

Geognostische Jahreshefte.

Neunundzwanzigster und dreißigster Jahrgang
1916/1917.

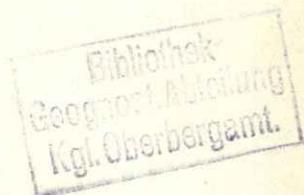


Herausgegeben

im Auftrage des Bayerischen Staatsministeriums für Handel, Industrie
und Gewerbe

von

der Geognostischen Abteilung des Bayerischen Oberbergamtes
in München.



München.

Verlag von Piloty & Loehle.

1919.

Geognostische
Jahreshefte
Bücherei
Geol. Landesm.
Joh.

Übersicht des Inhaltes.

	Seite	
Dr. Werner Koehne: Die Wiedergabe von Bodenprofilen in Naturfarben	1—6	✓ 16
Mit 2 Farbentafeln und 2 Textfiguren.		
Dr. Otto M. Reis: Über Blasenentstehung in Gesteinen und über Achatbildung. (Mit einem Anhang: Über Baryt in Achatmandeln, über Kalzitachat und Enhydros)	7—44	✓ 11
Mit 6 Abbildungen und 1 Beilage.		
Dr. Otto M. Reis: Über die Vorkommen von Asphalt in Mineralgängen und Eruptivgesteinen der Rheinpfalz. (Mit einem Überblick über die permische Mineral- und Erzverteilung und ihre Ursachen) . . .	45—80	✓ 11
Mit 2 Abbildungen.		
Dr. Otto M. Reis: Einzelheiten über Bau und Entstehung von Enhydros, Kalzitachat und Achat. I. Teil	81—298	✓ 12
Mit 50 Abbildungen und 4 Tafeln.		
F. Broili: <i>Ctenochasma gracile</i> Oppel	299—306	12
Mit 6 Abbildungen auf Tafel VII.		
H. Laubmann: Über einige Kalksilikatfelse des Oberpfälzer Waldes . .	307—313	12
Dr. Ludwig v. Ammon: Über Seeigel mit erhaltener Stachelbewaffnung aus dem Juraplattenkalk	315—319	12
Mit 3 Textbildern.		
Kleinere vermischte Mitteilungen.		
O. Schlagintweit: Über fossilführende rhätische Mergel am Hochkalter. (Mit einem Textbild)	321—323	13
Dr. Matthäus Schuster: Ergebnisse von Beobachtungen über die Entwicklung und Verbreitung der Quaderkalke im Oberen Hauptmuschelkalk von Unterfranken . . .	324—326	13
Dr. Otto M. Reis: Über neue alpin-geologische Aufschlüsse und tektonische Folgerungen	327—329	13
Tätigkeitsbericht über die Arbeiten der Geologischen Landesuntersuchung in der Geognost. Abteilung des Oberbergamts in den Jahren 1914 bis 1917	330—332	✓
Landesgeologe ADOLF SCHWAGER †	333—336	✓

Die Wiedergabe von Bodenprofilen in Naturfarben.

Von

Dr. Werner Koehne.

(Mit 2 Farbentafeln und 2 Textfiguren.)

Es ist bekannt, welche ungemein wichtige Rolle die Färbung für die Beurteilung eines Bodens spielt. Können doch geringfügige Änderungen der chemischen Zusammensetzung bereits augenfällige Farbenunterschiede hervorrufen. Zum Ziehen allgemeinerer Schlüsse aus den mühsamen chemischen Bodenanalysen ist daher sorgfältige Berücksichtigung der Färbung unerlässlich.

Nicht minder wichtig ist die Färbung, wenn es gilt den Laien mit den Ergebnissen der Bodenkartierung bekannt zu machen. Ohne Kenntnis der Farben wird er bei der Beschreibung eines Bodens nur leere Worte hören, mit denen er eine reale Vorstellung nicht zu verknüpfen vermag.

Wenn trotzdem die Angabe der Färbung in der Literatur nicht in wünschenswertem Maße stattgefunden hat, so liegt das daran, daß sie auf die größten Schwierigkeiten stößt. Die Böden haben nicht reine, sondern gemischte Farben, deren Beschreibung dem subjektivem Empfinden des Einzelnen sehr weiten Spielraum läßt. Kaum zwei Personen werden die Farben eines Bodenprofils mit den gleichen Worten angeben; der Leser wird mit den Worten eines anderen kaum einen ausreichenden Begriff verbinden können.¹⁾

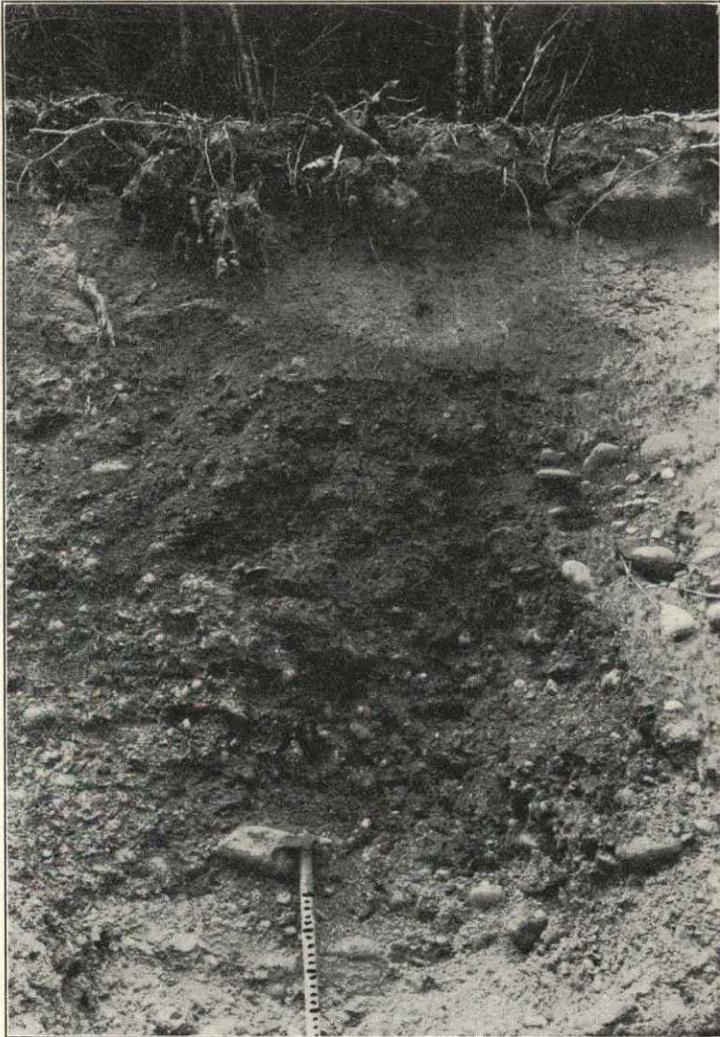
Die außerordentlich augenfälligen und bedeutungsvollen Farbunterschiede, welche die Bodenzonen in meinem oberbayerischen Aufnahmegebiet zeigten, veranlaßten mich der Frage näherzutreten, wie man diese Farben am zweckmäßigsten unmittelbar veranschaulichen kann. Hierzu stehen uns zwei Wege offen: 1. die Aufstellung von Bodenprofilen, 2. die Reproduktion in Naturfarben.

A. Die Aufstellung von Bodenprofilen.

Das gewöhnliche Verfahren, Bodenproben in Sammlungen aufzustellen, hat den Nachteil, daß mit dem Austrocknen, sowie mit dem Verreiben der Bodenteilchen beim Transport eine Veränderung der Farbe Hand in Hand geht, so daß derjenige, welcher gewöhnt ist, die Böden draußen in frischem Zustande zu sehen, sie kaum wiedererkennen wird, besonders wenn es sich um Untergrundsproben handelt, die in der Natur immer frisch bleiben. Es war daher erwünscht, in größerem Maßstabe Versuche mit naturfeuchten Bodenprofilen in luftdicht verschlossenen Gläsern

¹⁾ Eine durch treffliche naturfarbige Bodenbilder gestützte Beschreibung der Farbe finnischer Böden gibt FROSTERUS (FROSTERUS und GLINKA, Zur Frage nach der Einteilung der Böden in Nordwest-Europas Moränengebieten. Helsingfors 1914).

zu machen. Die Möglichkeit hierzu bot sich infolge des Wunsches Sr. Erlaucht des Grafen TÖRRING, von einigen seiner Besitzungen Bodenprofile zu Demonstrationszwecken zu besitzen. Es wurde hierzu eine große Anzahl runder Gläser von 60 cm Höhe und 10 cm lichter Weite angeschafft und aus landwirtschaftlich genutzten Flächen 24, aus Forsten 55 Profile eingefüllt und luftdicht verschlossen, so daß es möglich war, alle Vorzüge und Nachteile des Verfahrens eingehend zu studieren.



W. KOEHNE phot. 1915.

Fig. 1.

Bodenprofil der Ampfinger Stufe bei Kraiburg (Blatt Ampfing). Unten neben dem in Centimeter eingeteilten Hammerstiele Niederterrassenschotter der Würmeiszeit. Die rotbraune Zone erscheint im Bilde sehr dunkel. (Vgl. Tafel 2 Fig. 1.)

Die Profile wurden in $\frac{1}{2}$ der natürlichen Höhe zusammengesetzt und reichten so bis zur Tiefe von 1,10 m, was sich als vollkommen ausreichend erwies, um das Verwitterungsprofil zu demonstrieren. Sie besitzen den Vorzug, daß sie die Farben der Boden-zonen gleichzeitig mit deren relativer Stärke vollkommen naturwahr wiedergeben und an der Wand des Glases bei guter Beleuchtung oft noch besser

beobachten lassen, als es draußen in einem Einschlag möglich ist. Die Profile aus den Forsten halten sich tadellos; bei denjenigen aus den Äckern treten gern grüne Algen auf, besonders wenn der luftdichte Verschluss nicht unmittelbar nach dem Einfüllen vorgenommen worden ist. Leider haften dem Verfahren auch Mängel an. So legen sich die feineren Teilchen mehr als die gröberen an die Glaswand an, aus einem sandigen Kies muß man den größten Teil des Sandes entfernen, damit auch die Gerölle im richtigen Maße sichtbar bleiben; aus einem lehmigen Sand schmierern sich die lehmigen Teilchen an die Glaswand hin und verdecken die Sandkörner. Am besten werden schwere Böden sichtbar. Mit der Einfüllung und dem Transport der Gläser ist, auch wenn man einen geschickten Arbeiter zur Hand hat, ein sehr großer Zeitverlust verbunden. Die Aufstellung der Gläser mit richtiger Beleuchtung erfordert besondere Räume und muß daher immer auf eine geringere Zahl von Profilen beschränkt bleiben. Bei landwirtschaftlichen Grundstücken treten die Unterschiede infolge der ausgleichenden Wirkung von Bearbeitung und Düngung nicht so grell hervor wie bei forstwirtschaftlichen. Man wird sich daher hier zweckmäßig auf eine geringe Zahl von Gläsern zur Veranschaulichung der schroffsten Unterschiede im Untergrund, wie des Gegensatzes von weißen Kalkbänken gegen schwarze humose Schichten, von durchlässigem Kies gegen fetten Ton etc. beschränken. Für größere Forstverwaltungen sowie forstliche Lehranstalten aller Art ist das Verfahren sehr zu empfehlen, zumal man bei den Forstleuten mehr Interesse für derartige Ausstellungen im allgemeinen wird erwarten können als bei den Landwirten.

Das Verfahren ist nützlich, bleibt aber durch die Unhandlichkeit der Gläser etc. beschränkt und ist nicht ausreichend.

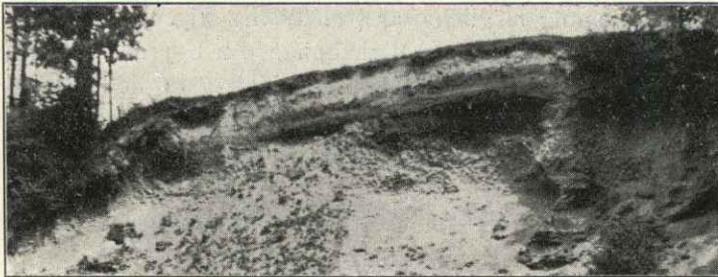


Fig. 2.

W. KOEHNE phot. 1915.

Mangels eines Standpunktes aus größerer Entfernung aufgenommenes Bodenprofil über Hochterrassenschotter. Der rotbraune Lehm Kies erscheint im Bilde sehr dunkel. (Vgl. Tafel 2 Fig. 4.)

B. Die Reproduktion der Farben.

Wegen der Unhandlichkeit der Bodenproben ging ich dazu über, zunächst für mich selbst zum bequemen Vergleich einer größeren Anzahl von Bodenprofilen diese mit Aquarellfarben darzustellen. Ich fand, daß es auch ohne besondere malerische Kunstfertigkeit möglich ist, mit geringem Zeitaufwand eine ausreichende Naturtreue zu erzielen und so wertvolles Vergleichs- und Lehrmaterial herzustellen. Ich erhielt daraufhin von der vorgesetzten Stelle den Auftrag, bei Gelegenheit von Ergänzungsbegehungen für die Erläuterungen aufgenommener Blätter versuchsweise eine Anzahl von Bodenprofilen zu aquarellieren und möchte hier kurz über die dabei gemachten Erfahrungen berichten. Eine Wiedergabe in natürlicher Größe

ist wegen der Unhandlichkeit des Formates nicht zu empfehlen; für Wandtafeln zum Aufhängen in Sammlungen und bei Vorträgen reicht der Maßstab 1:2 vollkommen aus. Für Illustrationen zum Handgebrauch empfiehlt sich der Maßstab 1:10, den man zur Publikation auf $\frac{1}{20}$ verkleinern kann (Tafel 1 Fig. 1—14, Tafel 2 Fig. 1—3). Will man sich nicht auf das Verwitterungsprofil einer kleinen Stelle beschränken, sondern auch mehr vom stratigraphischen Standpunkt aus interessante Erscheinungen einbeziehen, so nimmt man zweckmäßig den Maßstab 1:25, welcher es ermöglicht, kleine Aufschlüsse in Kiesgruben etc. auf handlichen Blättern einzutragen und dabei Einzelheiten, wie z. B. einzelne Gerölle, noch gut wiederzugeben. (In Tafel 2 auf 1:100 reduziert. Fig. 4—9.)

Naturgemäß hat der trockene Boden eine andere Farbe als der frische; man wird daher angeben, ob der Boden trocken oder frisch war; vorteilhaft ist es, wenn man beide Zustände in einem Bilde festhalten kann (z. B. Fig. 1 auf Tafel 2).

Ziemlich bedeutend macht sich auch der Umstand geltend, daß der Boden, wenn man ihn zwischen den Fingern zerreibt, also seine Krümelstruktur zerstört, manchmal eine wesentlich andere Farbe zeigt, als wenn man größere Stücke auseinanderbricht und die natürlichen Ablösungsflächen betrachtet. Zum Beispiel trat im letzteren Falle ein schwach rötlicher Ton nicht in die Erscheinung, den der Boden im zerriebenen Zustand aufweist (Tafel 1 Fig. 6). Man kann daher beim Bohren, wo man es mit verriebenem Boden zu tun hat, zuweilen etwas andere Farbtöne notieren, als bei der Betrachtung eines Aufschlusses. Um einen Vergleich zwischen der aquarellistischen Wiedergabe und der photographischen zu ermöglichen, wurden noch zwei Photographien beigegeben. Fig. 1 zeigt das auf Tafel 2 in Fig. 1 dargestellte Bodenprofil aus nächster Nähe photographiert. Fig. 2 zeigt ein geologisches Profil, dessen photographische Aufnahme mangels eines Standpunktes nur aus großer Entfernung möglich war (vgl. Tafel 2 Fig. 4).

Die geologisch-bodenkundlichen Verhältnisse der Gegenden, aus welchen die hier reproduzierten Profile stammen, sind geschildert in den Erläuterungen zu Blatt Ampfing (besonders S. 35), Blatt Pasing und in: „W. KOEHNE, Eine Verwerfung und andere bemerkenswerte Erscheinungen im Niederterrassenschotter bei Pasing“ (Geogn. Jahresh. XXVIII, 1915, S. 169).

Kleine Abweichungen von den natürlichen Farbtönen ließen sich bei der Wiedergabe im Vierfarbendruck nicht ganz vermeiden.

Erklärung zu Tafel 1.

Profile aus der Pasinger Gegend.

(Fig. 1—14 im Maßstab 1 : 20, Fig. 15 in 1 : 50.)

- Fig. 1—5. Moorferner Bodentypus der Niederterrasse. — Fig. 1—4. Profile aus dem Walde. — Fig. 5. Wiesenboden, hier ist die rotbraune Zone größtenteils durch die Bearbeitung und Düngung des Bodens zerstört worden.
- Fig. 6. An der Grenze vom moorfernen zum moornahen Bodentypus der Niederterrasse. Ackerboden. Die Farbe des frisch abgestochenen Bodens erscheint dunkelbraungrau, zerreibt man ihn zwischen den Fingern, so erscheint eine andere hellere Farbe mit einem Stich ins rötliche. Der trockene Boden ist noch heller.
- Fig. 7—8. Moornaher Bodentypus der Niederterrasse. Ackerböden. — Der Farbenton der Krume erscheint auf dem Bilde zu rötlich.
- Fig. 9—11. Böden auf dem Würmtalkies (Ackerböden). — Fig. 11. Sandreicher kiesiger Lehmboden 10 cm, darunter Kies mit Zwischenmittel von braunem kalkreichem kiesigem Sandboden, darunter Kies.
- Fig. 12. Podsol-artiger Waldboden (Bleicherde) auf dem das Tertiär bedeckenden Lößlehm.
- Fig. 13. Lößprofil (Ackerland). Oben Ackerkrume, darunter gelbbrauner Lehm, darunter Löß, teils gelbbraun, teils grau (die graue Zone sieht im Bilde zu stark punktiert aus). Unten kalkfreie Lehme, zum Teil braunrot und mit Steinen gespickt.
- Fig. 14. Verwitterungstrichter im Kies der Hochterrasse, Ackerland.
- Fig. 15. (Maßstab 1 : 50) Ackerland. Moorferner Bodentypus der Niederterrasse. Graubrauner sandreicher, etwas kiesiger Lehmboden mit etwas poröser Struktur, wird nach unten zu bräunlich und liegt auf rotbraunem kiesreichem, sandreichem Lehm, der zapfenförmig in den Kies hinabgreift.

