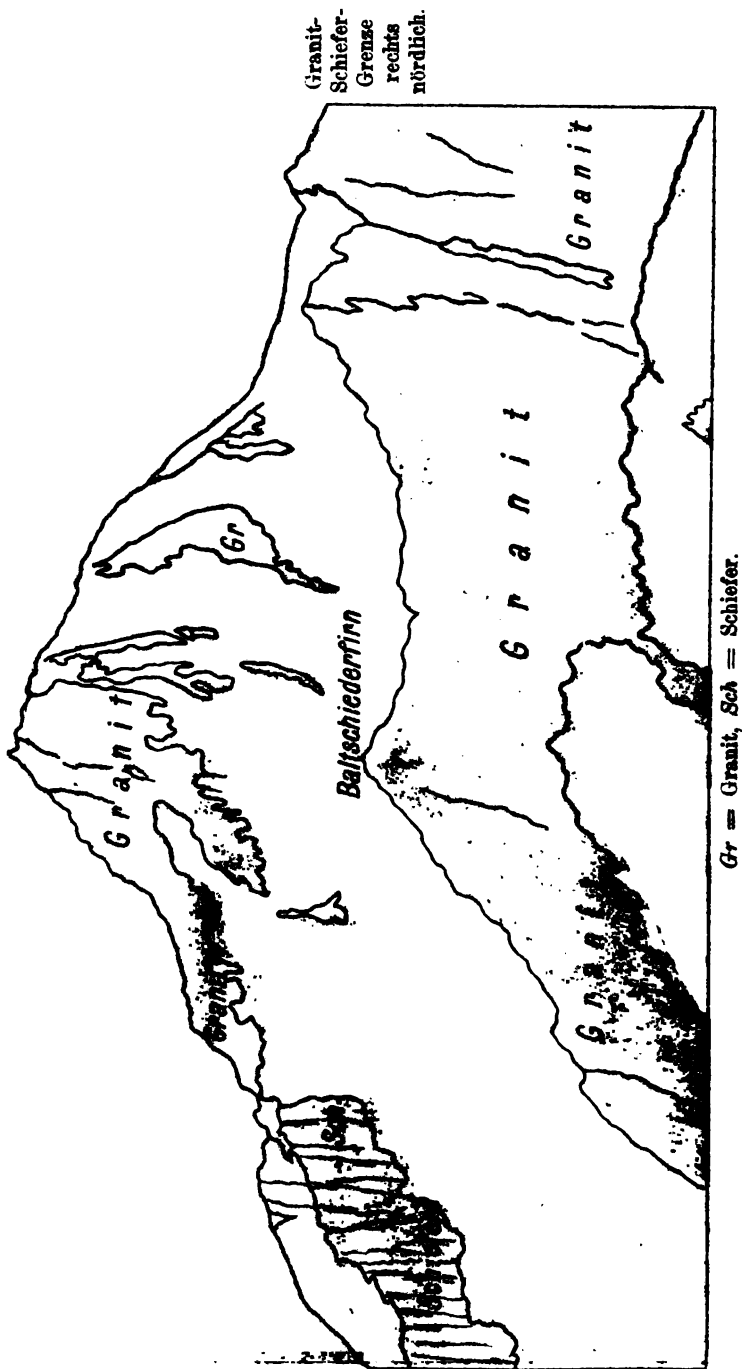
Gr = Granit, Sch = Schiefer.