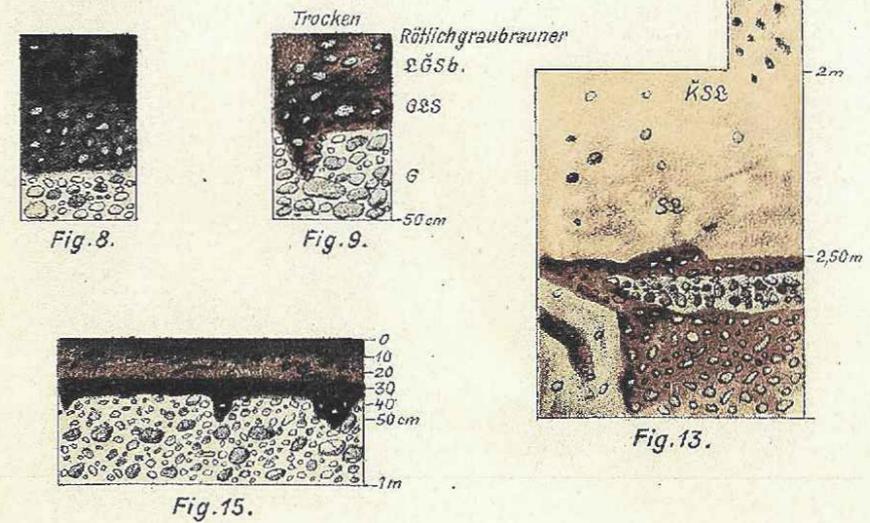
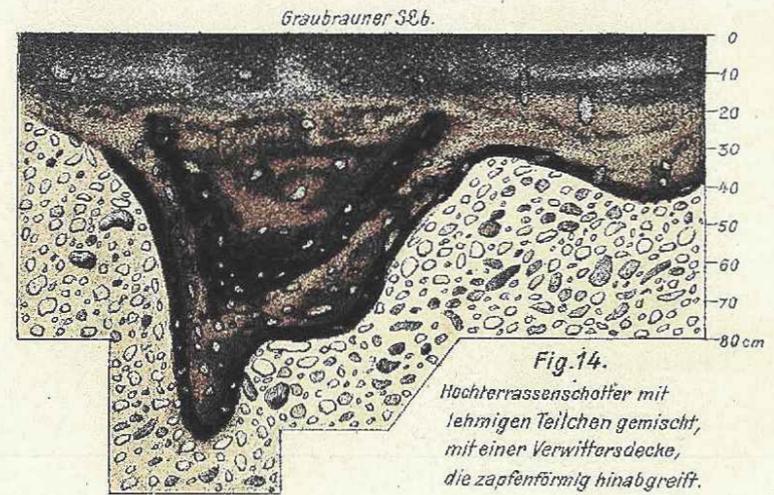
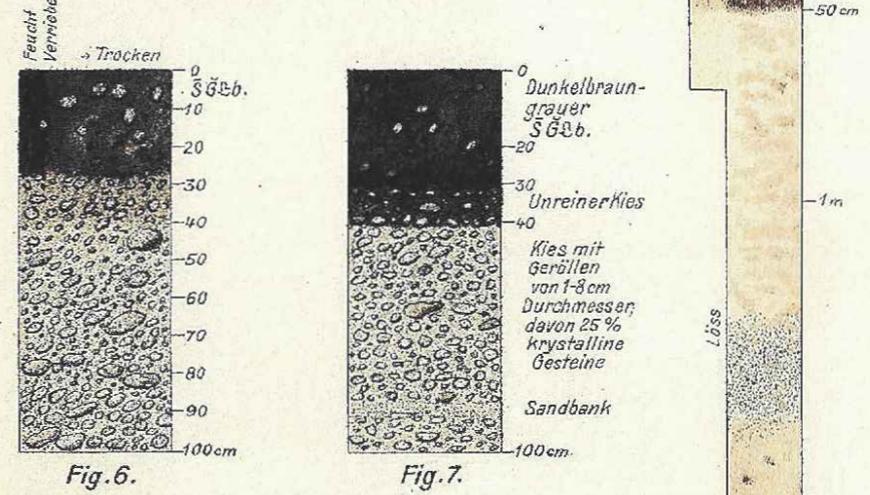
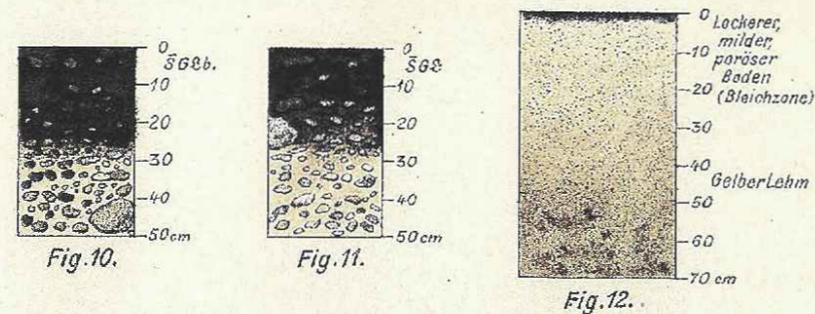
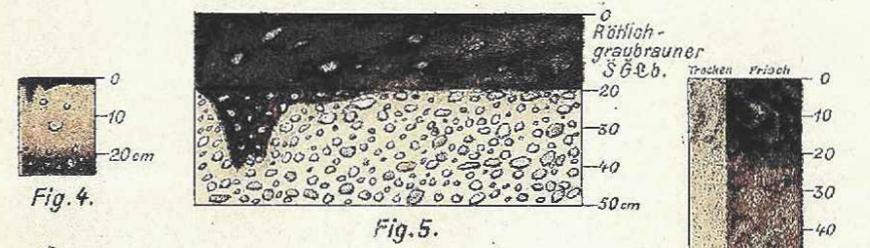
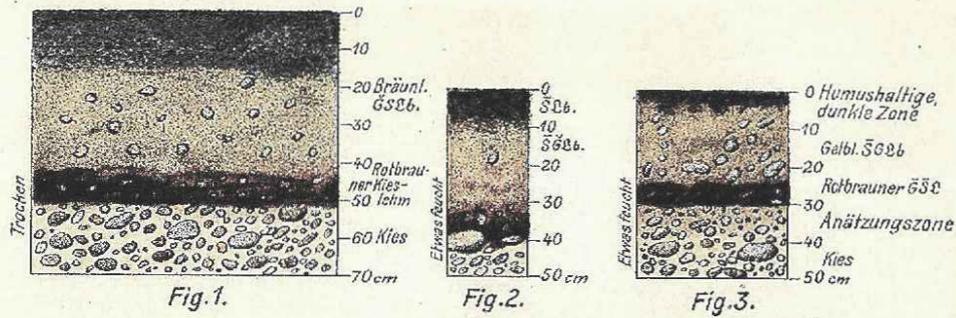
Erklärung zu Tafel 2.

Profile aus der Mühldorfer Gegend.

- Fig. 1. Typische Bodendecke der Ampfinger Stufe im Walde (500 m nordwestlich vom Bahnhof Kraiburg, Blatt Ampfing). Oben schwache Humusdecke, Bleichzone nicht erkennbar, Ortzone (jüngste Illuvialzone) schwach angedeutet, gelbliche Zone arm an Steinen, darunter rotbraune Zone, darunter Kies. Maßstab 1 : 20. Vergleiche die photographische Wiedergabe Fig. 1.
- Fig. 2. „Krankes“ Bodenprofil der Ampfinger Stufe im Forst (Bromberg bei Zarnham, Blatt Gars). Starke Decke von Rohhumus, die Bleichzone ist deutlich ausgeprägt, ebenso die Ortzone. Sie bildet die jüngste Illuvialzone, während der rote Kieslehm im Vergleich dazu als ältere Illuvialzone anzusprechen ist. (Nach trockenen Bodenproben gemalt.) Maßstab 1 : 20.
- Fig. 3. Ampfinger Stufe, landwirtschaftlich benutzte Fläche, daher Fehlen von Bleich- und Ortzone. Zwischen Ecksberg und Mettenheim (Blatt Ampfing). Maßstab 1 : 20.
- Fig. 4. Aufschluß bei Ens Dorf (Blatt Ampfing) im HochterrasSENSchotter, der teilweise zu Nagelfluh verfestigt ist, darüber vor der Würmeiszeit entstandene entkalkte Verwitterungsdecke, darüber kalkreiche mit dem Löß zusammenhängende Schicht, darüber eine Illuvialzone, die im Vergleich zum tieferen rotbraunen Kieslehm des Profils als jüngere bezeichnet wurde, aber wohl gleichaltrig ist mit dem rotbraunen Kieslehm der Ampfinger Stufe in Fig. 1. (Vergl. auch Fig. 2.) Maßstab 1 : 100.

- Fig. 5. Aufschluß in der Ebinger Stufe mit einem Abhang im Walde (Spitzbrand, Blatt Ampfing). Die trockenen Stellen heben sich von den feuchteren stark ab. Da die Ebinger Stufe jünger ist als die Ampfinger, die Verwitterung also nicht so stark einwirken konnte, ist die rotbraune Zone nur schwach entwickelt und nur in den Verwitterungstrichtern stärker. Maßstab 1:100.
- Fig. 6. Aufschluß in der Ebinger Stufe, Ackerboden (bei Ebing, Blatt Ampfing). Auch hier ist die braunrote Zone schwach, ähnlich wie bei Fig. 5. Maßstab 1:100.
- Fig. 7. Aufschluß im Hochterrassenkies am Rande eines Tälchens, bei Hochreit (Blatt Ampfing). Rechts alte Verwitterungsdecke mit trichterförmiger Einsenkung. Links durch junge Abtragung entblößter Hang, der noch so gut wie gar nicht verwittert ist, sondern nur eine schwache Decke von humosem, kalkhaltigem, etwas lehmigem kiesigem Sandboden trägt. Maßstab 1:100.
- Fig. 8. Alter, steil gegen Westen abfallender Hang im Gebiete der Hochterrasse (südwestlich von Zaun, Blatt Mühlendorf). Ergebnis langdauernder Verwitterung. Maßstab 1:100.
- Fig. 9. Gegen Osten gerichteter Abfall von der Hochterrasse zu einem mit der Ampfinger Stufe gleichaltrigen Talboden (Große Kiesgrube bei Tüßling, Blatt Mühlendorf). Die Verwitterung hat daher etwa ebensolange eingewirkt wie bei der Ampfinger Stufe. Die Schicht unter der Humusdecke ist ziemlich hell und podsolartig. Maßstab 1:100.





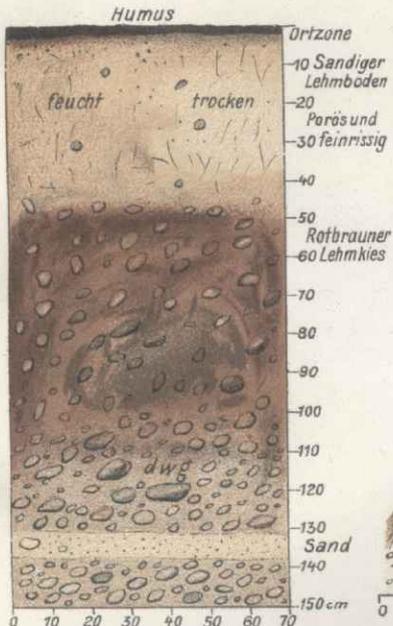


Fig. 1.

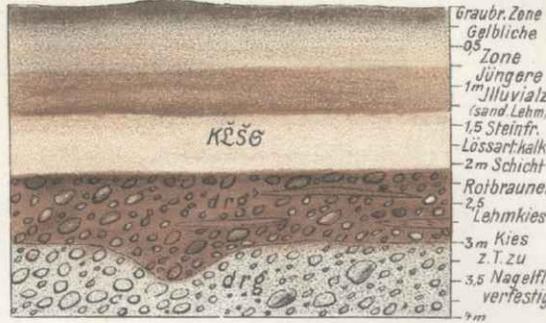


Fig. 4.

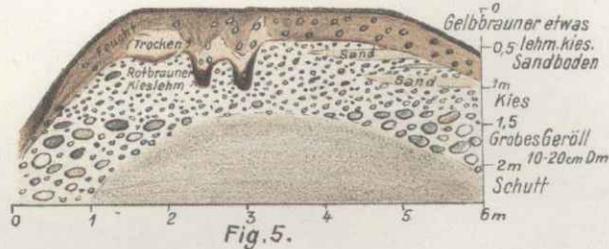


Fig. 5.

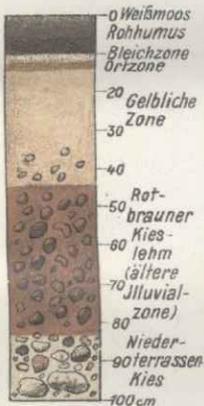


Fig. 2.

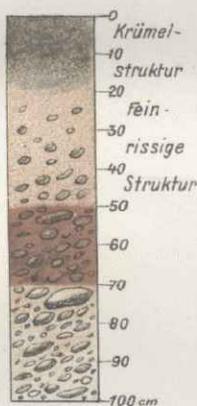


Fig. 3.

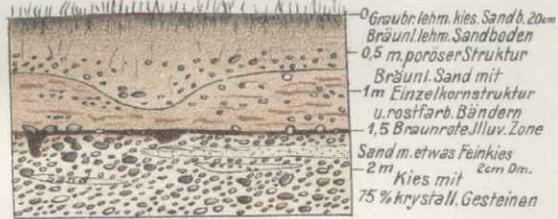


Fig. 6.

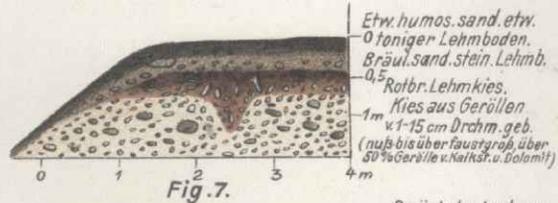


Fig. 7.

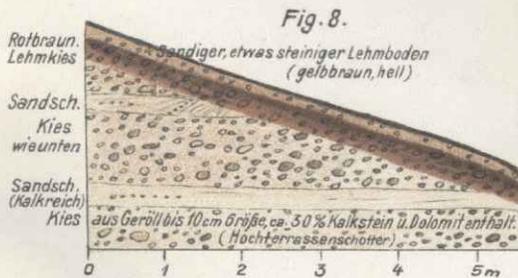


Fig. 8.

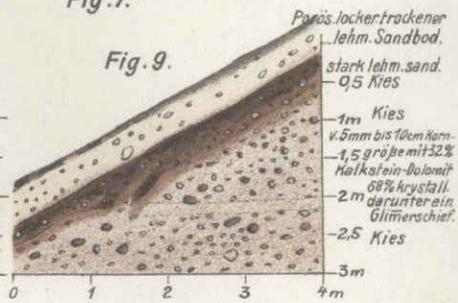


Fig. 9.

Über Blasenentstehung in Gesteinen und über Achatbildung.

(Mit einem Anhang: Über Baryt in Achatmandeln, über Kalzitachat und Enhydros.)

Von

Dr. Otto M. Reis.

(Mit 6 Abbildungen und 1 Beilage.)

Über Blasenentstehung in Gesteinen.

Es sei zunächst über eine versuchsweise einfache Neubildung eines blasenführenden Gesteins berichtet.

Im Frühjahr 1914 sammelte ich in einer Kiesgrube nördlich vom Luitpoldpark in München einen Konchylien-führenden Lehm aus dem dort unvermutet unter der Niederterrasse auftauchenden Hochterrassenschotter; ich nahm eine Probe des von der Brustwand herabgefallenen und vom kurz zuvor niedergegangenen Regen etwas durchnäßten und etwas auseinandergewichenen, aber noch nicht zerfallenen Lehms, der noch nicht lange frei dagelegen hatte. Die Vegetation war noch vollständig zurück; die Probe war von allem Pflanzlichen frei. Ich ballte einen kugeligen Knollen in festem Druck aus dem halbplastischen Material, wickelte ihn in Papier und legte ihn in eine luftige kühle Ofendurchsicht in einem Nordzimmer, wo er, vergessen, etwa ein Vierteljahr liegen blieb. Die oberflächlich ganz glatt und risselos gebliebene Kugel war inzwischen ganz hart geworden, so daß ich sie mit dem Hammer in zwei Stücke schlagen konnte. Zu meinem Erstaunen zeigte die Bruchfläche kein dichtes Gefüge, wie ich es nach der Feinheit des Lehms, der Durchfeuchtung und dem angewendeten Druck erwartet hatte, sondern kleine Hohlräume. Diese bestanden: 1. in kleinen ganz regelmäßigen eirunden, scharf gezeichneten Blasenräumen bis zu 1 mm im größeren Durchmesser, welche an einer Stelle sich deutlich der flachen Seite der Kugelrundung nach verlängert und gereiht zeigten; 2. in kleinen unregelmäßigen, wie verzweigten Lücken, etwa geformt wie die Flüssigkeitsreste, welche entstehen, wenn man zwei adhärierende Flächen mit Flüssigkeitszwischenschaltung voneinander mit Gewalt trennt. Man könnte die zwei Erscheinungsformen von Hohlräumen mit den Blasen in den Mandelsteinen und den miarolitischen Hohlräumen äußerlich vergleichen; auf die Unterschiede mit letzteren wird unten aufmerksam gemacht.

Obwohl ich mir eine Erklärung über die Entstehung bildete, suchte ich mit möglichst dem gleichen Material und bei den gleichen Umständen diese Entstehungen zu wiederholen. — Im ersten Frühjahr 1915 war in der erwähnten Kiesgrube, aber an anderer Stelle, ein gleiches Lehmschmitzchen mit Conchylien aufgeschlossen worden; der Lehm wurde nebenhin geworfen, lag kurze Zeit (von einem Besuch der Grube zum anderen nach etwa 14 Tagen), ein kräftiger Regen

hatte den Lehm verschiedenartig durchweicht, so daß er gerade plastisch war, ohne aber schon durch zu viel Feuchtigkeit zu schwabbelig und zu schmierig-flüssig geworden zu sein. Es wurden verschieden feuchte Knollen fest geballt, eingewickelt, am gleichen Orte aufbewahrt; sie trockneten völlig ein, so daß sie mit festem Hammerschlag auseinandergeschlagen werden mußten. Zugleich wurde in gleicher Weise ein wenig plastischer feinkörniger Sand der nämlichen Grube behandelt. Der Lehm wurde möglichst in natürlichem Zusammenhang aufgegriffen, so daß ein mechanischer Einschluß von Luft möglichst ausgeschlossen war, welche übrigens auch durch das anhaltende Kneten ausgepreßt und feinstens verteilt worden wäre.

Das Ergebnis war ein recht verschiedenes. Der erwähnte kalkarme Sandknollen hatte die geringste Festigkeit, er war schon in gewissen Teilen zerbröckelt, ein leichter Hammerschlag schon ließ die Kugel fein zerstückeln und zum Teil zerfallen.

Die kugeligen Lehmknollen zeigten in leider nicht immer vollständig im Durchmesser liegenden Querbrüchen folgendes:

1. Eine mit wenig Feuchtigkeit zusammengeballte, trotzdem verhältnismäßig feste Kugel hat stellenweise ziemlich dichtes, stellenweise unregelmäßig feineluckig zusammengeschlossenes Gefüge, in welchem sich nun vereinzelt größere Austrocknungs- bzw. Erhärtungsrisse zeigen; die Oberfläche zeigt keine neuen Risse.

2. Zwei etwas dichter zusammengeschlossene festere Knollen wiesen ein sehr feinporöses Gefüge auf wie von Nadelstichen, daneben eine Anzahl größerer unregelmäßig buchtig verzweigter Hohlräume, welche den Austrocknungs- bzw. Erhärtungsrisse unähnlich sind, jedoch keine rauhe Bruchwandung, sondern eine deutlich geglättete Innenfläche haben.¹⁾ Die Formen dieser Verzweigung sehen, wie schon erwähnt, aus wie etwa die Abreißformen einer Flüssigkeitsschicht zwischen zwei adhärenenden platten Flächen beim Überwinden der Adhäsion. Die äußere Kugeloberfläche zeigt nur an einer Stelle kleine Risse, welche etwa 2 mm tief in die 60 bis 70 mm dicke Kugel eindringen.

3. Eine noch etwas besser geschlossene Lehmkugel führt nun, wie die eingangs erwähnte Kugel, deutliche Blasen mit regelmäßiger Rundung bis zu 1 mm Durchmesser, daneben jene größeren Hohlräume mit etwas plumpen Verzweigungen und fast glatter Innenfläche, welche aber nicht so glatt ist, wie die der Bläschen; an einzelnen Stellen hält sich die Bildung dieser Räume an die miteingeschlossenen Conchylienschälchen.

Eine allgemein gültige Anordnung der Bläschen ist nicht deutlich; vereinzelt verlaufen sie zweifellos zügig. Die äußere Oberfläche ist glatt.

4. Die am dichtesten geschlossene knollige Kugel mit der verhältnismäßig glattesten Krustfläche zeigt nun zahlreiche auch größere Blasen von meist ellipsoidischer Form, auf 1 qcm etwa 6—8 bis zu 2 mm Durchmesser, der längere Durchmesser ist bis etwa das Dreifache vom kürzeren. Die Innenfläche der Wandung ist recht glatt; ganz kleine Porenbläschen fehlen; die Blasen bis zur Länge von 6 mm sind deutlich zügig angeordnet; man kann sagen, daß sie ungefähr mit der äußeren Oberfläche der unregelmäßigen Kugel rundum laufen, wenn sie auch keine scharf konzentrische Anordnung aufweisen. Daneben treten auch in ebenso vergrößertem Maßstab, wie die Blasen, die verzweigten Hohlräume mit unregelmäßig

¹⁾ Ein Zwischenstadium zwischen 1) und 2) zeigt ein nach Regenguß gesammelter Löß aus dem Rheintal O. von Freinsheim: zahllose kleine Poren und verzweigte kleine Hohlräume.

zitziger Innenfläche und verzweigten Furchen auf; an einzelnen Stellen treten kleinere nahe unter der Oberfläche in auffälligerer Zahl auf.

Wir wollen nun versuchen, die Entstehung der beiden Arten von Hohlräumen zu erklären.

Voraussetzung für die Erklärung ist, daß die Lehme eine gewisse Plastizität haben, recht feinkörnig sind und daß in den verschiedenen Knollen verschiedene Grade von Durchfeuchtung absichtlich herangezogen wurden. Weiter ist zu bemerken, daß die lößartigen Lehme kalkhaltig sind, nicht nur durch eingeschlossene Conchylien,¹⁾ sondern auch in kleinsten Gemengteilen, zweitens daß sie mit atmosphärischem Wasser durchtränkt sind; daß sie bei Formung der Kugeln etwas gepreßt wurden, jedoch nicht so, daß die eingeschlossenen Conchylien darunter etwa gelitten hätten. Die Lehmportien waren von ihrer Schichtstelle weggehackt, und haben vorher einen gewissen Zerfall, eine gewisse Durchlüftung und Durchfeuchtung von einigen Wochen erlitten. Die kühle Aufbewahrung erhielt die eingeschlossene Luft. Dann ist folgendes noch hervorzuheben: Die Blasen können nur entstanden sein zu einer Zeit, da die Lehmmasse infolge des Wassereinschlusses noch mehr und weniger leicht nachgiebig, also leicht plastisch, bei dem einen Brocken mit großen Blasen etwa plastisch-zähflüssig war.

Darnach ergibt sich folgende Deutungsmöglichkeit: Durch das Zusammenballen wurde zum mindesten außen eine etwas schwerer durchdringliche Zone gebildet, welche eine raschere Verdunstung nicht zuließ, so daß eine reichliche Zerreißen der Oberfläche hätte stattfinden können, welche eine schnelle Entgasung begünstigt hätte; die Oberfläche der Knollen ist im allgemeinen glatt geblieben, wie die von Septarien. Zweifellos wurde der dichte Zusammenschluß begünstigt durch die rasch beginnende Ausfällung gelösten kohlen-sauren Kalks. Die hierdurch innerlich zusammengehaltenen Gase vereinigten sich an Stellen von etwas reichlicherer Durchfeuchtung zu Bläschen, welche Vereinigung wieder Bewegungen dahin verursachte; die weitere Austrocknung und zusammenziehende Erhärtung vom Rande her, die Ausfällung von Kalk lediglich als Kristallisationsanschluß und somit das Freiwerden von Wasser und Gas, welche bei verschiedener örtlicher Verteilung in verschiedener Weise nach außen zu Verlust kommen (wobei als das einschließende Mittel zuerst das Wasser daran kommt), unterstützt weitere Ansammlungen von Gas zu größeren Bläschen, welche endlich beim Vordringen der etwas einseitigen Erhärtung von der Peripherie²⁾ aus nicht nur unregelmäßig zügig angeordnet werden, sondern auch eine Zusammendrückung und Streckung erfahren mußten (vgl. Erklärung in Beilage zu S. 11—14).

Die zweite Art Hohlräume sind offenbar durch Flüssigkeitsansammlung entstanden; es sind aber nicht etwa septarienartige Zerreißen, deren innere Bruchoberflächen durch dahin gepreßte Flüssigkeit abgewaschen sind — dann müßte sich auch eine Abschlamm-masse in den Höhlen vorfinden —, sondern die Höhlungen sind unter dem unregelmäßig verzweigt formenden Druck von Flüssigkeit entstanden und bilden einen Gegensatz zu der Entstehung der Gasblasen. Die Höhlungen sind zweifellos da entstanden, wo das Lehmgefüge eine Zusammenschoppung er-

¹⁾ Vgl. Dr. R. SCHRÖDER, Conchylien des Münchner Gebiets vom Pleistozän bis zur Gegenwart. Nachrichtenblatt der deutschen Malakozool. Gesellschaft. 1915. Heft 3 und 4.

²⁾ Die Brocken lagen wochenlang unberührt mit einer Seite auf fester, jedenfalls nicht wasser- und gasenziehender Unterlage, jedoch ohne Formänderung erlitten zu haben.

mögliche. Eine Verdrängung der Flüssigkeit dahin ist schon durch die Entstehung größerer Gasblasen bedingt; durch die vordringende Erhärtung (s. oben) dürfte eine weitere örtliche Ansammlung sich ergeben. Da weiter die äußere Oberfläche der Knollen nicht erkennen läßt, daß eine Raumverminderung sich an ihr ausgelöst habe, so müssen innere stattgefunden haben, welche auf die eingeschlossene Flüssigkeit in ähnlicher Weise gewirkt haben konnte, wie es die oben mehrfach angezogene bekannte physikalische Erscheinung voraussetzt. Wenn wir daher oben von miarolitischen Hohlräumen sprachen, so gilt das mit der Einschränkung, daß die Begrenzung keine primäre mehr ist, sondern durch den gepreßten, unter Spannungsauslösung erfolgenden Flüssigkeitserguß nach diesen Räumen hin bedingt und durch ihn auch vergrößert und erweitert wurde; bei den miarolitischen Hohlräumen wird die innere Oberfläche durch die Kristallausscheidungen noch verändert; ein Lösungszug findet hierher statt.

Wenn nun schon die Tatsache für die Gesteinskunde von gewisser Wichtigkeit ist, I. daß eine Art zügiger Anordnung zusammengedrückter wie verzogener Blasen in einem so einfach entstandenen, in Ruhe befindlichen und so erhärtenden „Magma“ entstehen kann, so ist II. die weitere Frage zu beantworten, ob Blasensedimente sich auf ähnliche Weise bilden könnten.

I. Was den ersten Punkt betrifft, so sei auf folgende Tatsachen verwiesen:

1. Ein feinkörniger Tholeyitgang am Steinberg (Domäne Niederhausen a. d. Nahe) in einer nördlich gerichteten Stockapophyse des Lembergs gegenüber Oberhausen-Duchrot, der sich 2—3 m dick auf eine Länge von über 500 m verfolgen läßt, ist am tiefsten Punkt des Anschnitts ungefähr 20 m unter einem alten mehr als 100 m über der jetzigen Nahe liegenden diluvialen Talboden aufgeschlossen; die Blasen dieses an kleinen Blasen ziemlich reichen dichten Tholeyits haben durchaus keine Verlängerung nach aufwärts, sondern eine deutliche Neigung, sich quer zum Gang zu stellen; es sind also hier andere Tatsachen wirksam gewesen als die Bewegung des Magmas nach aufwärts, vielleicht Druck, vielleicht auch die Form der Erhärtung¹⁾ (vgl. unten).

¹⁾ Ich möchte hier darauf aufmerksam machen, daß auch bei Schichtgesteinen die Kontraktion bei der Erhärtung nicht notwendig senkrecht zur Hauptflächenentwicklung sondern gelegentlich parallel zu ihr erfolgt. Ein hier naheliegendes Beispiel habe ich in Geogn. Jahresh. 1909 S. 76—77 besprochen, woselbst in einem Kalkmergel der Cerithienschichten von Herxheim (Zell) in der Rheinpfalz die nicht mit Kalk erfüllten hohlen Schneeschalen eine seitliche Zusammenpressung, nicht die Gewichtszusammenpressung von oben nach unten, erfahren haben, was auf eine rasche, seitlich drückende Erhärtung schließen läßt; die längeren Achsen des elliptischen Querschnitts der Schalen stehen samt und sonders senkrecht. Es könnte verständlich erscheinen, daß eine allseitig erfolgende Erhärtung und Zusammenziehung in jenen Richtungen am stärksten ist, in welchen sich die Wirkungen auch gegenseitig verstärken und vereinheitlichen können. Eine hierzu gehörige Erscheinung ist die häufige stratische Zerreißen nach Art der Septarienzerreißen, senkrecht zur Schichtlagerung, welche auch in benachbarten Bänken der gleichen tertiären Schichtfolge beobachtet ist; hier widersteht das noch nicht ganz gehärtete Gestein der Kontraktion länger bis es in Überspannung zum Bruch kommt. Diese Kontraktion äußert sich da am stärksten, wo noch eine gewisse Weichheit bzw. Halbhärtigkeit herrscht, d. h. entfernter von den schon ganz gehärteten Rändern und Salbändern, äußert sich also im Innern einer Schicht parallel zu ihrer Flächenentwicklung am einheitlichsten und stärksten. Nicht unähnlich ist die Zerreißen der Abkühlungsabsonderung²⁾ senkrecht zur Lagerentwicklung bei Eruptivgesteinen; nachdem Salbandregion, Hangendes und Liegendes erhärtet sind, kann die nach Unterkühlung auf äußeren Anlaß plötzlich zerspringende Masse nur senkrecht zu der Lagerausbreitung zerspringen, in welcher zugleich an zahllosen anderen Punkten die gleiche Spannung bei der Möglichkeit einer kurzzügigeren Trennung in Teilkörper wirkt.

2. Ein 30 cm starkes Basaltgängenchen aus einer Gruppe nahe beieinander liegender Absetzungsapophysen einer Intrusion am Rudelsberg bei Schondra in der Rhön zeigt am Salband in der Streichrichtung und dem Einfallen nach verlängerte, quer komprimierte Blasen; auch hier ist es nicht die Bewegung, welche die Größe und Formung der Blasen verursachte, sondern die flächenhafte Erhärtung vom Salband her.

3. Ich erinnere weiter an ein als vom Porphyry von Imsbach stammend angeführtes blasiges Gestein (vgl. Geogn. Jahresh. 1915, S. 95) mit einem Kupferglanzgang; die Aufreißung des Ganges steht quer zu den verlängerten Blasen. Da es sich hier nur um ein schmales Gängenchen im Porphyry handeln kann, das wieder später aufgerissen wurde, so scheinen auch hier die Blasen in auffälligster Weise senkrecht zum Gang zu stehen.

4. Weiter möchte ich auf folgende in den Geogn. Jahresh. 1906 XIX S. 216—17 und S. 223—24 näher beschriebene Tatsache aus dem massigen Porphyrystock des Königsbergs bei Wolfstein in der Pfalz von neuem aufmerksam machen. In einer mit der flach lagenartigen Zerklüftung des Porphyry am Kästendeich gleich streichenden und fallenden schmalen Zone findet sich eine Differenzierung von Orthoklasporphyry, in welchem die Feldspäte zum Teil auch um vereinzelte kleine Hohlräume fluidal angeordnet sind; hiermit parallel laufen in der Nachbarschaft Züge von in gleicher Ebene verlängerten senkrecht dazu gedrückten größeren Blasen, womit auch wieder eine Bänderung des Gesteins verläuft, ebenso wie eine Lagerung der Glimmerblättchen. Parallel dieser Ebenenandeutungen verläuft die erwähnte Hauptlagenzerklüftung, senkrecht dazu eine kleingliedrige Säulenzerklüftung. Wenn auch gegen die Ansicht nichts völlig Abschlägiges angeführt werden kann, daß hier vielleicht eine im Magma spurlos verschwundene, aus der Schichtumgebung des Stocks eingebrochene Sedimentscholle zu dieser Differenzierung gewirkt haben könnte (vgl. Geogn. Jahresh. 1915 XXVIII, S. 183), so glaube ich doch, daß eine vollkommener Deutung aller Einzelheiten durch meine 1904 S. 224 gegebene Ansicht geboten ist. Die liegende Zerklüftung des Porphyry soll darnach die diagenetisch ältere sein und durch den großzügig regelnden Einfluß der Kontaktgrenzen auf die Magmen bei den Formen ihrer Erstarrung und Erhaltung ausgeübt werden. „Man darf annehmen, daß die Zustandsänderungen des der Auskristallisation sich nähernden Magmas schichtenweise von außen nach innen vorrücken, daß den Kontaktgesteinsgrenzen konforme, lagenartige magmatische Differenzierungen entsprechen, wie auch endliche Zerreißen der schon festgewordenen Masse entstehen können etc.“ W. SALOMON spricht etwas Ähnliches in Adamellogruppe II, Wien 1910, S. 523 in seinen Bemerkungen über den Einfluß von „Isothermalfächen“ auf die Klüftung aus.

Es ist beizufügen, daß derartige durch Vermittlung von Schlieren, welche in verschiedenen Verdickungszuständen von der Kontaktfläche abziehen und versinken, geschieht bzw. geschehen wird; hierbei können auch randlich gebildete Blaseschlieren ins Innere einer Intrusion verlagert werden.

Die ganz vereinzelt auftretende Lagendifferenzierung mit Blasen in einem Lakkolith-artig von Sedimenten ummantelten Porphyrystock gehört auch in das Gebiet der hier zu berücksichtigenden Erscheinungen.

5. In Erl. zu Blatt Donnersberg habe ich auf verschiedene Vorkommen aufmerksam gemacht, wo in lagerhaften Intrusionstholeyiten (Vorberg am Fuß des Gangelsbergs) Blasen auftreten, welche nach gewissen Zonen gedrängt scheinen; hierbei zeigen sich auch, auf kleinem Raum beschränkt, in eigenartigen Verlänge-

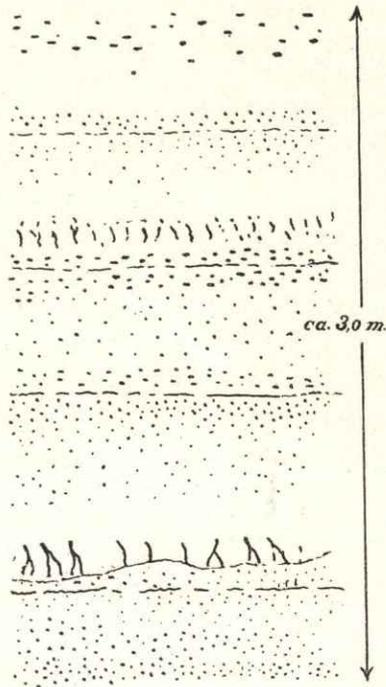


Fig. 1.

Schematische Darstellung der Anordnung und Verteilung der Blasen und der Blasenzüge mit steil verlängerten und sich vereinigenden Blasenkanälen (Fig. 2) in dem Intrusionsmelaphyrzug S. von Waldböckelheim-Heimberger Hof, gegenüber Boos (Nahetal) am Gangelsbergfuß; diese Blasenbildung schließt sich eng an solche an, wie sie auch in der in Geogn. Jahresh. 1904 Tafel II Fig. 10 dargestellten, in weit tieferem Horizont liegenden Intrusionsmasse vom Oberhauser Einschnitt zu beobachten ist und unterscheidet sich von jenen meist in lebhafterem fließ verzogenen und stark plattgedrückten Blasen der Ergüsse, ein Unterschied, auf den in allgemeinerem H.nweis schon A. LEPLA, Zeitschr. d. Deutsch. G. Ges. XLIV Heft 3 S. 420 Anm. kurz eingegangen ist.

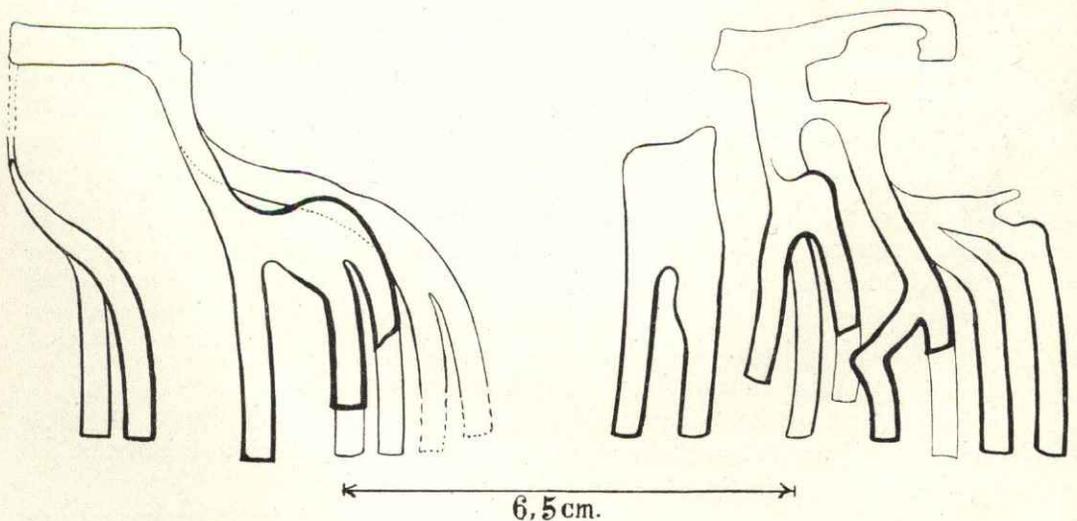


Fig. 2.

Ansichten der in Fig. 1 im Übersichtsprofil gegebenen, nach oben sich vereinigenden Röhrenblasen in zwei aufeinander senkrechten Blickebenen in etwa $\frac{2}{3}$ nat. Größe; die unteren Fortsetzungen sind abgebrochen, ihre natürlichen Anfänge konnten leider nicht eingesammelt und präpariert werden.

rungen aufrecht stehende, bis 12 cm lange und 1 cm dicke Blasenröhren, von welchen zwei oder mehrere nach oben hin verschmelzen (vgl. Fig. 1); ich kann mir nur denken, daß durch einen überwiegenden Druck parallel zum Lager, wie oben in den steilstehenden Tholeyitgängen, diese Blasen ihre senkrecht verlängerte Röhrenform erhalten haben; es können, ebenso wie benachbarte sich zueinander neigend nach oben verwachsen, hierbei ursprünglich übereinander folgende Blasen derart verlängert miteinander verschmolzen sein;¹⁾ andere größere Blasen scheinen in dieser Gesteinszone zu fehlen. Daß hier seitlicher Druck mitgespielt haben muß, das geht daraus hervor, daß nach der Vereinigung der vorher (d. h. unterhalb) immerhin rundlichen Röhren zugleich im Sinne der sich andeutenden Umbiegung diese seitlich komprimiert wurden und sogar seitlich scharfe Kanten annahmen; nach der Vereinigung steigen die Röhren noch gelegentlich 3—4 cm schief aufwärts und bilden dann auch mit anderen zusammentretend eine schwache abschließende Horizontalausbreitung, wobei die scharfkantige seitliche Zusammenpressung nicht beeinträchtigt ist. Diese Horizontalausbreitung beweist immerhin, daß auch oben eine endgültige Ablenkung bzw. ein Abschluß der Gasbewegung gewaltsam stattgefunden hat (vgl. Fig. 2).