Baltschiederjoch

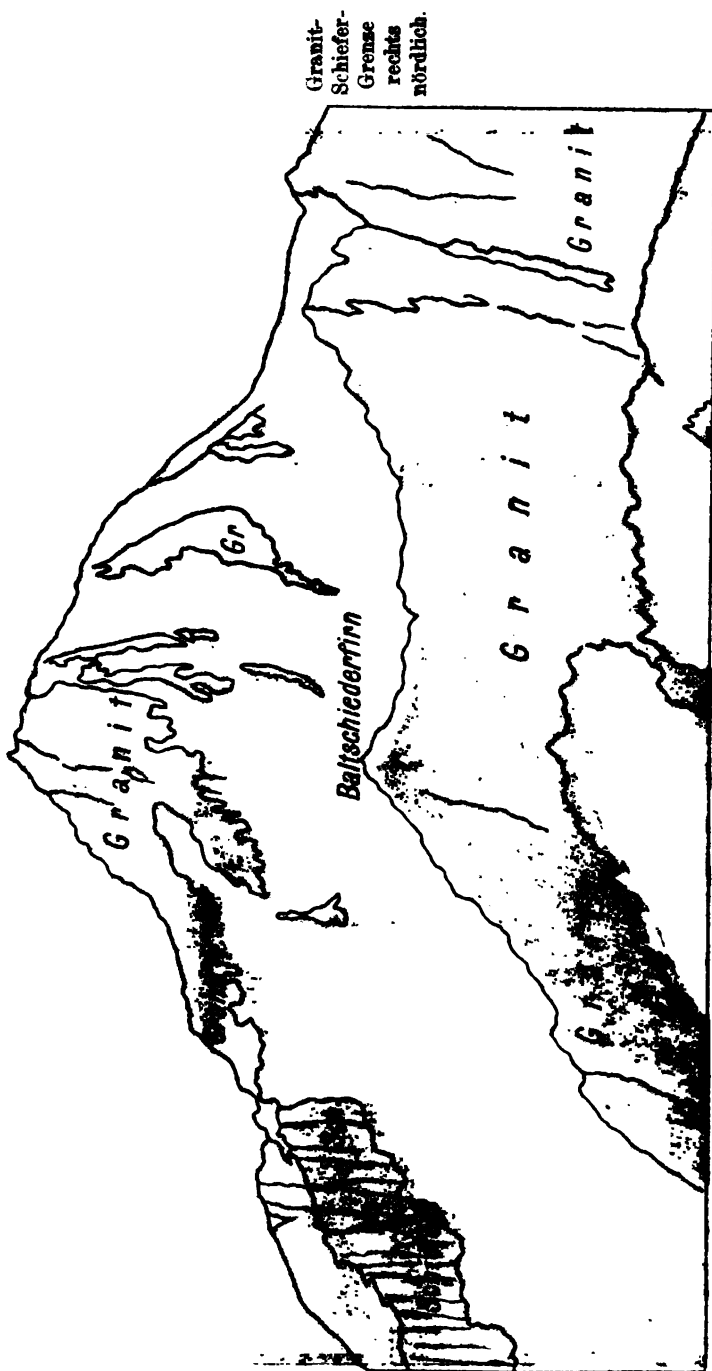
Blutschhorn 3953 m





Blutschorn 3958 m

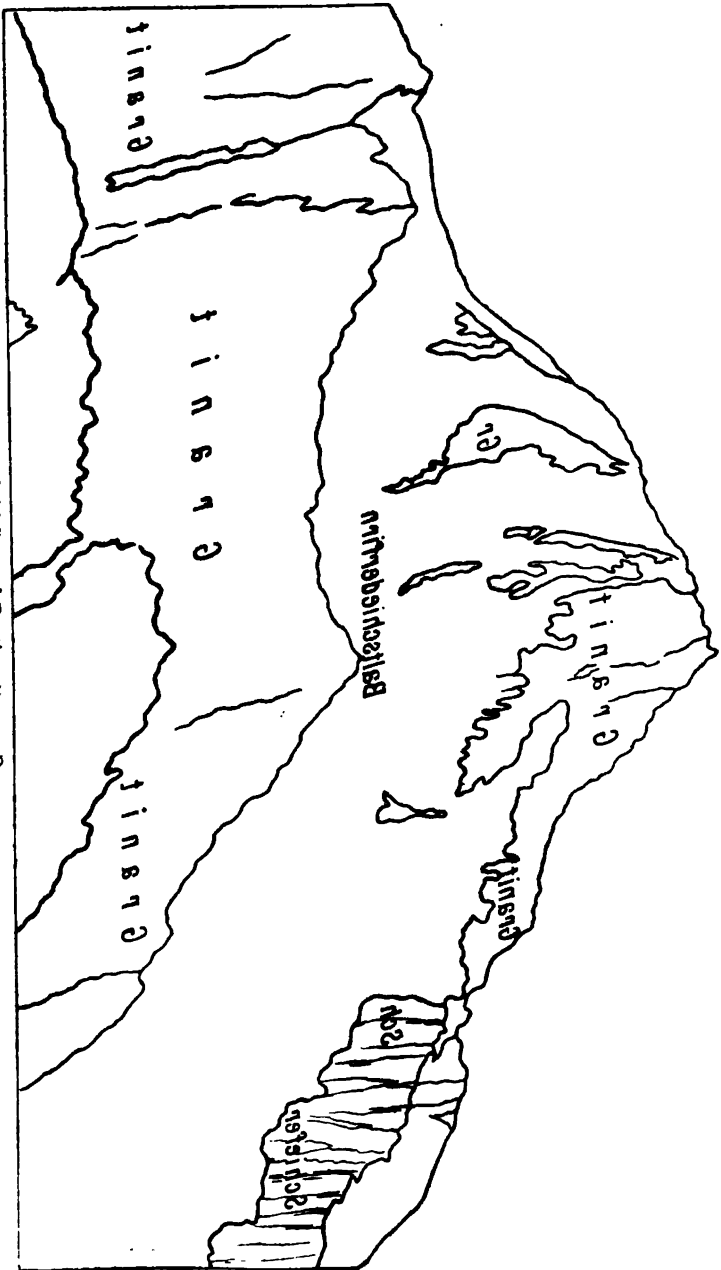
Baltschiederjoch



Gr = Granit, Sch = Schiefer.

BB 18219401

in  $\mathbb{R}^n$  and  $\mathbb{R}^m$  respectively, and  $\mathbf{A} \in \mathbb{R}^{m \times n}$  is a matrix.



-tingit)  
 -toſeidſe  
 grawe  
 1879  
 1879

$$. \text{reoid} \mathcal{C} = \text{obj}(\text{intri}) = \tau \mathcal{D}$$





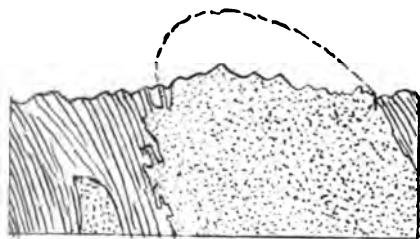


Fig. 1. Granit in Schiefer eingeschaltet, mit insseitig randlichen Apophysen und aplitischer Randfacies. Motiv: Siebengang, Mittagfuh.

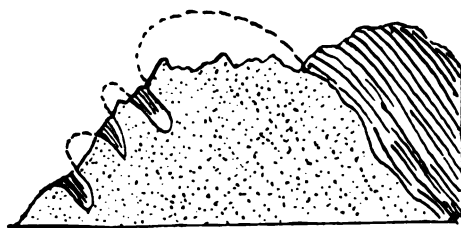