Die Ursache könnte zunächst in einer rasch von unten in der Quere fortschreitenden Erhärtung des Lagers erkannt werden.²⁾ Hierzu ist noch zu erwähnen, daß dieses Vorkommen, dem Zug eines Intrusionstholeyits angehörig, die Fazies eines randlichen feinkörnigen, basaltischen, glasreichen Melaphyrs aufweist, daß sich hier in der Zone rascher Erhärtung auch noch die verschiedenen Durchbruchphasen der Intrusion mit Neueinschaltungen in deutlichen Abgrenzungen zeigen, welche letzteren eher in Aufreißungen im Innern des noch nicht völlig erhärteten Lagergangs auftreten als an der stets enge Verschmelzungsanzeichen besitzenden Kontaktfläche. So könnte das neue Hangende wieder vorübergehend stärker erwärmt und flüssig gehalten werden, so daß sich hier die höchst sonderbare Blasenform ergeben würde. Nach dieser Ansicht könnte der Auftrieb gedacht werden durch das Hinzutreten eines erwärmenden Magmenzuzugs im Hangenden des der Erhärtung sich nähernden älteren Teils der Intrusion.

Es ist aber auch denkbar, daß vom eher erhärtenden Seitenrande her eine der vielfach beobachteten zum Teil sehr frühen horizontalen Zerreißen bis in den noch flüssigen Kern hereinreichte und hier nun plötzlich der durch die seitliche Erhärtung und Einengung gesteigerte innere Gasdruck eine Entlastung erfuhr, welche aber bald durch die an dieser Stelle auch wieder einsetzende Abkühlung und Erhärtung von oben her einen raschen Abschluß erhielt. Solche horizontalen Zerreißen, welche z. B. Aplitin intrusionen den Durchlaß ermöglichte, über welche ich noch mehr Nachweise zu bringen in der Lage bin, wurden dann nachträglich von neuen Magmeneinschaltungen als Durchbruchwege benutzt. — Letztere Anschauung würde dem beobachteten Bild am nächsten kommen. Voraussetzung wäre die örtliche Steigerung des Gasdrucks durch seitlich vordringende und einengende Erhärtung nahe am Außenrand der Intrusionsverbreitungen.

¹⁾ Hierfür habe ich mehrere Funde gemacht, die tatsächlich beweisen, daß übereinander liegende dicke Blasen zusammenfließen können (vgl. auch WITTICH in TSCHERMAKS Petr. Mitt. 1902 XXIS. 188 Fig. 2).

²⁾ Es ist nicht nur die Wärmeableitung von den seitlichen Intrusionssenden parallel den Schichtfugen in den Schichtkörpern größer als quer dazu, sondern es findet auch durch die Schichtfugen selbst zunächst durch Gasabgabe etc. der größte Wärmeverlust in der Umgebung der auskeilenden Endigungen der Lagergänge statt.

Zum mindesten darf die Ansicht ausgesprochen werden, daß die Auftriebsform dieser Blasen unterstützt ist durch seitlichen Erhärtungsdruck und durch das Fehlen eines dazu senkrechten Drucks wenigstens in der unteren Region, der sich erst an einer oberen Erhärtungsgrenze einstellt (vgl. Beilage zu S. 11—14).

6. Es seien hierbei die mehrfach besprochenen (vgl. G. KLEMM, Zentralbl. für Min. etc. 1903, S. 217) Blasenzyylinder berührt, welche, wie es scheint, auf die Effusivdecken von Melaphyr und Basalt (Anamesit etc.) beschränkt sind. Es handelt sich um zylindrisch Kamin-artige Massenentbindungen von Gas in sonst an Gasblasen freien Gesteinen; sie treten auf: einerseits mit Blasen, welche eine noch gut flüssige Beschaffenheit des Magmas voraussetzen, bei welchen also durch die Gasspannung leicht die Umgebung gebläht werden konnte, wobei jedoch möglicherweise durch die Gasentbindung selbst die Temperatur so herabgesetzt wird, daß die Gasblasen durch die Versteinerung des Magmas rasch festgehalten sind; andererseits treten sie auch in Magmen auf, wo dies nicht mehr der Fall ist, wo schon ein Gesteinsgerüst in gewissem Zusammenhang erster Kristalle geschaffen ist, welches dann noch im Innern der Gasblasen nachzuweisen ist (vgl. STRENG's Feststellungen im Neuen Jahrb. für Min. etc. 1888, S. 185: Über den Dolerit von Londorf); hierbei liegt natürlich die Möglichkeit der Festhaltung der Blasen im Gestein noch näher und braucht die völlige Erhärtung durch eine Gasentbindung nicht zu sehr beschleunigt gedacht zu werden.

Als Vorbedingungen aller solcher blasenartigen Gasentbindungen in ruhenden Eruptivmassen dürfte überhaupt zu gelten haben, daß die Ausscheidung der Mineralien örtlich einen beträchtlichen Umfang erreicht hat und hierbei durch das von da ausgeschlossene Gas die Gasspannung in dem noch flüssig verbliebenen Teile des Magmas eine verhältnismäßig hohe geworden ist; gegen Ende dieses Zustandes kann sie so groß werden, daß in der Deckrinde — etwa an Stellen von gehäufteren blasigen Undichtigkeiten — rundliche Löcher oder kurze Risse nach außen durchbrechen, wodurch vorübergehend eine massenhafte Blasenbildung im Magma senkrecht unterhalb dieser Stellen möglich ist, welche aber bald durch Erhärtung festgehalten wird; hierdurch ist auch erklärlich, daß in der Umgebung der Blasenzüge, woselbst die Auskristallisation langsam nachfolgt, keine Blasen vorkommen.

Daß auch lagenartige Blasenzüge vorkommen (vgl. SCHAUF, Ber. der Senckenb. natf. Gesellsch. 1892 S. 16), welche, wie die Blasenplatten von Londorf, auf eine Gasentbindung bei schon ziemlich vorgeschrittener Kristallisation (bzw. bei schon bestehendem Gerüst feiner Kriställchen) hinweisen, das dürfte auf eine lagenartige, vielleicht nach außen mündende Zerreißen der vor der Erhärtung stehenden Masse zurückzuführen sein (s. oben S. 13); etwas Derartiges soll im folgenden noch besprochen sein, ohne daß indessen darin mehr als eine Ähnlichkeit gesehen sei.

7. Für die unter 1 bis 7 mitgeteilten Tatsachen ist nachfolgendes noch von Bedeutung. Zwischen Mörsfeld und Wendelsheim (Rheinpfalz-Rheinessen) ist östlich der Landesgrenze das große Grenzlager zwischen Unter- und Oberrotliegendem gut aufgeschlossen, das von SCHOTTLER u. SCHOPP, Erläut. z. Blatt Fürfeld und MATTH. SCHUSTER, Geogn. Jahresh. 1910 XXIII, S. 76 petrographisch charakterisiert wurde. Es ist ein unteres Lager wohl abzutrennen, welches im Tiefsten tholeytisch ist, nach oben porphyritisch wird; im Wiesbachtal ist zwischen zwei Hauptergüssen eine Tuffzwischenhaltung, an der Finkenmühle ist im Steinbruch die obere Grenze aufgeschlossen (vgl. Skizze Fig. 3), welche über einem völlig dichten, nur vereinzelte große Blasen führenden Gestein einen reichblasigen, fast schwammig werdenden

Stromabschluß mit scharfer, etwas unregelmäßiger Grenze aufweist (vgl. SCHOPP a. a. O. S. 36). Die obere Grenze zeigt die Einwirkung einer längeren von Effusionsbedeckung frei bleibenden Oberflächenveränderung in höchst eigenartigen trichter- und sackartigen Entfärbungsanzeichen von oben her. Darüber folgt wieder dichter Porphyrit; die Grenze zwischen beiden läßt sich in deutlich ausgeprägtem Einfallen von W. nach O. bis zu 10° neben der Straße verfolgen bis etwa 100 m von der Obergrenze des gesamten Lagers, wobei nach einem Zurückweichen des Gehänges und des Aufschlusses von der Straße das Eruptivgestein sich nochmals neben der Straße in blasiger Lage mit harten tonsteinartigen, tuffigen Einschaltungen zeigt; darüber folgt nun der obere dichte Melaphyr, der aber keine Blasen mehr aufweist außer in ganz bestimmten schmalen Zügen. Diese sind unter der Skizze des gesamten Aufschlusses in Fig. 3 dargestellt. Es zeigen sich hier 5—6 auf 3—4 m Höhe verteilte, offenbar nach oben (links) zu an Stärke abnehmende, von O. in größerer Dicke bis

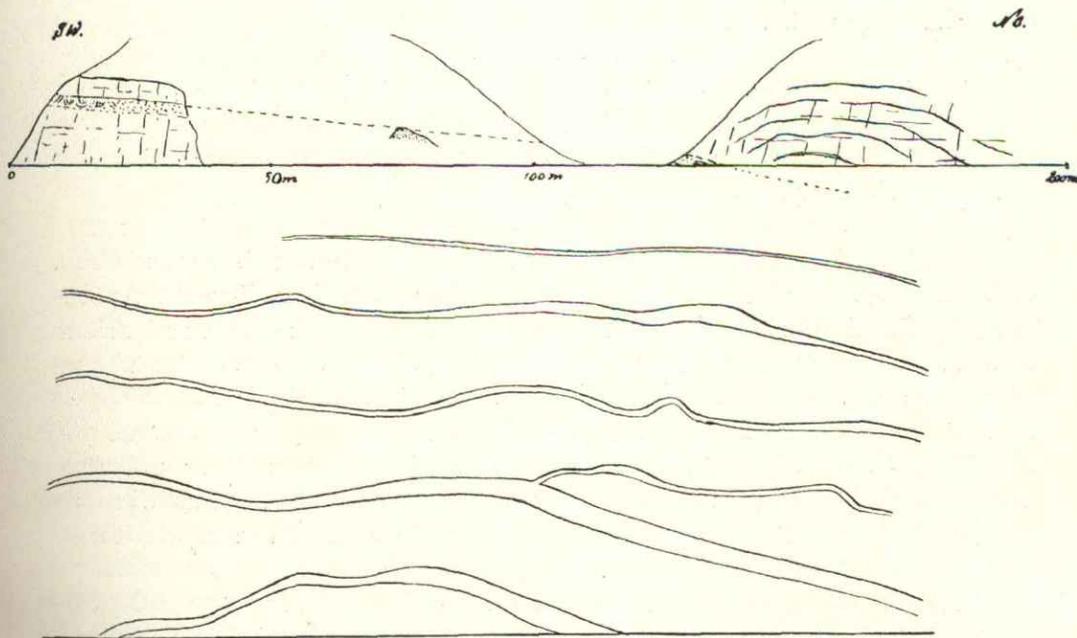


Fig. 3.

Oberes Bild zeigt die Verteilung der Aufschlüsse an der Straße Mörsfeld—Wendelsheim bei der Finkenmühle; links ein Bruch an der Obergrenze des Unteren Grenzlagers: dichtes Gestein mit einzelnen großen Blasen und abschließendes Blasengestein und tuffig-schieferige Einschaltung, welche Zone nach rechts fortsetzt und mit Einschaltungen tonsteinartiger gehärteter Schiefer untertaucht; darüber wieder dichtes Gestein mit eigentümlichen blasigen Gangadern, deren Verteilung und Verlauf auf dem unteren Bild in einem Ausschnitt in etwas übertriebener Dicke der Adern gegeben ist.

25 cm aufsteigende, nach W. (d. h. nach jener unteren Lagergrenze) etwas abfallende und bei 2—2,5 cm verschwindende, zum Teil wellig gebogene, vereinzelt sich vereinigende, ziemlich scharf begrenzte Gangader-artige Einschaltungen eines blasigen Gesteins. An effusive Stromzwischenhaltungen ist hier nicht zu denken; es sind tatsächlich nur lagerartige Gangadern, deren Blasen keine besonders deutliche einseitige Ordnung oder Ausgestaltung erhalten haben. — Was die Entstehung der Klüfte betrifft, so glaube ich aus ihrer Anordnung schließen zu dürfen, daß sie zu einer etwaigen Raumverminderung als Folge der Erhärtung keine Beziehung haben; da sie aber von O. her aufsteigen und dort ihre größere Stärke haben, so liegt die Ursache ihrer

Entstehung nach dem Einfallen des Lagers zu, d. h. nach der Mulde zu, von welcher her die Effusionen nach meiner Ansicht (vgl. Geogn. Jahresh. XIX, 1906 S. 101, XXVIII, 1915 S. 181) ihren Ausgang nehmen, ihre Nachschübe erfahren, ihre größere Stärke haben und daher auch in ihrem Inneren länger flüssig bleiben als an den Randgebieten nach den Sattelflügeln zu. Da nun die Gänge östlich nahe an der unteren Grenze des Lagers liegen, so ist nicht wahrscheinlich, daß das Magma selbst diese Zersprengung verursacht hat, sondern daß tektonische Vorgänge während der noch andauernden Sattelbildung und Muldenverbreiterung daran schuld sind. Die Klüfte hätten dabei eine gewisse Stauungsabiegung an der unteren Erstarrungsgrenze des oberen Lagers erfahren, das Magma wäre zum Teil unter dem Druck der nun entspannten Gase seitlich auf- und vorwärts gedrungen (S. 14) und so wären die neuentstandenen Klufträume aus dem in seitlicher Tiefe noch flüssigen Magmavorrat des Lagers selbst ausgefüllt worden, welcher durch die Auskristallisation vom Randgebiet her und durch die Möglichkeit einer hierbei stattfindenden Gasverdrängung nach innen und unten hin gespannt ist.

In allen diesen Fällen erscheint mir die Form der Blasen nicht etwa bedingt durch den Fluß und die Bewegung des Magmas, sondern mehr durch die Umstände der Erhärtung desselben, also ein Ergebnis der Gasspannung und der durch Erhärtung gegebenen physikalischen Eigenschaften des Magmas.

II. Was nun die Entstehung von Gasblasen führenden Sedimenten betrifft, so ist die Gelegenheit hierzu an freier Erdoberfläche selten. In Sedimenten gewöhnlicher Art dürfte das Vorkommen von Blaseninschlüssen schwer denkbar sein. Eher wäre an Spaltenabsätze zu denken, in welchen entweder von unten herauf gasreiche Thermen oder von oben herab durch Absturz in Höhlen und Klüften oft an Luft reiche, vadose Wasser zu Tiefe geführt werden.

Es gibt aber nun tatsächlich auch flach und schichtartig gelagerte Sedimentmassen, welche im Innern der Erdkruste neu entstehen. Auslaugungsrückstände der Wasserbewegung im Innern der Verbände von mergeligen Kalken, wie ich sie in Geogn. Jahresh. 1901 S. 66 u. s. w. Tafel III und IV beschrieben habe, könnten, sofern kein Gesteinsdruck vorliegt, zur Blasenbildung Anlaß geben; derartige Schichtbildungen sind nicht selten und haben oft einen größeren Umfang. Tatsächlich habe ich im Mittleren Muschelkalk der Gegend von Würzburg, wo man bei den Wasserstollenaufschlüssen, dicke schichtartige Ansammlungen von Auflösungsrückständen antraf, Blaseninschlüsse beobachtet, welche in leider zu mürbem Mergelton den Transport nicht vertrugen.

1. Dies führt über zu anderen Schichtspaltenfüllungen, auf welche ich in Geogn. Jahresh. 1906 S. 87 aufmerksam machte; es zeigte sich auf der Höhe des Eisenstollenhüfels O. vom Hohlbornerhof bei Heimkirchen in der Rheinpfalz (vgl. Blatt Donnersberg IV—V, 23) 2—3 m über dem lagerhaften Teil des tholeyitischen Steinbachzugs und zwar über dessen fast horizontalen, schwach gewellten, sonst in ihrer Lagerung ungestörten, nur hochgradig lyditierten Hangendschichten, eine beinahe 1 m mächtige Schicht mit horizontal verlängerten, vertikal komprimierten Blasen, welche ganz glatte Wände haben und nur vereinzelt einen ganz dünnen Quarzüberzug zeigen. Das Gestein, das ich bei der Einsammlung für ein Eruptivgestein hielt, erwies sich bei mikroskopischer Untersuchung durch MATH. SCHUSTER als eine Ansammlung feiner spitzeckiger Quarztrümmer; es ist also ein von tonigen Bestand-

teilen rein gewaschenes Schlammprodukt eines abbröckelnden Quarzsediments, dessen Teile nur zertrümmert und nicht abgerollt sind und in einer gelüpften Schichtfuge in der Aufblätterungsregion einer Schichtenkuppel mit kleinem Radius oberhalb einer gleichartig vorgebildete Wege suchenden Intrusion eine ganz örtliche Ansammlung erfuhren; es ist eine interstratische Neubildung, welche mit Dämpfen (Luft?) vermengt durch die Nähe der Intrusion eine außergewöhnlich rasche und feste Erhärtung (ganz schwache Verkieselung) erfuhr.¹⁾

2. Ein weiteres typisch blasiges Gestein fand ich am Nordostfuß des Potzbergs am Hochbusch (vgl. Geogn. Jahresh. 1904 S. 198—199), das ich wegen vorhandener kleiner Hohlräume nach eckigen Einschlüssen, welche auf verwandelte Feldspateinsprenglinge (? oder -Spaltstücke wie in Arkosen?) hinweisen konnten, und eben wegen der Blasenräume für ein quarzitisches verändertes Eruptivgestein hielt, trotzdem man es sonst kaum für ein solches halten würde. Ein Zweifel an dieser Deutung kam mir bei dem Ergebnis der Untersuchung des obigen, recht wohl erhaltenen und gut aufgeschlossenen Blasengesteins vom Hohlborner Hof, wobei ich l. c. S. 88 schon auf die starke Ähnlichkeit mit dem veränderten Gestein vom Hochbusch hinwies.

Ich bin überzeugt, daß beide Gesteine den gleichen Ursprung haben und in Spalträumen entstandene Ansammlungen der Zerstörungserzeugnisse von mehr oder weniger nahen Nachbargesteinen darstellen, welche, wie ich in Geogn. Jahresh. 1915 S. 180 ausführte, noch häufiger zu beobachten sein werden. Ich habe darauf hingewiesen, daß der von MATTH. SCHUSTER an der Goldgrube bei Hefersweiler im Liegenden einer Kuselitapophyse des riesigen Niederkirchner Lagerstocks von Gabbrodiabas gefundene „Tuff“ etwas Ähnliches sein müsse; Blasen sind hier allerdings keine beobachtet. Andererseits sprach ich bei dieser Gelegenheit die Ansicht aus, daß Lüpfungsugen vor den Intrusionsvorgängen häufiger dem Wasserdurchzug ausgesetzt gewesen sein mußten und daß z. B. gewisse Intrusionskanäle in liegenden Sandsteinen und Schiefnern einer anderen Apophyse des gleichen Gabbrodiabasstockes ursprünglich ausgeschwemmte Wasserkanäle gewesen sein müßten, welche später vom Magma erfüllt wurden (vgl. Geogn. Jahresh. 1904 Tafel II Fig. 1); die Abschlammungsmassen müßten hier im Liegenden des Intrusionslagers in größerer Tiefe erwartet werden.

3. Im unmittelbaren Hangendabschluß von Intrusionen findet sich an vereinzelt Stellen (Bahneinschnitt O. von Niederhausen a. d. Nahe neben dem Straßenübergang am Bahngeleise) ein hellgraues toniges Sediment, eine ganz örtlich bleibende Aufspülung der hangenden Schichten, in welcher Züge ganz plattgedrückter Blasen zu beobachten sind; sie sind genetisch hier anzuschließen.

4. Daß sich Blasenbildung in feinkörnigen tonreichen, mit Effusivgesteinen eng verbundenen Sedimenten zeigen kann, das darf nicht erstaunlich sein; wir kennen solche blasenführende Einschaltungen von Heiligenmoschel und von Dannenfels in der Pfalz.

Zu der Frage der Mandelsteinbildung in Blasengesteinen.

Es ist eine auffällige Erfahrung, daß die Achatmandeln scheinbar vorzüglich an normale, möglichst wenig zersetzte und umgewandelte basische Gesteine gebunden

¹⁾ Keine der zahlreichen, im allgemeinen dichten Eruptivdurchbrüche der Hohlborner Kuppe zeigt so viele und so große, ebensowenig so eigenartig abgeplattete und fast völlig ohne Mineralfüllung gebliebene Blasen (vgl. S. 19 über die Ursache der Blasenfüllung) wie das in Rede stehende Gestein. Ähnliches gilt für das Gestein 2 vom Hochbusch; bis auf ganz schwache Ansätze fehlt die Mineralfüllung, obwohl in der Gesteinsstruktur auch die Umwandlung von Feldspäten nachweislich ist; statt dessen zeigt sich in den Höhlen Quarz in kleinen Bruchfragmenten, welche nach obiger Auffassung weniger unverständlich bleiben.

sind, daß, wenn sie von der Abkühlungszerklüftung vielleicht auch schon durchschnitten werden, doch in den Klüften dieser Absonderungsart niemals Achatbildung beobachtet wurde, daß typischer Achat in Klüften überhaupt mehr eine Seltenheit¹⁾ ist, daß eine Beziehung zwischen auffällig verkieselten Eruptivgesteinen und dem Achatauftreten in Blasen in ihnen in keiner Weise beobachtet werden kann; daß die jüngere Zersetzung und Verwitterung der Gesteine, obwohl sie die Stoffe zur Achatbildung liefern könnte, niemals und nirgends zur Achatbildung geführt hat (auch ist die Annahme abzulehnen, daß die Ausscheidung der hierbei gelösten Stoffe erst in größerer Tiefe erfolgte; darauf leitet keine Beobachtung hin). Die Achate sind entstanden lange bevor jede Art der „Verwitterung“ im eigentlichen Sinne die Gesteine betroffen hat (vgl. unten). Achatbildung zeigt sich in der großen Porphyritmulde des Nahetals und zwar in hervorragender Weise in der mittleren und tieferen Zone, Ergüssen, welche aus mehreren Teilergüssen, hie und da mit Zertrümmerung der Hangendzone im liegenden Strom bestehen, die nur recht geringe Zeitspannen und in oberflächlicher Weise einer Art „Verwitterung“ ausgesetzt sein konnten, da sie zweifellos unter Wasserbedeckung sich ausbreiteten. Ich glaube nicht einmal, daß man die häufige Entfernung der Kalzitkristalle in der äußeren Achathülle der Mandeln als eine Folge von „Verwitterung“ ansehen darf, daß diese Auslaugungen eher mit der Letztbildung der Karbonate und Kalkzeolithe in der Mandelhöhlung zusammenhängen können, welche mit Barytharmotom und Barytletztbildung auch kaum als Verwitterungsbegleiterscheinung bezeichnet werden kann (vgl. unten S. 40).

Weiter ist hervorzuheben, daß alle sichtbaren — ja sogar unter dem Mikroskop noch sichtbaren — Zuleitungswege der Lösungen fehlen; es handelt sich also um jenen allgemeinen Lösungsdurchzug durch die Gesteine, der seit langem bekannt, im wesentlichen als die Grundlage jeder völligen Gesteinsmetamorphose angesehen ist; dieser Durchzug, den ich auch Durchsinterung nannte, muß aber im Falle der Achatausscheidung in besonderer Weise beschränkt gedacht werden, da er die Gesteinskörper selbst mit Neuabsätzen nicht betroffen hat; es konnte der Durchzug nur in einem gewissen Radius vom Ausfällungsort stattfinden, wie er z. B. als Voraussetzung Geoden-artiger Konkretionen gedacht wird; der Lösungsnachschub durfte kein unbegrenzter bzw. überschüssiger sein, unter lang andauerndem Lösungsdruck stehen. — Die Lösung selbst konnte auf ihrem Wege sich zwar anreichern, sie war aber meist nicht eher „konzentriert“, als bis sie an der Stelle der späteren Ausscheidung angelangt war, woselbst sie in das letzte Stadium trat. Die Lösung hat Klüfte und Zertrümmerungsspalten offenbar nicht oder nur selten angetroffen.

Was hat nun die Lösung gerade zu den Blasenräumen geführt; liegt etwa nur eine Zufälligkeit der Platzfrage vor, weil eben hier eine Abscheidung räumlich möglich war?

Nach neueren Ansichten über die Entstehung der Achatbänderung bedurfte es auch keiner lang andauernden schichtweisen Apposition einzelner Lagen; sie könnte sogar zum Teil in geologisch höchst raschem Zeitmaß gedacht werden. Was könnte als Ursache bei dieser Annahme vorausgesetzt werden?

¹⁾ Beobachtet wurde in der Rheinpfalz solche z. B. im früh tektonisch gehobenen Porphyrit von Hochstein und zwar südlich von Schweisweiler am Thronfels; dann in den Soeterner Tuffen nordwestlich vom Lemberg im Anschluß an die Kupfer- etc. Mineralisation daselbst; im unteren Grenzlager vom Gangelsberg, hierin auch bei Frohnbach NW. Ulmet, woselbst in beiden Fällen das von Achatgängchen durchsetzte Gestein aber auch als Ganzes auffällig verkieselte ist; endlich im Grenzlager bei Freisen, von der Ruth bei Ulmet und von Föckelberg; auch hier liegen zum Teil starke Gesamtverkieselungen des Gesteins vor, welche aber bei den Gesteinen mit Mandelsteinachat fehlen. Restzwischenräume schlackig zerschlitzer Lavazungen bei Effusionen und mirolitische Hohlräume sind mehr den Blasen zuzurechnen.

Hiermit würde übereinstimmen, daß Gerölle von Achat, aus frühesten basischen Intrusionsgesteinen des Pfälzer Sattels stammend, schon in der Brekzie unter dem Grenzmelaphyr, mehr aber noch im Hangenden des Grenzmelaphyrs, in Melaphyrkonglomeraten der Waderner Schichten angetroffen wurden, also gelegentlich eine sehr frühe Bildung gewesen sein mußten. Ebenso wurden Blasengesteinsgerölle wie die Gesteine des unterlagernden Grenzmelaphyrs mit zum Teil unvollkommener Blasenausfüllung durch Delessit und Chalzedon bei Bärweiler, Hundsbach und Niedermohr, sowie im Hangenden des Hochsteiner Porphyrits Blasengesteine mit völliger, schon älterer Kalzitausfüllung beobachtet.

Endlich sei noch hervorgehoben, daß in großer Ausdehnung und reichliche blasige Gesteinsausbildung, welche oft die obere Grenze von Strömen kennzeichnet, nicht selten einen sehr geringen Gehalt an Achatmandeln erkennen läßt, als ob allzu große Durchlässigkeit und Verwitterbarkeit des Gesteins ihre Entstehung beeinträchtigte bzw. eine gewisse Dichte und Körperlichkeit der Gesteinsmasse jene voraussetzte.

Ich möchte die Achatbildung als eine Folge der frühen Diagenese der Eruptivgesteine auffassen¹⁾ und sie so z. B. der Verkieselung der Baumstämme im Innern der Schichten und der Geodenbildung in Schiefertönen gleichstellen. Die Verkieselung der ersteren ist auf die Entstehung organischer Kolloide zurückzuführen, welche geeignet sind, die in durchlässigen, an Feldspat und Quarz reichen Gesteinen (Arkosen und Kaolinsandsteinen) verfügbare Kieselsäure in entschiedenem Maße anzuhäufen; es finden bei dem Festerwerden dieser Gele innere Zersprengungen statt an deren Wänden, wie in den Zerreißungslücken der Geoden (Septarien), Kristallausscheidungen der eingeschlossenen Lösungen (Quarz, Kalkspat etc.) auftreten.²⁾ Auch für die Entstehung der Septarien (z. B. der Lebacher Toneisensteingeoden) halte ich die Konzentration der zuerst weit zerteilten organischen Gele für die erste Bedingung, welche auf die weiter umliegenden anorganischen Lösungen ansaugend wirkte.³⁾ Vor Septarienzerreißungen war der Achat freilich geschützt.

Es ist nun einleuchtend, daß etwas genauer hiermit Vergleichbares in der ersten Ursache der Achatbildung nicht vorliegen kann; trotzdem muß der Vorgang der Konzentration eine grundsätzlich ähnliche Voraussetzung haben. Ein einfaches Loch im Blasengestein ist nicht die Ursache; es mußte eine hinzutretende chemische oder physikalische Veranlassung mit ihm noch verbunden sein, welche sehr frühzeitig zu wirken imstande war. Auch hebe ich hervor, daß es diejenigen Teile der Eruptivkörper hauptsächlich sind, welche oberflächlicher gelegen, durch raschere Gasentbindung bei der Eruption bald einem normaleren Gesteinszustand zustrebten (vgl. S. 14), welche reichlichere Blasen und Blasenfüllungen zeigen.

Was die erste Veranlassung zu Blasenfüllungen betrifft, so ist für sie offenbar noch mit einem ursprünglichen Zustand der Blasen selbst zu rechnen; diese sind entstanden in einem rasch erstarrenden Magma und ihre Gestalt verrät die meist allseitig blähende Wirkung der in hoher Spannung in einem gewissen Überdruck gegen den Druck der Umgebung eingeschlossenen Gase. Es ist kein Zweifel, daß ein Teil dieser Gasspannung in der hohen Wärme bei auch in geringerer Menge eingeschlossenen Gasen beruht,

¹⁾ Vgl. Erl. zu Blatt Zweibrücken 1903 S. 124 Anm.

²⁾ Vgl. Geogn. Jahresh. 1909 S. 61 Anm. 1, S. 64 und 66, S. 192.

³⁾ Vgl. Geogn. Jahresh. 1913 XXVI, S. 285 und 287. Es sei außerdem darauf hingewiesen (vgl. dieses Jahresh. „Über Mineralien und Gesteine der Rheinpfalz“), daß die sich in an Pflanzen und Tierresten recht reichen Kalkbänken der Odenbacher Schichten zusammenziehende Kieselsäure auf ihrem Wege sich mit Zink- und Schwefelsulfid erheblich anzureichern befähigt ist.

welche Wärme erst allmählich an die Umgebung abgegeben wird. Während der Abkühlung dieser Gase entsteht nun ein verdünnter Raum, welcher — sowohl bei hochliegenden Intrusionen in der oberflächlich gelockerten Erdkruste und im Bereich der vadosen Wasser als noch näher liegend bei den Decken unter Wasser oder gar bei teilweise subaerischen Strömen — sofort sich durch Zuzug aus der Umgebung auszugleichen strebt. Dieser Zuzug bringt Gas- und Flüssigkeitsreste aus dem Gesteinsgefüge,¹⁾ wobei möglicherweise im kleinsten noch mechanische Wirkungen ausgelöst wurden, welche so zur Substanzverfrachtung beitrugen. Es konnte sich nun noch Wasser bilden aus den Elementresten, welches mit Hilfe von magmatischem CO_2 in gewissem Umfang resorbierend auf die Mineralien wirkte;²⁾ die natürlich sich so rasch anreichernden Lösungen werden nach den Blasenräumen langsam angesaugt, die Gase trennen sich von der Flüssigkeit, wonach an den Wänden der Blasen vorwiegend Kieselsäure, Eisensalze, Karbonate (unter Sulfiden Kupferkies), in viel späteren Zuständen auch Baryt etc. zur Ausscheidung gelangen. In der Überzahl von Fällen ist Kieselsäure mit Eisenglanz (und selten Kupferkies) die erste Ausfällung, dann erst folgen Karbonate (Braunspat und zuletzt Kalkspat). Häufig findet auch das Umgekehrte statt; ich habe die pfälzischen Vorkommen darauf hin aufmerksam geprüft und in den im Druck befindlichen „Mineralien der Rheinpfalz“ Geogn. Jahresh. 1916 viele Fälle namhaft gemacht. Kupferkies fand ich in den Blasen des unteren Grenzlagers gegenüber Niederhausen an der Nahe und im tieferen Talböckelheimer Lager gegenüber Oberhausen und zwar an der Grenze einer ersten tief dunkelgrünen Delessitausscheidung, welche von weißem Chalzedon gefolgt ist, die die Kupferkieskristalle umwächst und umhüllt; Letztfüllung ist hier entweder kristalliner Quarz oder Mangan-haltiger Kalkspat; der Kupferkies ist älter als die eigentliche reine und wohlgeschichtete Kieselsäureausscheidung.

Man muß sich wundern, daß im Anfang der Achatbildung doch verhältnismäßig wenig Karbonate auftreten; sollte es daher kommen, daß z. B. die Löslichkeitsbedingungen für Kalzit mit zunehmender Wärme abnehmen? Jedenfalls weist dies darauf hin, daß die Bedingungen der Achatentstehung im weitesten Umfange nicht die gewöhnlichen der einfachen Verwitterung sein können.

Der in der Achatfüllung auftretende Baryt stammt möglichenfalls auch aus gewissen Feldspäten des Eruptivgesteins (s. Nachtrag S. 37); er gehört aber wahrscheinlich einer etwas späteren Periode der Umwandlung dieser an, welche als postvulkanisch zu bezeichnen ist und gleichzeitig an weit auseinander liegenden Örtlichkeiten der Pfalz die Quecksilber- und Kupfererzgänge mit Baryt bildet. Ihr gehören auch die Silikat-Zeolithgänge an, deren Mineralien z. B. Chabasit (Dennweiler in der Pfalz, Baumholder), Barytharmotom, Laumontit (Oberstein),³⁾ in den Blasengesteinen ausnahmslos auf dem eine ältere Achatbildung abschließenden Quarz und Amethyst aufsitzen. Es ist hierbei darauf aufmerksam zu machen, daß das hochborhaltige

¹⁾ Wenn die Achatbildung jünger sein sollte als die Abkühlungserklüftung, so wird auch durch den Zersprengungsvorgang Gesteinsmehl in feinsten Verbreitung zerstäubt und gasförmiger Inhalt frei; gleichzeitig wird aus der Umgebung Wasser in die Fugen gezogen, welches lösend und umsetzend auf die zerstäubten Mineralteile wirkt; auch dies ist ein Teilvorgang, welcher in sehr früher Zeit der Diagenese Lösung für die Ausfällung in den Blasenräumen darbieten könnte.

²⁾ Es ist hier daran zu erinnern, daß die Zersetzung der Silikate nicht durch einen herausgreifenden Entzug von Kalk, Eisen etc. geschieht, sondern durch Angriff auf die Kieselsäure selbst, durch ihre Hydratisierung, welche natürlich unter dem starken Druck beigeschlossener Gase rasch und sehr reichlich stattfinden kann, während sie bei der „Verwitterung“ sehr langsam und in kleinsten Mengen vor sich geht.

³⁾ Vgl. DELLMANN Verhandl. d. naturh. Ver. der pr. Rheinlande 1847. 3 861.

Kalksilikat, der Datolith (21% Borsäure, 37% Kieselsäure), welcher in den berühmten Silikatgängen des Gabbrodiabases von Niederkirchen mit Epidot zu den Altbildungen gehört, in anderen Blasengesteinen, z. B. den Mandeln des südtiroler Augitporphyrs bei Theiss auch über Chalzedon auftritt,¹⁾ an wieder anderen Stellen ohne Chalzedon- oder Achatzwischenbildung. Prehnit, ein saures Kalksilikat, ist bei Niederkirchen auch zum Teil älter wie Datolith, was auch für die Vorkommen von der Seisser Alp gilt; er kommt in Reichenbach (Oberstein) auch als Blasenfüllung im Melaphyr vor. Auch Skolezit, der in den Niederkirchner Gängen auftritt, sowie Pektolith findet sich anderwärts als Ausfüllungen von Blasenräumen in Doleriten und Basalten.

Auch nach dieser Orientierung müßte die Haupt-Achatbildung ein frühester Vorgang während der letzten Abkühlung der Gesteine und z. T. vor dem Absonderungseintritt sein. Es wurde oben betont, daß man Achatgerölle schon in der Brekzie unter dem Grenzmelaphyr, mehr noch im Hangenden findet, ebenso wie Porphyritgerölle mit oxydischen Kupfererzen schon im Hangenden des Grenzlagers auftreten. Wie aber auch in selteneren Fällen Karbonatausscheidungen in den Mandeln älter sind wie die Kieselsäureausscheidung, welche dann häufig nicht Achat, sondern vorwiegend Quarz ist, so sind auch Fälle bekannt, wo Zeolithe zu den ältesten Ausscheidungen gehören und von Achat umwachsen sind; ich habe für die „Mineralien der Rheinpfalz“ Geogn. Jahresh. 1916 vier Fälle aus weit auseinander liegenden Orten des Grenzlagers zusammenstellen können, in welchen Skolezit als Blasen- und Schlackenzwischenfüllung in tiefen Grenzlagern des Oberrotliegenden von Achat umwachsen und innerlich durch kristallinen Quarz ersetzt ist. Ein wichtiger Fall ist der Fund einer Achatmandel im Melaphyrkonglomerat von Niedermohr, welches, der oberen Grenze der Winnweiler Schichten (mittleres Oberrotliegendes) angehörig, nicht nur Achat und achatführende Melaphyre des nahe darunter liegenden Grenzlagers als Gerölle aufweist, sondern auch eine Achatmandel mit den Pseudomorphosen nach Skolezit führte. Hiermit ist eine ziemlich zuverlässige Altersbestimmung dieses auch in der Intrusivmasse von Niederkirchen als jüngste Zeolithbildung bekannt gewordenen Minerals gegeben.

Ich möchte hierauf besonderen Wert legen; es ist kein Zweifel, daß die Haupt-Zeolithbildung in den größeren intrusiven Tholeyitkörper von Martinstein, Norheim und Niederkirchen und im basaltischen Melaphyr von Reichenbach (Oberstein) auf eine einheitliche, annähernd gleichzeitige und nur einmal in älterer Zeit und dann nicht mehr auftretende Phase zurückzuführen ist, welcher auch in der Hauptsache die alten Erzintrusionen folgen und zum Teil angehören.