Fig. 2. Lakkolith mit regelmässiger Einlagerung von Schiefen. Motiv: Thierberg.

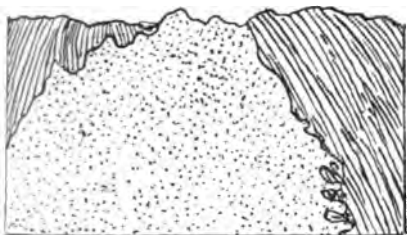


Fig. 3. Von Schiefen z. Th. bedeckter Lakkolith, rechts mit Contactmetamorphose. Grünhornlücke und Faulberg.



Fig. 4. Nach unten sich verbreiternder Lakkolith. Motiv: Bietschhorn (von Südwest).

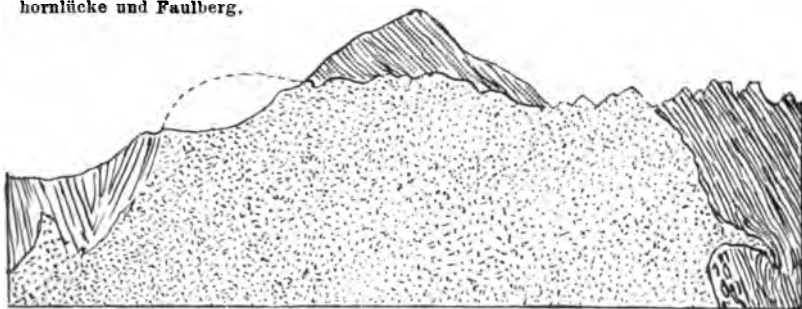
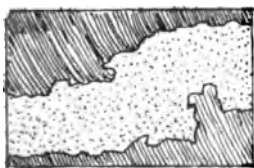


Fig. 5. Von Schiefen discordant bedeckter Lakkolith (Aletschhorn). Rechts Gang mit Contactmetamorphose (Roththorngang).



Durch Abtrag  
mehrweniger  
entblösster  
oberirdischer  
Theil

Unterirdisch

Fig. 6. Kleine, zackig-eckige Granitapophyse. Detail am Roththorngang.