Vom Potzberg kennen wir auch eine örtliche Turmalinisierung (Vergreisung)²⁾ mit den Quecksilber- und Barytgängen verbunden; ebenso wurde bei Reichenbach (Oberstein) am Felsberg eine solche mit Kupfer- und Manganerzen und Schwespat bekannt (vgl. GREBE u. LEPLA Erl. z. Blatt Birkenfeld 1894 S. 32—33), die NW. von Baumholder im Grenzlagererguß neben einem gabbroiden Mesodiabasdurchbruch

¹⁾ P. GROTHS Führer durch die Mineraliensammlung, München 1891 und „Die Mineraliensammlung der Universität Straßburg, 1878“ S. 187 betonen die große Ähnlichkeit der Kristalle beider Datolith-Vorkommen, was doch wohl zur Schlußfolgerung auf die Ähnlichkeit der Entstehungsbedingungen benützt werden darf. Die in der Straßburger Sammlung vertretenen Harmotome bedecken nach P. GROTH l. c. S. 120 die auf Amethyst aufsitzenden Kalzitskalenoöder, ein Beweis für die nicht gerade gewöhnliche Entstehungsart des Kalzits (vgl. unten S. 32 Anm. 1).

²⁾ Vgl. REIS, Potzberg, Geogn. Jahresh. 1904, S. 198—206.

durch diesen auftritt, woran sich SO. nach Ulmet zu auch wieder die Quecksilbererz-vorkommen anschließen; bei Reichenbach (Oberstein) erwähnt DELLMANN mit Prehnit das Vorkommen von Rotkupfererz und gediegen Kupfer; die Prehnite kommen hier als knollenförmige Blasenausfüllung vor.

Daß auch in den Mandelfüllungen der basischen Eruptiva recht oft Karbonate vor der Quarzausscheidung auftreten, hat darin seine Parallele, daß auch bei Niederkirchen ältere Karbonatausscheidungen von Datolith, Prehnit und den Zeolithen überwachsen und in Pseudomorphosen nachgebildet sind, ebenso wie bei Mörsfeld Quecksilbererz mit und über einer alten Kalk- und Braunsputauscheidung sitzen. Es ist nicht notwendig, daß Kalkspat die Letztbildung ist;¹⁾ die Einheit und frühe Einmaligkeit der Gangbildung ist dadurch nicht in Frage gestellt, was ebenso für die Entstehung des Achats gilt.²⁾

Die genannten Silikate bzw. Zeolithe (Niederk.) sitzen häufig ohne gangsedimentäre Zwischenschaltung auf dem Muttergestein auf, doch zeigt sich auch der Prehnit schon mit hämatitreichem Gangton vergesellschaftet, welcher in den mächtigen, zum Teil oolithischen Kalkgängen vom Sattelberg erst in einer zweiten Phase auftritt und, wie durch andere Vorkommen nahegelegt wird, einer Hämatitisierung älteren Pyrites nachfolgt. Die umfassende und eindringliche Hämatitisierung einerseits und Eisenentziehung andererseits ist eine frühe, den älteren Wachstumsstadien der nordpfälzischen Erzgänge angehörige Erscheinung; sie darf vielleicht mit dem ebenso ausgebreiteten Auftreten von Hämatit in den Achatmandeln verglichen werden, dem sich auch ein recht häufiges Auftreten von Goethit in dem Quarz der Achatmandeln zugesellt; letzterer ist in den Erzgängen vom Moschellandsberg im eisernen Hut aufgefunden, wobei zu bedenken ist, daß dieser eiserne Hut einer sehr alten, der Genese der Erzlagerstätte unmittelbar folgende Entstehungszeit angehört. (Vgl. „Die Mineralien der Rheinpfalz“ Geogn. Jahresh. 1916 unter Brauneisenstein.)

Über die Bedeutung der Delessitbildung, welche die Achatbildung in den meisten Fällen einleitet und sie in gewissen Verbreitungsgebieten völlig zu ersetzen geeignet ist vgl. die Zusammenstellung der Mineralien und Gesteine der Rheinpfalz von Dr. ARNDT und O. M. REIS in Geogn. Jahresh. 1916. Hierbei ist Quarz sehr oft Letztbildung wie bei den Achatfüllungen, scheint also hier wie dort auf wirkliche Quarzlösung neben kolloidaler Lösung hinzuweisen.

R. E. LIESEGANG hat in mehreren Schriften (vgl. Anmerk. 2 eine jüngste Zusammenfassung) darauf hingewiesen, daß es sich in der Hauptsache bei der Achatbänderung um die rythmische Ausfällung von Eisensalzen in gallertiger Kieselsäure handele. Obwohl der Vorgang der Ausfällung von Eisensalzen chemisch nicht erklärt ist und LIESEGANG 1915 S. 104 es nicht einmal für ausgeschlossen hält, daß — was mir im hohen Grade unwahrscheinlich ist — die Eisenpigmentbänder nur Pseudomorphosen nach den in künstlichen Versuchen leicht rhythmisch ausfallenden Kupferverbindungen darstellen — so sind doch die morphologischen Ähnlichkeiten mit den versuchsweise bei Gallerten dargestellten Diffusionsbändern außerordentlich groß und bestechend. Man wird also annehmen können, daß in die Blasen

¹⁾ Dies trifft nicht einmal für die Geschichte der Karbonatgänge stets zu.

²⁾ Über die Vorkommen von Kalkspat, Kupferkies und Schwerspat gibt R. E. LIESEGANG in „Die Achate“ (Dresden, C. Th. Steinkopf) unter X. Accessorische Bestandteile eine Zusammenstellung.

von außen her kolloidal gelöste Kieselsäure eindrang oder, wie ich meine, angesaugt wurde; in diese diffundierte von außen ein gelöstes Eisensalz, welches in der viskosen Lösung von einer adsorptiv eingeschlossenen Beimengung rhythmisch ausgefällt wurde; wahrscheinlich ist, daß die ansaugende Wirkung noch lang andauerte und hierdurch die Diffusion erleichtert wurde, so daß radiale morphologische Eigentümlichkeiten, welche sich in den LIESEGANG'schen Diffusionsversuchen zeigten, hier nicht zur Ausprägung kamen (z. B. alternierende Anordnung der Fällungszwischenbänder zuseiten von radialen Linien, den „Pseudoklasen“).

Beim Achat gibt es nun auch radiale Unterbrechungen, welche früher lediglich und einzig als Einflußkanäle galten, was aber LIESEGANG mit Recht bestreitet; wenigstens sind sie dies anfangs sicher nicht gewesen. Im Anschliff erscheinen sie als Röhren, häufig mit sackartigem Anfangsteil (vgl. das Bild S. 24 Fig. 4, dann LIESEGANG, Die Achate S. 18 Fig. 6 und etwa die schöne Abbildung in DAMMER und TIETZE: Die nutzbaren Mineralien. 1913. S. 17. I. Bd.). Tatsächlich handelt es sich sowohl um ausgeprägte Rundröhrchen (an Dicke bis herab zu einem Bruchteil von einem Millimeter) als um septale Zwischenräume,¹⁾ welche aber alle erst zuletzt erfüllt wurden. An diesen radialen Unterbrechungen stößt (Fig. 4) die „Diffusionsbänderung“ deutlich ab, wird höchstens (auch in den Röhrchen) nach außen wenig zurückgebogen, als ob hier in einem offenen Raum eine stärkere Zusammenziehung stattgefunden hätte; sehr viel wahrscheinlicher ist es, daß hier gegen das Septum hin, das mir überhaupt als eine Stelle geringsten Lösungszuzugs von außen gilt, sich schon ein starkes Nachlassen des Zuzugs einstellt; am Septum war die äußere Wand der Blase so dicht, daß ein nennenswerter Durchlaß der Lösung ausgeschlossen war, was auch daraus hervorgeht, daß die ältesten peripheren Schichtungen dahin oft außerordentlich rasch bis fast zum Verschwinden abnehmen. Die zähflüssige Lösung hat sich zuerst nach dieser Seite nicht ausgebreitet, vielleicht immer noch zum Teil infolge der radialen Ansaugung; erst später nähern sich die seitlichen Wände der Septen, aber ohne daß die Gallerte ganz zusammenflösse; es bleibt immer das Gesetz bestehen, daß der Lösungsnachschub und dessen Diffusionsausfällungen so lange als möglich zur Seite von diesen Septenräumen gradstrahlig nach innen und vorwärts abziehen.

Ich glaube auch, daß man für diese septalen Unterbrechungen nicht auf die LIESEGANG'schen „Pseudoklase“ (vgl. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. Beil. 1914 S. 268) zurückgreifen darf, denn diese sind nur Unterbrechungen in der Ausfällung der Pigmentbänder, nicht in dem Lösungsträger; es liegen aber bei den Achaten Unterbrechungen im ersten Lösungsträger selbst vor, wirkliche Röhren für den etwaigen Verkehr von Lösungen. — Ihre Erklärung liegt auf einem anderen Gebiete; es sind das die gleichen Zwischenräume, welche z. B. zwischen benachbarten, von einer Spalte etwa ausgehenden Dendritenstämmchen von Limonit auftreten; sie nähern sich bis auf eine schmale Zone von Bruchteilen vom Millimeter, verschmelzen aber nicht bei oft linearem Nebeneinanderfortlaufen, beobachtet auf Längen bis zu 8 cm (vgl. z. B. die getreuen Nachbildungen in WALCH, Naturgesch. der Versteinerungen, Nürnberg 1773, I. Bd. Taf. I—V). Die Dendritenbildung der so häufigen Eisen- und Manganhydroxydgelte sind von dem gleichen Bildungsprinzip beherrscht wie die kristallographisch nur regelmäßigeren Dendriten und Kristallskelette der kristalloiden Ausfällungen. Nach LEHMANN'S Darstellungen bilden sich die Kristallskelette in übersättigten zähflüssigen Lösungszuständen in möglichst linearem zugespitztem Wachstum; an den Spitzen tritt durch und nach der Ausfällung eine Lösungsverminderung ein, welche zu einem Nachschub in Diffusionsströmchen Anlaß gibt; so werden ge-

¹⁾ Die Röhrenform ist eine Folge der Abrundung bei zusammentreffenden Flüssigkeiten mit stärkerer Oberflächenspannung. Ich habe in den Geogn. Jahresh. 1909 S. 85 auf diese Art der Röhrenbildung und der Abrundung der Ecken bei viskosen Lösungsdurchdringungen, welche R. E. LIESEGANG auch bei Experimenten beobachtete, aufmerksam gemacht. Die Oberflächenspannung wirkt bei noch nicht zu viskosen Lösungszuständen auf eine Verkürzung der Gesamtoberfläche hin.

ringer dichte Lösungszustände im Raum beiseite geschoben, aus welchen die stärkere Lösung weggezogen wird und Lösung geringerer Stärke hinein verdrängt ist; dies geht so weit als die Wirkungssphäre einer Kristallspitze reichen kann; von da an bilden sich Seitenzweige; es entstehen Achsen in raschem linearem Wachstum und ebenso Seitenzweige mit Kristallisationsausfall in den Scheitelzwischenräumen. Das gleiche gilt im Grunde genommen für die auffällig linear wachsenden, morphologisch etwas ungebundeneren Geldendriten. Die oben erwähnten Restzwischenräume zwischen den Stämmchen bzw. ihren äußersten Verzweigungen, welche wohl einander entgegen, aber nicht ineinander wachsen, sind die Räume, in welche die entsättigte Lösung verdrängt wird, in welchen also keine Ausscheidung mehr stattfinden kann. Bei den erwähnten Dendriten scheint bei der Ausfüllung auch adsorbierte Säure in Lösung zu wandern, welche es ermöglicht, daß jene in die Körper der Mergel- und Kalkbänke hineinwachsen, was auch übrigens bei scheinbar auf deren Schichtfugen wachsenden Dendriten der Fall ist. Über die gegensätzlich entstehende Schichtbänderung vgl. S. 41 unten.

Auch ohne daß in den Achaten ein dendritisches Wachstum des eingedrungenen Kieseläuregels vorläge, habe ich die Überzeugung, daß die viel später erst mit Gel ausgefüllten röhrenartig-spaltartigen Unterbrechungen der älteren Kieselsäureabscheidungen grundsätzlich die gleiche Bedeutung haben; die kolloidale Kieselsäure hat nach ihren physikalischen Eigenschaften offenbar nicht die Neigung zu dendritischer Zerteilung des radial-konzentrischen Wachstums (vgl. Ergänzendes im Kleingedruckten S. 25).

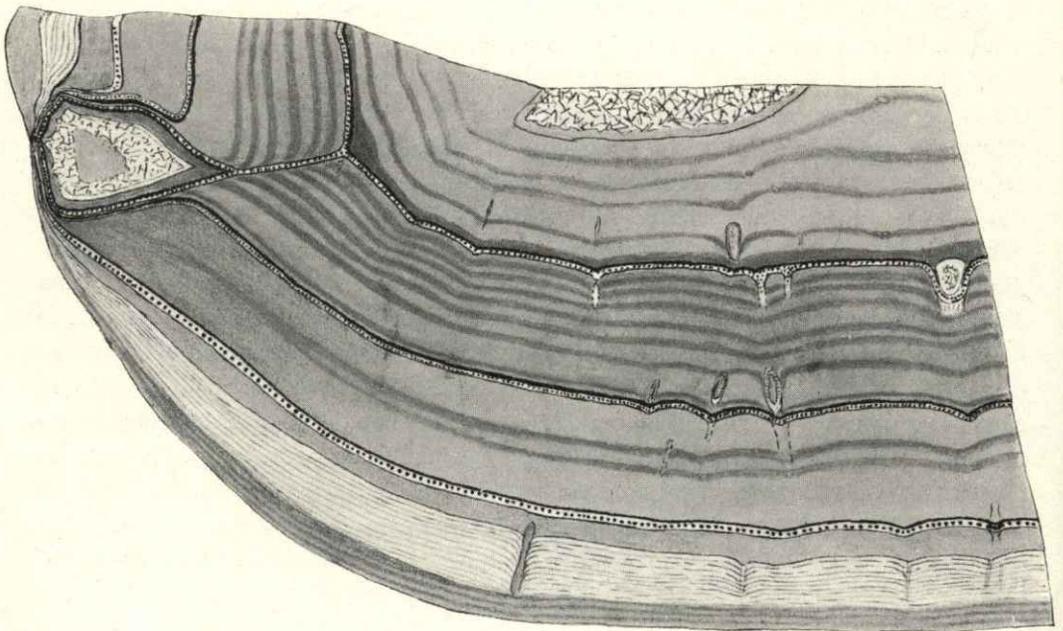


Fig. 4.

Ausschnitt aus einem Achat von Oberstein; die Hauptmasse besteht aus vier rötlich, jedoch nicht scharf gebänderten Achatzonen, an deren innerste sich Quarzbildung anschließt; diese Zonen sind geschieden durch je drei schmale, dichte, hellweiße, scharf linierte Chalzedonzwischenschaltungen (punktirt!), welche die seitlich links gegen radiale Querunterbrechungen abstoßende rötliche Achatbänderung diskordant überkleiden und bis zur Außenwand der Blasenfüllung reichen; sie setzen sich ebenso in geschlossener Übereinanderlagerung rückwärts in allen noch so schmalen radialen Röhren fort und halten diese bis zur letzten, vom Quarz (auch links in dem sackartigen Teil!) abgeschlossenen Achatbildung offen; es sind dies Stellen, in welche zuerst keine (radial sich haltende) Kieselsäureinfiltration erfolgt, welche aber später als Einzugs- oder in den Unterbrechungszeiten der Achatbildung als Abzugskanäle überschüssigen Lösungsmittels dienen müssen. (Vergr.)

Gelegentlich, doch nicht selten findet nun im Achat folgendes statt: eine (hier zweifache) Unterbrechung der Diffusionsschichtbildung tritt (Fig. 4) ein durch Einschaltung einer ganz weißen Chalzedonschicht aus zwei scharf begrenzten Bändern, von welchen das äußere das dickere ist, mit einem mittleren bläulich-weißen. Diese Schichtenabtrennung stößt nun nicht stets an den radialen Räumen ab,

sondern kleidet sie oft vollständig aus; eine erste leicht rotgebänderte Achat-schicht sowie eine zweite erhalten durch diese dichte weiße Einschaltung ihren völligen Abschluß, auch nach der Seite gegen die radialen Räume hin. Es sieht völlig aus als ob die nächste gebänderte Schicht sich dann appositionell von innen oben auf die ältere aufgelegt und von neuem ihre Diffusionsbänderung erfahren hätte. Dann mußte aber doch wohl der Zuzug der Lösungen durch diese radialen Räume stattgefunden haben. Das würde dadurch zu erklären sein, daß die zuerst hier noch undurchlässige Blasenwand allmählich brüchig geworden und so — nach Festigung des übrigen, zuerst abgesetzten Wandbelags mit dem nun schwerer durchlässigen Achat — der Lösung den Durchzug gestattete, vielleicht immer noch unter dem Einfluß der scharf ansaugenden Wirkung, welche zum mindesten den ganzen Prozeß einleitete. Was diese Ansicht unterstützt, das ist die Tatsache, daß, während schon oben (innen) die engen Röhren fast nur von den weißen Schichten gebildet sind, in dem seitlichen Sack sich auch noch der rötliche Achat der innersten Schicht zeigt und als Schluß der Ausfällung auch Quarz aus wirklicher Lösung, der nach der Mitte des Ganzen, ebenfalls abschließend, folgt.¹⁾ Daß hierselbst sich nun die Höhlung der Röhren und der Septen nicht gleich auch schloß, als anfangs die Lösung von der Wand aus nach innen vordrang, das läßt sich auch dadurch erklärlich machen, daß hier der radiale Zug auf verhältnismäßig schmale Durchlässe hin wirkte und so daselbst eine scharfe, jede Auskristallisation u. dergl. hemmende, eher eine Auflösungen begünstigende Bewegung stattfindet, während aber die schließliche Ausfällung sehr wohl seitlich davon nur auf dem Rücken der früheren Achat-schicht als an Stellen größerer Ruhelage eintreten konnte.

Es ist das noch hervorzuheben, daß diese weißlichen Lagen und Auskleidungen der Röhren etwas rascher erhärtet sein müssen und von späteren Schrumpfungsvorgängen etc. frei und gestreckt geblieben sind. Als Durchzugsröhren sind die Räume auch wohl nie leer, sondern mit dem jeweilig jüngsten Kieselsäurenachschub in erster Linie erfüllt. Die weißlichen Lagen bezeichnen beginnende bis vollendete Quarzbildung.

Was die Septen betrifft, so läßt sich an meinem Exemplar erkennen, daß tatsächlich eine oder mehrere ganz zarte Verbindungen nach außen durch die hier ganz dünnen Schichten erfolgte; an dieser Stelle ist auch der Achat von außen noch mit einer Delessit- oder Grünerde-artigen Substanz bedeckt, einem Zersetzungsprodukt des Gesteins zunächst und in der vom Gestein gebildeten Blasenwand.