Fig. 7c. Drittes Stadium.

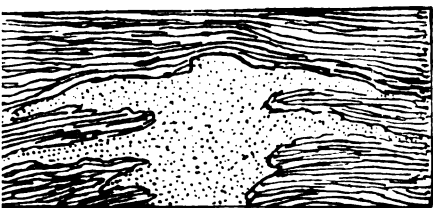


Fig. 7a. Erstes Stadium.

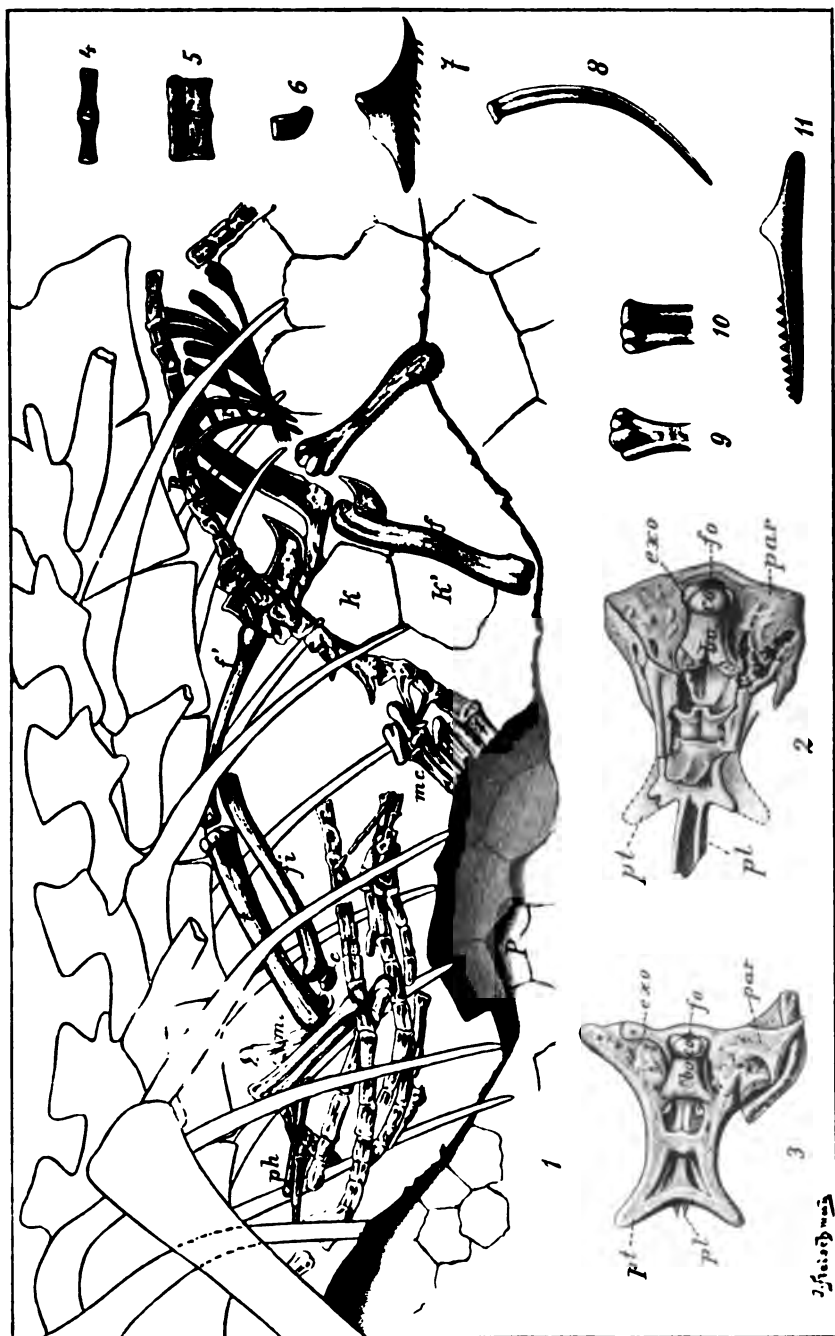


Fig. 7b. Zweites Stadium.

Fig. 7. Hypothetische Entwicklung eines gefalteten Lakkolithen in drei Stadien.