Es ist auch noch folgendes in Betracht zu ziehen: Nach der auch hier vertretenen Ansicht drangen wenigstens anfangs die gelösten Substanzen allseitig in den Blasenraum ein und verteilten sich fast gleichartig auf die ganze Wandfläche desselben; sie können in dem Umfang des Raums so weit eindringen und sich ausbreiten als die im mittlerem Hohlraum schon befindliche Gas- und Flüssigkeitsmenge es zuläßt, welche letzteren durch gewissen Zuwachs an Lösungsmittel bei der Ausfällung sich vermehren; diese müssen aber schließlich einen Ausweg finden; ich sehe ihn auch in den Kanälen, welche durch den geregelten Rücklauf des Lösungsmittels offengehalten werden (vgl. S. 23, 24). — Wo dies nicht möglich ist, da wird die Ausfällung früher abgeschlossen und die Mandel bleibt in größerem Umfang für alle spätere Zeit hohl. Es ist dies auch vielleicht die Ursache der Schichtungen in den oben geschilderten weißlichen Chalzedoneinschaltungen, weil erst ein innerer Überdruck sich gebildet haben muß, ehe ein Durchbruch nach außen folgt; der innere Druck wird jedenfalls dadurch geschaffen, daß neben der Ausfällung durch die Abgabe des Lösungsmittels auch die Kristallisation durch sich selbst fortschreitet infolge der bei der Ausscheidung eingeleiteten Lösungsbewegungen, wodurch schließlich auch mechanische Wirkungen hervorgebracht werden könnten.

¹⁾ Es ist hervorzuheben, daß sich an anderen Stücken auch die gefärbten Bänder weit zurückliegen in die Röhrensepten; immer haben aber die weißen scharfen Bänder hierin einen Vorsprung und vereinigen sich häufigst unter Ausschaltung der gefärbten zuletzt ausgeschiedenen Auskleidungen der Räume; seltener stoßen die weißen Bänder selbst auch an den Röhrensepten seitlich ab.

Es lägen also in Fig. 4 zum mindesten zwei Absetzungen in der Achatbildung¹⁾ vor, von welchen die jüngere noch mehrere Teilstufen aufweist. Etwas Ähnliches läßt sich an anderen vorliegenden Achatproben des pfälzischen Gebietes erkennen. Wenn also die erste Achatbildung der späteren Diagenese der Eruptivmassen angehörte, so dürfte die zweite den ältesten Stadien der Metamorphose zugeteilt werden, obwohl hier die Grenze zwischen beiden Umwandlungsstufen sich genetisch verwischen kann.

Es ist verständlich, daß zu der einer wenig späteren, zeitlich an manchen Stellen vielleicht gar nicht scharf abzutrennenden zweiten Periode, der pneumato-lytischen Mineralisierung des von basischen Durchbrüchen ganz durchwachsenen Pfälzer Sattels und der gleichfalls durchbrochenen (vgl. oben S. 20—22) Nahetalmulde, welcher Vorgang, wie ich an anderer Stelle zeigen werde, in engstem Anschluß an die basischen Eruptiva erfolgte, auch Achatbildung von neuem einsetzte, daß also eine doppelte Phase hiervon (wie allgemein in anderen Fällen) denkbar ist; die Einheit liegt darin, daß die Achatbildung etc. hier als endogenetische, die Mineralisierung als eine überwiegend nachfolgende, epigenetische Äußerung der Entgasung des erkaltenden Magmas betrachtet werden darf. Während erstere in größerer Höhenlage rasch normalere Formen annimmt, bringt letztere, aus größerer Tiefe aufstrebend, in etwas späterer Zeit fremdartige hochthermische Wirkungen und Stoffe mit empor.

Aus dem Vorhergehenden ist ersichtlich, daß ich die immerhin gut ausgeprägte Bänderung mit Eisenoxyd als der LIESEGGANG'schen Diffusionsbänderung für gleichartig halte; anders scheint es mit den schärfer ausgeprägten Bändern weißen Chalzedons zu sein, welche dazwischen meist eine haarscharf abspaltende Lammellenbildung begleitet. Vom Standpunkt der „Diffusionshypothese“ ist es auffällig, daß mit sehr viel geringer sich durchsetzendem, bis nahezu fehlendem, fremdartigen Stoffeindringen eine schärfere Abtrennung in ablösbaren Schichten eintreten soll. Außerdem zeigt sich nach Obigem auch, daß diese weißen und außerordentlich dichten Chalzedonbänder bezüglich der Zusammenlagerung sich anders verhalten als die für Diffusionsbänder leichter anzusprechenden, wirklich gefärbten Bänder; hier Konkordanzen, dort auch Diskordanzen! Dieser Chalzedon zeigt sich auch da, wo er z. B. Quarze überkrustend auftritt, daneben auch mit selbständigen, traubigen Wachstumsformen versehen; außerdem hat er Anteil an den unverkennbar stalaktitischen Bildungen, welche sich oft an ebenso stalaktitische Wachstumskerne eines von der Blasenwandung abgehenden Delessitsinters anschließen und als feinschalige Fortsetzungen dieser Sinterbäumchen deutlich zu erkennen geben. Wenn dann diese die Achsen bildenden Sinterstämmchen später sich zersetzen bzw. ausgelaugt werden, erscheinen Röhren, welche sich aber dadurch von den oben geschilderten Röhren unterscheiden, daß in letztere die Chalzedonlamellen, die Röhren von innen auskleidend, zurückbiegen, während dies bei dem Chalzedonsinter nicht oder vielmehr das Umgekehrte der Fall ist. Das Stalaktiten-artige Wachstum ist auch darin ausgedrückt, daß diese Achsenstämmchen zuerst für sich eine Hülle von Ringlamellen haben, welche schließlich, nachbarlich gelegen, zusammenfließen, und daß diese gemeinsam von einem einheitlichen System von Lamellen umhüllt werden und solche Nachbarzweige

¹⁾ Mit der Achatbildung ist auch ihr gesetzmäßiger tatsächlicher Abschluß durch Amethyst und Quarz inbegriffen, welcher gelegentlich sehr überwiegen kann; so gibt es Mandeln mit zwei Quarzgenerationen, welche durch eine eingeschaltete Kalzitbildung geschieden sind.

endlich nach ihrem seitlichen Zusammenstoßen wieder von einem dritten etc., und daß schließlich diese Systeme nach Ausgleichung der Ecken und Winkel von einem einheitlichen, abschließenden Systemen linienhaft geführter Chalzedonlamellen überdeckt werden. Was die ersten Anlagen dieser feinen Stämmchen — ich möchte betonen, es sind nicht die Stämmchen des sog. Moosachats — betrifft, so möchte ich glauben, daß es sich hier beim verstärkt bewegten Eindringen (bzw. Eingepreßtwerden) der Quarzlösung an Stellen größerer Durchlässigkeit der Blasenwand zum Teil um eine Aufbröselung der schlecht geschlossenen, von Delessit etwas durchsetzten Blasenwand und der ersten örtlichen Umwandlung an der Blasenwand vor der Kieselsäureinfiltration handelt; sie werden mit der radial vordringenden Kieselsäurelösung nach innen geradlinig zum Teil vorwärts getrieben und, rasch gelatiniert von ihr, festgehalten. Daß das Eindringen der Kieselsäure öfters etwas Gewalttames gehabt hat, dafür sehe ich darin einen Beweis, daß auch von dieser ältesten Blasenwandumbildung Flächenteile regelrecht abgeblättert sind, in den Blasenraum hineinragten, von Chalzedon umkrustet worden sind, was zur Abfächerung des Blasenraumes führte; daran besteht kein Zweifel. — Es ist das wohl auch die Ursache von liegenden Stalaktiten-artigen Achatgewächsen, für welche mir eine Deutung als Folge einer Schrumpfung nicht sehr wahrscheinlich ist; hierbei muß ich erwähnen, daß man bei Entstehungen dieser Art nicht immer lediglich die Schwerkraft als alleinige Ursache der Wachstumsform berücksichtigen darf; es spielen hierbei auch die selbständigen und verschiedenartigen physikalischen Eigenschaften der Lösungen eine gewisse Rolle. — Andere Unebenheiten der Blasenwand geben zu stalaktitartiger Auflagerungsüberkrustung Anlaß, so gerundete Kristallartige Vorragungen als Reste der durchgebrochenen Vereinigung benachbarter Blasen, wofür ich mehrere größere Beispiele in der hiesigen Sammlung habe, ganz abgesehen davon, daß man derartiges auch im Dünnschliff an kleinen Blasen beobachten kann; auch an den kugeligen Oberflächen röhrenartiger Blasen (vgl. S. 13 Anmerkung 1 und das Original zu Fig. 1) läßt sich die Verschmelzung benachbarter Bläschen erkennen.

Die Chalzedonschichten unterscheiden sich nicht durch irgendwelche Fremdbeimengung, sondern durch die größere und geringere Faserdichtung; sie unterscheiden sich von den Diffusionsbändern dadurch, daß die einzelnen Schichtlagen bis zur haarscharfen Fuge innerlich vollständig gleich sind, daß diesseits und jenseits der Fugen, welche als durch Verwitterungsvorgänge gelockert bzw. aufgespaltet betrachtet werden können, zwei strukturell verschiedene, in sich einheitliche Absätze liegen. Auch die Feinheiten der faserigen Mikrostruktur zeigen häufigst eine solche Regelmäßigkeit des Wachstums, solche Differenzierungen, Verbreiterungs- und Verzweigungszunahmen von innen nach außen, daß man an einen der vielen Vorgänge der Kristallfaserbildung denken kann, welche von ganz bestimmten Appositionsfugen ausgehen und bis zu den nächsten reichen und zwar in der Reihenfolge vom Älteren zum Jüngeren.

Ich kann mich daher nicht von der Anschauung freimachen, daß es sich hier z. T. um schichtartige Absätze handelt. Weiter sei noch näher geprüft, ob auch hierbei der von LIESEGANG der Aufmerksamkeit wieder vorgerückte DAUBRÉE'sche Entglasungsversuch von Glas unter Quarz- und Zeolithbildung zu berücksichtigen ist; LIESEGANG lehnt ihn i. c. 1915 S. 115 hinsichtlich der Achattheorie selbst schroff ab.

Ich glaube aber, daß der Versuch neben der Tatsache der Apposition für die Achatbildung nicht nur als „Ähnlichkeit“ angeführt werden darf. Ich habe den DAUBRÉE'schen Versuch schon Geogn. Jahresh. 1903, S. 231 Anm. angeführt, um weitere Beispiele für die Annahme vorzulegen, wie bei glasig erstarrten Gesteinen und bei

Glas in geologischen Zeiten (bei jener Umwandlung, welche das Glas erleiden kann, nämlich bei der „Entglasung“) ähnliche Strukturformen entstehen, wie aus Lösungen bei anwachsender Übersättigung und stark abnehmender Diffusionsmöglichkeit, d. h. bei ihrer Annäherung an den „Glas“zustand. Nach der neueren Petrochemie gilt jedes magmatische Glas als Lösung und Flüssigkeit mit starker innerer Reibung (überhitztem Wasser gegenüber verhält sich Glas wie ein Kolloid), jede Umwandlung (Entglasung) als Kristallisation aus dieser Flüssigkeit (bzw. diesem Magma); so kommen wir auf die bänderartige „rhythmische“ Kristallisation von und in viscosen Lösungen und ihre radialen Absetzungen, welche ich nach einem der zahlreichen, mir wahllos seinerzeit von Herrn Dr. LIESEGANG überlassenen, für wissenschaftliche Verwertung zugestandenen Präparate, nämlich dem der Einfrierungskristallisation von Wasser in Gelatine (Geogn. Jahresh. 1913 S. 287) zur Grundlage einer Auffassungsergänzung der Tutenmergelentstehung gemacht habe.¹⁾ Es gibt eine rhythmische Kristallisation von viscosen Lösungen oder von in solchen enthaltenen Lösungsgenossen, über welche besonders E. KÜSTER (Beitr. z. entwicklungsgeschichtl. Anat. d. Pflanzen) berichtet hat; sie unterscheidet sich auch morphologisch etwas von den mehr amorphen Ausfällungen, welche LIESEGANG vorzugsweise zur Erklärung der Achatstruktur anführt und welche ich für die weniger scharf begrenzten Linien der Eisenpigmentierung vorbehaltslos annehmen möchte, während LIESEGANG die Chalzedonschichtung anders erklärt.²⁾

Für die Chalzedonbänderung ist nun neben den gröberen Appositionszuwachslagen offenbar die primäre, bänderartige Verquarzung der colloidal und wirklich gelöst eingedrungenen Kieselsäure der wichtigste Vorgang; insofern ist der DAUBRÉ'sche Versuch mit Glas bei überhitzten Dämpfen von fundamentaler Bedeutung für die Chalzedonschichtung, denn die überhitzten Dämpfe haben wohl aus dem Glas ein aktives Kolloid mit Glaslösung gemacht und die folgende Erstarrung in querfaserten Bändern ist Achatbildung, soweit der geschichtete und gebänderte Chalzedon in Frage kommt (S. 41 unten). Die letzte Quarz-(Amethyst)generation ist eine Ausscheidung aus vielleicht weniger viscoser, restlich verbliebener Lösung (nach vorläufig völligem Abschluß der Blase nach außen) mit sehr langsamer Auskristallisation (vgl. S. 42, Zu Enhydros).

In der hauptsächlich Kalzitausfällungen in bis über faustgroße Blasen führenden Mittelzone des Porphyritergusses vom Gangelsberg-Schloß Böckelheimer Berg finden sich auch völlig ausfüllende Achatausscheidungen (bzw. Chalzedon, weiß und rötlich scharf gebändert). Unter diesen fiel an einer Anzahl von Stücken auf, daß sie in ganz regelmäßige rhomboëdrische Spaltstücke mit spiegelglatten Flächen zerspringen, daß diese Flächen auch Kalkspathärte haben. Ein anderes Stück zeigt gebänderten Chalzedon am Umfang der Füllung mit gleichen Anzeichen des Kalkspats, der nach der Seite zu tatsächlich in durchsichtigen Kalkspat übergeht, in welchem weiter nach innen, beginnend mit milchiger Trübung wieder die Mischsubstanz auftritt, welche einerseits die Kalzitspaltbarkeit etc. hat und andererseits nach der feinsten Bänderung des Chalzedons in krummschalig nierenförmiger Oberfläche abblättert. Es zeigt sich, daß ganz erheblicher Kalzitgehalt (S. 41) hier die Kieselsäureausscheidung ebenso gleichmäßig durchdringt, wie etwa bei vielen Kiesel-

¹⁾ LIESEGANG hat im N. J. f. M., G. u. P. Beil. 1914 S. 270 Fig. 2 auf Grund eines anderen Versuchs auf die große, in der genannten Abhandlung von mir schon besprochene Ähnlichkeit mit der Tutenkristallisation nachträglich auch hingewiesen.

²⁾ Zentralbl. f. Min. etc. 1911 S. 501, 1910 S. 505.

kalken und in Kalksedimenten eingeschlossenen Hornsteinen. Der „Achat“ löst sich in Salzsäure unter CO_2 -Entwicklung und hinterläßt einen feinen Schlamm, der unter dem Mikroskop sich als Quarz in kleinsten doppelbrechenden Körnchen erweist.

Es ist gar kein Zweifel, daß bei diesen dicht geschlossenen Achatmandeln der Kalk ebenso ursprünglich ist, wie bei den eigentlichen Kalzit- und Braunspatfüllungen; wurden doch sogar einzelne am Umfang gelegene Kalzitkristalle geringerer Größe von diesem Kalzit-Achat umschlossen, so daß ich sogar die Überzeugung habe, daß die Kristalleinheitlichkeit der Mischfüllung der ältesten Ausscheidungsformung angehört (vgl. S. 20 u. 31 und Nachtrag über Kalzit-Achat S. 40) u. S. 81 u. f.

Ich führe darauf zurück, daß bei vielen Achaten Stellen zu beobachten sind, wo (hauptsächlich an dem Umfang) der Achat rau und höchst feintuffig porös wird und den Eindruck von völlig entkalktem Hornstein oder Kieselkalk macht, woselbst nur das feinste Kieselgerüst übrig geblieben ist (vgl. S. 30 u. 42 über Enhydros).

Ich glaube sogar, daß die Erscheinung, welche LIESEGANG in anfechtbarer Weise Entglasung des Achats nennt, nur eine solche „Entkalkung“ ist und daß gewisse andere radiale spaltartige und seitlich sich ausbreitende Hohlraumbildungen und Undichtigkeiten, welche auch in die Chalzedonbänder seitlich eindringen, sowie deren öfters leichte Aufblätterbarkeit, auf solche Karbonatfällungen zurückzuführen sind.

Es dürfte nicht angreifbar sein anzunehmen, daß dieser beträchtliche Karbonatgehalt schon von der gallertigen Kieselsäure vor ihrer Erhärtung angesaugt wurde; allem Anschein nach spricht auch die hierbei trotzdem erhaltene Schärfe der Kieselsäurebänderung für einen ganz ursprünglichen Vorgang bei der Entstehung dieser Bänderung.

Daß eine appositionelle Anlage der Chalzedonschichtung vorliegen muß, das geht auch (S. 27) aus folgendem hervor: 1. Es gibt aus dem Grenzmelaphyr zwischen Mörnsfeld und Kirchheimbolanden und anderwärts in der Pfalz Drusen von Skolezit, dessen Kristalle von scharf gebänderten Chalzedon mit festungsartig vorspringenden Liniensystemen allseitig dicht umwachsen sind. Die innersten an die Kristalle anschließenden Schichtenbänder geben den eckigen Umriß in größter Schärfe wieder; die Schärfe der Ecken der Schichten wird aber mit dem zunehmenden Abstand schwächer und gerundeter, die Form wird mehr und mehr verschleiert. Dies ist das deutlichste Anzeichen allmählicher appositioneller Anlagerung und nicht einer von außen gegen die umhüllten Kristalle zu vordringender diffusiven Bänderung bei welcher überdies die ihnen entgegengesetzte Oberfläche mit ihrer völligen Rundung maßgebend sein müßte und in stärkerer Zurundung diskordant und ohne Gestaltungsbeziehungen an die Kristallflächen anstehen sollte. 2. Eine häufige Erscheinung in Achatdrusen ist, daß an den Umbiegungsstellen der Blasenwand (also Krümmungen mit kleinerem Radius), welche außen immerhin wohl gerundet sind, sich nach den inneren jüngeren Schichten eine scharfe spitzwinkelige Knickung einstellt. Dies entspricht durchaus nicht der in den LIESEGANG'schen Präparaten zu beobachtenden, von diesem Autor selbst hervorgehobenen Zurundung nach innen zu; es müßte höchstens die Diffusion von innen nach außen gedacht werden, dann ist aber die nach außen eintretende ganz allmähliche untadelige Anpassung an die Buckel der Blasenwand eben so wenig verständlich wie die Entstehung der spitzen Winkel in den Umbiegungsstellen der innersten jüngsten Achatoberfläche; für diese liegt morphologisch gar keine Ursache vor. Sie ist aber eher verständlich mit der Annahme, daß es sich um einen Vorgang der Apposition handle und zwar unter allmählicher schrittweiser Änderung des Lösungszustandes. Dieser war im Anfang

weniger zähflüssig und es fand hierbei eine allseitig gleichmäßige Anlagerung, welche in den Ecken zuerst eher zurundend wirkte (S. 40). In späteren Stadien des Zuwachses fand das Gegenteil statt, an den gestreckt und breit gerundeten Flächen fand ein etwas stärkerer Absatz, nach den stärker gekrümmten Flächen eher eine Abnahme des Absatzes und kein Zusammenfließen von beiden Schenkelseiten her statt, womit ein scharfwinkeliges Zusammentreffen daselbst verbunden ist; es nähert sich dieser Vorgang jenem bei Bildung der Röhren und Septalröhren besprochenen verdünnten Zurückbiegen der Bänder und Schichten.