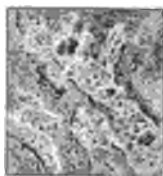






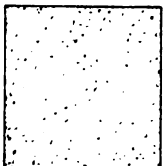




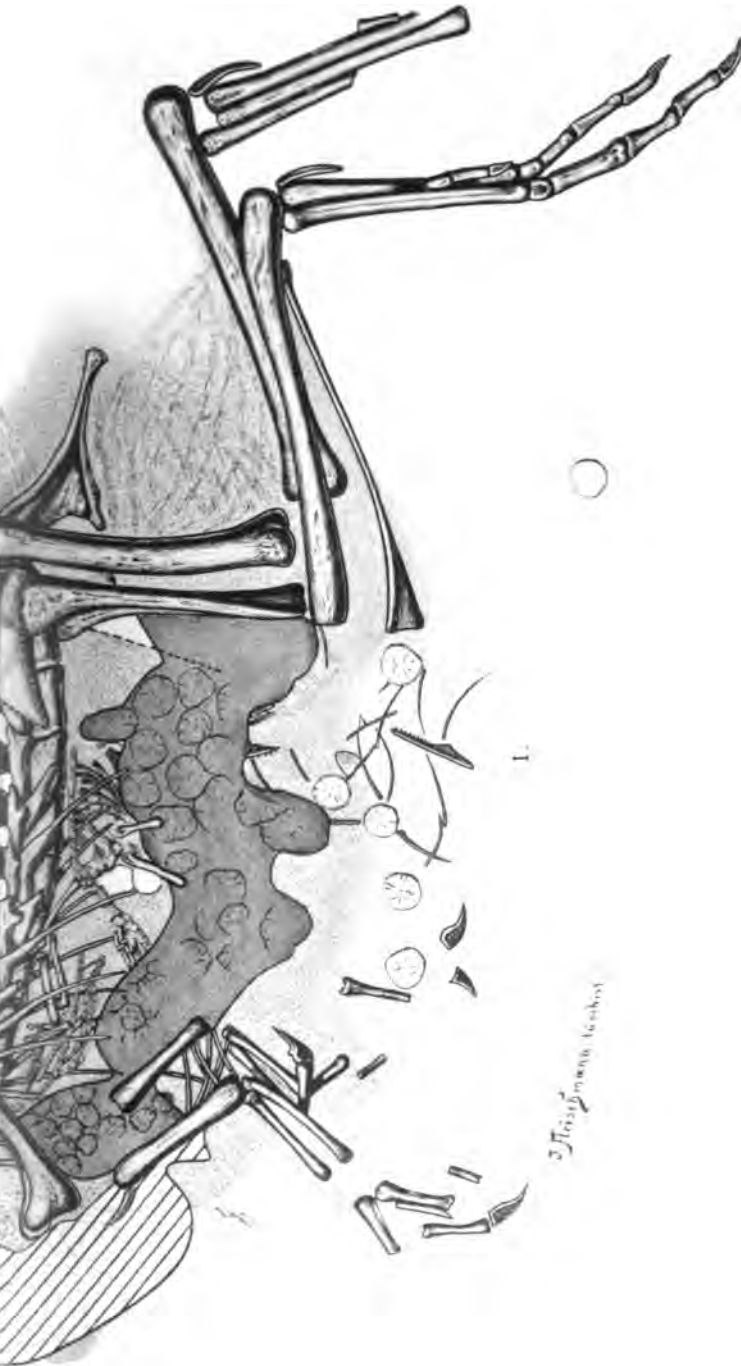


b.

2:



a.



I.

3. Neanderthal



In der E. Schweizerbart'schen Verlagshandlung (E. Nägeli)  
in Stuttgart ist ferner erschienen:

# PALAEONTOGRAPHICA.

Beiträge zur Naturgeschichte der Vorzeit.

Herausgegeben von

Professor Dr. **Karl A. v. Zittel** in München.

Bisher erschienen 49 Bände 4<sup>o</sup> im Umfange von je ca. 40 Bogen  
Text und 28 Tafeln.

Preis pro Band Mk. 60.—.

Die Abhandlungen sind auch einzeln zu haben. Im Nachstehenden  
führen wir eine Anzahl der in der letzten Zeit erschienenen Arbeiten an:

Lörenthey, E.: Die Pannonische Fauna von Budapest. 20 Bogen mit 13 Tafeln . . . . .	Preis Mk. 40.—.
Maas, O.: Über Medusen aus dem Solenhofer Schiefer und der unteren Kreide der Karpathen. 3 Bogen mit 2 Tafeln . . . . .	" " 8.—.
Fraas, E.: Die Meer-Crocodilier (Thalattosuchia) des oberen Jura unter specieller Berücksichtigung von Dacosaurus und Geosaurus. 9 Bogen mit 8 Tafeln . . . . .	" " 20.—.
Drevermann, Fr.: Die Fauna der Untercooblensschichten von Oberstadtfeld bei Daun in der Eifel. 6 Bogen mit 6 Tafeln . . . . .	" " 16.—.
Volz, W.: Proneusticosaurus, eine neue Sauropterygier- Gattung aus dem unteren Muschelkalk Ober- schlesiens. 5 Bogen mit 2 Tafeln . . . . .	" " 14.—.
Felix, Johs.: Studien über die korallenführenden Schichten der oberen Kreideformation in den Alpen und den Mediterrangebieten. Theil I: Die Anthozöen der Gosauschichten in den Ostalpen. 25 Bogen mit 9 Tafeln und 67 Textfiguren . . . . .	" " 30.—.
Wanner, Joh.: Die Fauna der obersten weissen Kreide der libyschen Wüste. 8 Bogen mit 7 Tafeln . . . . .	" " 24.—.
Quaas, Arth.: Beitrag zur Kenntniss der Fauna der obersten Kreidebildungen in der libyschen Wüste (Overwegi-Schichten und Blätterthone). 24 Bogen mit 14 Tafeln . . . . .	" " 36.—.

**Zittel und Haushofer.**

## Palaeontologische Wandtafeln.

Herausgegeben von

Geh. Rath Prof. Dr. **K. A. v. Zittel** und Dr. **K. Haushofer.**

Tafel 1—73 (Schluss).

Inhalts- und Preisverzeichnisse stehen zu Diensten.

## Inhalt des dritten Heftes.

	Seite
Mügge, O.: Die regelmässigen Verwachsungen von Mineralen verschiedener Art. (Mit 82 Figuren.)	335
Nopcsa jun., F. v.: Neues über Compsognathus. (Mit Taf. XVII. XVIII und 4 Figuren.)	476
Linck, G.: Die Bildung der Oolithe und Rogensteine	495

In der **H. Schweizerbart'schen** Verlags-handlung (**H. Nägele**) in **Stuttgart** ist ferner erschienen:

# Lethaea geognostica

oder

## Beschreibung und Abbildung

der

**für die Gebirgsformation bezeichnendsten Versteinerungen.**

Herausgegeben von einer Vereinigung von Palaeontologen.

### I. Theil: **Lethaea palaeozoica**

von

**Ferd. Roemer**, fortgesetzt von **Fritz Frech**.

Textband I. Mit 226 Figuren und 2 Tafeln. gr. 8°. 1880. 1897. (IV. 688 S.) Preis Mk. 38.—.

Textband II. 1. Liefg. Mit 31 Figuren, 13 Tafeln und 3 Karten. gr. 8°. 1897. (256 S.) Preis Mk. 24.—.

Textband II. 2. Liefg. Mit 99 Figuren, 9 Tafeln und 3 Karten. gr. 8°. 1899. (177 S.) Preis Mk. 24.—.

Textband II. 3. Liefg. Mit 13 Tafeln und 235 Figuren. gr. 8°. 1901. (144 S.) Preis Mk. 24.—.

Textband II. 4. Liefg. Mit 186 Figuren. gr. 8°. 1902. (210 S. und viele Nachträge.) Preis Mk. 28.—.

Atlas. Mit 62 Tafeln. gr. 8°. 1876. Cart. Preis Mk. 28.—.

Demnächst erscheint:

### II. Theil: **Lethaea mesozoica**.

Lieferung 1: Die Trias. Bearbeitet von F. Frech und E. Philippi, mit zahlreichen Abbildungen, Texttafeln, Tabellen und 8 Lichtdrucktafeln. (105 S.)

# Schwabens 125 Vulcan-Embryonen

und deren tuffgefüllte Ausbruchsröhren,  
das grösste Gebiet ehemaliger Maare auf der Erde.

Von **W. Branco**.

gr. 8°. 1894. Mit 2 geol. Karten und 115 Abbildungen.

Preis Mk. 12.—.

Verlag von E. Schweizerbart (E. Nägele) in Stuttgart, Marienstrasse 31.

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









1000