Es sei nun noch auf einige außergewöhnliche Eigentümlichkeiten von Achatbildung eingegangen, soweit sie mit dieser unserer Auffassung in Beziehung gebracht werden können.

Abgesehen also von kleinen undurchlässigeren Flächenteilen der Blasenwand wächst die Achatfüllung von allen Seiten regelmäßig nach innen vor; die Achatkugel drückt mit ihrer Oberfläche die Blasenwand mit ihren öfter unregelmäßigen Aufwölbungen glatt ab. Anders scheint es zu sein, wenn im seltenen Fall der Durchlaß der Lösung auf einzelne Punkte einer größeren Wandfläche beschränkt ist; von diesen einzelnen Punkten verbreitet sich die Lösung dann seitlich in konzentrischen Ringen, wie man sie von den Verkieselungsringen bei Petrefakten kennt, so daß die Oberfläche lediglich von diesen Zuwachssystemen gebildet ist; es ist dies die Form, in welcher die Höhlung zuwächst. An zwei Fundorten (Effusivlager bei Hühnerhof-Abtweiler und Thronfels S. von Schweisweiler) folgt über solcher Achatrinde milchige Quarz. Erstere Druse führt noch zwei Generationen von Baryt. Die Höhlungen waren in beiden Fällen allerdings keine eigentlichen Blasen, sondern verästelte Hohlräume, wie ich sie in ähnlicher Größe im Intrusionsgestein von Mannweiler (vgl. Erl. z. Bl. Donnersberg) beobachtete, welche als verzweigte, rings blind endigende Zerreißungshohlräume miarolitischer Entstehung zu deuten sind, wie sie auch im Porphyrit von Tivoli bei Hochstein u. s. w. mit Achat, Quarz, Eisenglanz und Schwespat ausgekleidet sind, hier aber die in Rede stehende äußere Oberflächenskulptur nicht aufweisen. Im Porphyrit vom Gangelsberg bei Duchrot fand sich diese Wachstumsform an der beiderseitigen dünnen Chalzedonrinde eines blind verzweigten Quarzgängchens; in Geröllücken des Porphyritkonglomerats im Norden davon mit folgenden Baryt.

Man könnte vielleicht auf Grund dieser äußeren Verschiedenheiten hier an etwas grundsätzlich Verschiedenes denken wollen; es sei daher noch auf typische Blasenfüllungen mit gleicher Oberfläche verwiesen.

Ähnliches Wachstum sieht man nämlich auch in den Chalzedonmandeln der Enhydros von Uruguay und zwar in allen inneren Kernen, welche, wie dies v. GÜMBEL mit Analysen von ADOLF SCHWAGER (Sitzungsber. d. K. Bayer. Akad. der Wissensch. 1881 S. 332—334) feststellte, von einer äußeren Hülle von Chalzedon mit darin entstandenen Feldern von Quarz und einem Stilbit-ähnlichen Mineral mit Kalkspat umgeben ist; diese Hülle ist in vielen Fällen (durch Auslaugung fein beigemengter Karbonate?) mürb geworden(?). Der innere feste und dicht geschlossene Chalzedonkern der im ganzen flach zusammengedrückten, öfters verzweigten, breit sackförmigen Blasenfüllungen, welche außen stets blasenförmig glatt sind, zeigt nun einen zweifellos halbring- bis ringförmig dick- und dünnrunzeligen Zuwachs und zwar in mehreren Fällen von zwei annähernd diametral entgegengesetzten Stellen der verlängerten, mit benachbarten Blasenfüllungen in einer gleichen Richtung

abgeplatteten, kuchenartigen, jedoch einseitig (oben?) etwas gewölbteren Form aus; in der Äquatorialzone sind die Runzeln am dicksten, überschieben die älteren Ringe möglichst weit in einer unvollkommenen Schichtandeutung, nach dem Ausgangspunkt der Infiltration zurück- und übergreifend. Ein Septum des Zusammenstoßens

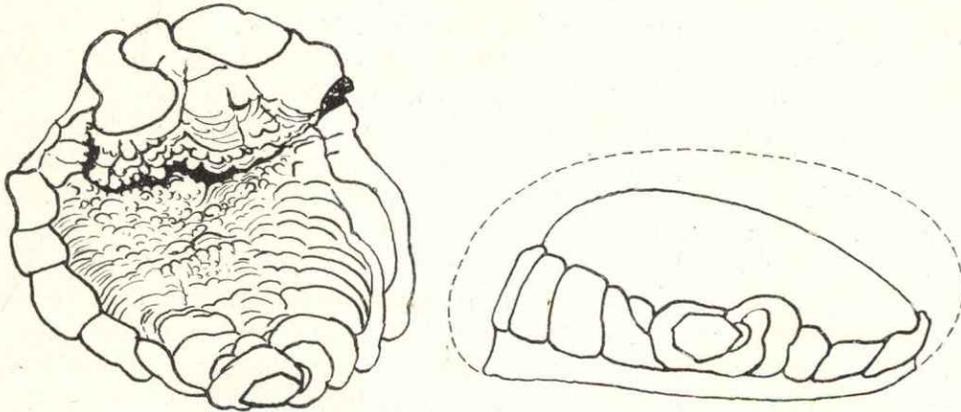


Fig. 5.

Innerer Chalzedonhohlkern (Enhydros), aus einer Blasenfüllung eines melaphyrischen Gesteins von Uruguay. Original zu v. GÜMBEL: Über Enhydros. — Links, von oben: zeigt die von zwei Seitenpolen einander entgegenwachsenden Kieselringwülste; die schwarze Furche deutet die gegenseitige Grenze an; sie ist keine Spalte, sondern hat geschlossenen Boden, ist eine nach der Innenhöhlung geschlossene „Septalbildung“. Rechts, von der Seite: im Pol, an dem die Kieselringe deutlich sind, steckt ein Kalzitkristall (vgl. links unten). Die Runzelskulptur auf der gewölbten Oberfläche (vgl. Figur links) ist nicht dargestellt, dagegen die mehr äquatoriale Lage der sich nach dem Ausgangspunkt und nach der Seite (oben) übergreifend verdickenden und vergrößernden Ringwülste; unterhalb von ihnen der Rest der äußeren Chalzedon-Quarzhülle, welche hier mit dem inneren Hohlkern, der sich an der Oberseite (gestrichelte Linie) ohne Bruch herausgelöst hat, fest verwachsen ist. (Nat. Größe.)

der beiderseitigen Zuwachshälften ist deutlich. Da, wo an einzelnen kleinen Restlücken die Ausscheidung des Chalzedons am wenigsten behindert war, zeigt sich neben sehr feiner Zuwachsstreifung mit Quersfurchen auch am schönsten die bekannte klein-kugelig-nierenförmige Oberfläche. Zu betonen ist, daß, wenn das Wachstum nicht ein einseitig beschränktes gewesen wäre, sondern von allen Seiten der Blase peripher hätte stattfinden können, dann jedenfalls die äußere Quarz- und Zeolith-Chalzedonrinde allseitiger mit Chalzedon gehärtet worden wäre, statt daß sie noch weich von dem formursprünglicheren Wachstum des dichteren Chalzedonkerns etwas beiseite gedrängt wurde. An anderen Exemplaren merkt man, daß der Chalzedonabsatz drei, vier und noch mehr Ausgangspunkte haben kann, daß besonders zunächst den Restlücken des Zusammentreffens der größeren Ringsysteme sich kleinere Füll-Ringsysteme bildeten, welche gewöhnlichen Kieselringen gleichen wie ein Ei dem anderen.¹⁾

Was bedeuten nun die Infiltrationspunkte? Das einzige mir vorliegende Stück mit noch anhängendem melaphyrischem Gestein läßt zunächst ersehen, daß wenigstens der eine hier erhaltene Infiltrationspunkt keine Beziehung zu dem jetzt weich, durchlässig und zusammendrückbar erscheinenden Teil der Hüllschale hat, im Gegenteil liegt er da, wo an ihm die äußere Hülle so stark quarzig und chalzedonführend ist, wie überhaupt; nur zeigt sich hier eine Kristallgruppe von Kalkspat; ebenso an dem anderen Pol, der durch einen größeren Kalzitkristall gekennzeichnet ist. Hier könnte

¹⁾ Bei der Verkieselung von Fossilenschalen findet die bekannte Ringbildung unter Verdrängung des Kalzits statt. Man kann aber beim Enhydros nicht an eine Aufzehrung des Kalks denken, da ja die großen Skalenoeder fast nicht angegriffen sind und die Zeolithsubstanz sehr schwer löslich ist (vgl. Nachtrag S. 81 u. f. über Anlagerungsanzeichen an ältere harte Flächenteile).

also eine Öffnung vorgelegen haben, welche sich später durch Karbonatausscheidung geschlossen hätte. Dies ist aber nicht der Fall; es läßt sich nämlich erkennen, daß diese großen Kalkspatskalenoëder älter gewesen sind wie die innere Chalzedonschicht, da diese sie vollständig (und wie ohne jede Resorption!) glatt überkrustet; es sind dies nur einzelne größere Individuen jener in der äußeren Chalzedonkruste häufigeren Kalzitskalenoëder, welche in dieser äußeren Hülle selbst zu den jüngeren Bildungen gehören; sie halten sich an die eine flachere Seite der Blasenfüllung, größere liegen hauptsächlich auf der Seite, wo obere und untere Wand sich nähern, ganz große befinden sich in seitlicher Winkelstellung neben der von einer Seite sich nähernden stärksten Krümmung. Einzelne große dieser Kalzitskalenoëder ragen weit ins Innere der Enhydroshöhle hinein und sind auch nur teilweise von Chalzedon bzw. dem darauf letztgebildeten Quarz überkrustet; ihre Kristallflächen sind nur zum Teil etwas matt geworden, aber sonst sind die Kristallkanten scharf geblieben.

Diese großen Kristalle sind nur der Ansatzpunkt des ringförmigen Kieselsäureabsatzes gewesen; hier — woselbst wohl die Stellen der stärksten Blasenansammlung bei der Abkühlung des Magmas und noch später sich befinden — hat sich auch die größere Undichtigkeit, der stärkere Zuzug eingestellt, ebenso wie hier auch durch die räumliche Annäherung der Flächen in dem gerundeten Winkelraum alle Flüssigkeit zusammenhaltender geworden ist und sich unter der bekannten Abrundung der Ecken auch leichtflüssige Lösung ansammelt und jede Ausscheidung stärker nach innen vordringt; es äußert sich dies in der gehäuften „äquatorialen“ Chalzedon- und Kalzitbildung der ziemlich stark abgeplatteten Blasenform.

Diese Kalzitkristalle könnten nun vermuten lassen, daß die Temperaturverhältnisse keine sehr hohen mehr gewesen sein können, sonst wäre wohl Aragonit¹⁾

¹⁾ Es ist hier zu betonen, daß die letzten Karbonatausscheidungen in den rheinischen Achatdrusen in den älteren Stadien auch oft Braunspat sind, der in den Erzgängen meist das ältere Karbonatmineral ist; die jüngste Kalkspatbildung ist häufig scharf abgetrennt; so sind Braunspatrosetten in einer schönen Achatdruse von Dennweiler mit dem zunächst älteren Quarz gemeinsam mit einer Eisenglimmerrinde umgeben, auf welcher erst Kalzit in großen Rhomboëdern aufsitzt. Jedoch haben wir unter vielen anderen Fällen auch nicht selten die bei den Enhydros beobachtete Tatsache, daß in den ersten Stadien oder zum Teil vor dem ersten Achat-Chalzedon-Quarzabsatz vereinzelte große Karbonatkristalle auftreten, welche nach der Kristallform und einzelnen Stoffresten — sie sind oft ausgelaugt bzw. durch Braunspat ersetzt — Kalkspat waren (vgl. hierzu auch LIESEGANG 1915 S. 102), wie auch schon (S. 20) erwähnt wurde, daß in den pfälzischen Erz- und Mineralgängen thermischen Ursprungs auch Kalzit in ursprünglicher Kristallform als älteste Bildung ziemlich häufig ist. Nun ist zu bedenken, daß die Ausscheidung dieser Gangminerale, wie des Zinnoberes und der Fahlerze, des Baryts und Quarzes ja die Einwirkung eines Temperaturniedergangs ebenso voraussetzt, wie die Annahme stärker werdender Ansaugung nach den Blasenräumen hin eben die vorherige ganz allmählich zunehmende Abkühlung des gasförmigen Blaseninhalts. — Übrigens ist das Auftreten des Aragonits und Kalkspats nicht durch den Gegensatz „hohe und niedere Temperatur“ erschöpft. In den Mineralvorkommen der Pfalz findet sich Aragonit (vgl. die im Druck befindliche Zusammenstellung der Mineralien und Gesteine der Rheinpfalz) nicht an jene „thermalen“ Gangausscheidungen geknüpft, sondern an gewisse Kalksedimente, welche sonst wenig Einwirkungen thermalen Umsatzes erfahren, überhaupt keine eigenen Beziehungen zu Gangsystemen mit thermalen Zuleitungen besessen zu haben scheinen. Das Vorkommen der Neuausscheidungen von Kalzit mit borhaltigen basischen Silikaten, mit Salzen der Ortho- und Metakieselsäure paragenetisch mit Zeolithen, mit Epidot, Quarz, Eisenglanz und Kupferkies zum Teil in gleichen Gangsystemen mit Bleiglanz, Baryt und Flußspat läßt nicht auf einfache, sondern auf solche der Thermalentstehung wesentlich genäherte Zustände schließen, vielleicht gerade auf solche in abgeschlossenen Räumen mit langsamem Verlust des Lösungsmittels, während Aragonit mit Neigung zu feinfaseriger und sphaerolithischer Ausbildung auf viscoser Lösung mit raschem Lösungsmittelverlust, wie dies bei subaerischen Quellaustritten der Fall ist, deuten würde. Man vergleiche hierzu nach einem Referat von BECKENKAMP in Zeitschr. f. Kristallographie Bd. 36 S. 295 die

zu erwarten gewesen. Jedenfalls spricht die ungleichartige und unvollkommene Chalzedonbildung schon in der äußeren Hülle für besondere, von der gewöhnlichen Achatbildung wohl etwas abgewendete Umstände, wofür noch das Ringzuwachsstum des inneren Chalzedonkernes spricht (vgl. S. 31 und S. 31 Anm.).¹⁾

Während also die erste Ausfällung eine ziemlich allseitige gewesen ist und sich nur darin eine Differenzierung zeigt, daß die geschlosseneren Chalzedon-Quarz-Kalzitausecheidung mit spärlicher aufgesetztem Quarz-Zeolithsinter sich hauptsächlich auf die flache (Unter-?)Seite beschränkt, wogegen letzterer ohne erstere sich mehr auf der gewölbten Oberseite findet, ist die zweite Ausfällung eine örtlich sehr vereinzelt und äußert sich so in der rauhen Morphologie der Oberfläche des Kerns; dieser entspricht nicht mehr dem Raum der ganzen, ursprünglichen Blase, sondern kleinere sackartige Seitenteile wurden schon wie andere kleine Blasen gleich beim erstenmale voll erfüllt. Es handelt sich tatsächlich um eine Teilfüllung, worauf der letzte Rest, nach v. GÜMBELS Darstellung, mit dem durch wenig Kohlensäure, auffällig viel Kieselsäure in Lösung und in schwebenden feinsten Ausscheidungen (wie sich solche in der Sinterkruste finden) ausgezeichneten Wasser erfüllt ist; die Innenfläche des Chalzedonhohlkerns bildet eine Kruste hellen, öfters geschichteten Quarzes. Kalkspat und Zeolith fehlen hier in der zweiten Generation ganz! — Es ist noch beizufügen, daß an der flachen Unterseite die innere und äußere Schale meistens eng verwachsen sind, einerseits in den beiden körnigen und dichten Kieselsäureausscheidungen, andererseits durch die Überkrustung der Kalzitkalenoöder, während dies an der übrigen oberen, gewölbten Fläche der stärkeren Ausbreitung des weichen Quarz-Zeolithsinters nicht der Fall ist; hier schälen sich beide, äußere Hülle und innerer Kern, ohne Bruch voneinander ab.

Es zeigt sich also in diesen inneren Enhydrosschalen eine sehr deutliche Zweiseitigkeit in der Form, welche man als die obere und untere Seite deuten kann; sie äußert sich aber auch schon in den mineralischen Ausscheidungen der äußeren Hülle, deren Vorhergehen noch auf die der inneren zurückwirkt. In beiden Hüllen ist die Äquatorialzone, die Umbiegungszone zwischen oben und unten, ebenso die Stelle der stärksten Krümmung (gemäß den Brennpunktlagen der ellipsoidischen Gestalt) bevorzugt in der Stärke der Ausscheidungen wie in deren Beginn. — Die Abplattung der „unteren“ Seite legt das Vorhandensein verschiedener Spannungen bei der Anpassung der einen Seite an die Horizontale nahe, wodurch die Äquatorialzone auch zum Durchlaß der Lösung geeignet wird (vgl. Über Enhydros S. 81).

In höchst auffälliger Weise tritt die Horizontalität der späteren Achatgeneration in Uruguay-Achaten an Stücken hervor, wie eines in der Skizze Fig. 6 dargestellt ist; die Eigentümlichkeit ist vor allem gegeben durch eine ausgesprochene Einseitigkeit der Blasenform, welche schon durch den Fluß und die Anpassung der einen Seite

Feststellung, daß die Kristallisationsgeschwindigkeit dabei einen großen Einfluß hat: „bei schneller Ausscheidung aus heißer Lösung entsteht Aragonit, erfolgt die Kristallisation genügend langsam, entsteht Kalzit.“ Dies ist für die Beurteilung unserer Pfälzer Zeolithgänge ebenso wichtig.

¹⁾ Es ist mir kein Zweifel, daß die von R. E. LIESEGANG l. c. 1915 S. 118 Fig. 58—60 gegebenen „Kieselringe auf einem brasilianischen Achat“ und zwar auf dem „nicht gebänderten Chalzedon seines Zentrums“ sich auf Bildungen beziehen, wie wir sie nach dem alten und schönen v. GÜMBEL'schen Untersuchungsmaterial von 12 Stücken oben geschildert haben. LIESEGANGS Ansichten stimmen hiermit nicht überein; die Kieselringe sind primäre Formen dieses Chalzedonwachstums. Von Wichtigkeit ist, daß bei seinen Stücken die ältere äußere Chalzedonrinde einheitlich ist und regelrechte Achatbänderung aufweist; der jüngere Kern könnte nur eine unregelmäßig quer dazu gerichtete Bänderung zeigen, die Verwachsung ist aber zu dicht und gleichmäßig. — Bei unserem Material ist der Außenteil der inneren Schale hyalin, der innere Teil unter dem Quarz schwach gebändert.

an die wagrechte Unterlage sich kennzeichnet; während wir bei unseren einheimischen Blasengesteinen nur bei kleinen Blasen eine doppelte Abplattung von oben und unten her sehr häufig finden, ist bei den brasilianischen Gesteinen ausgedrückt, daß die Expansion des Gasinhalts nach oben längere Zeit noch stark

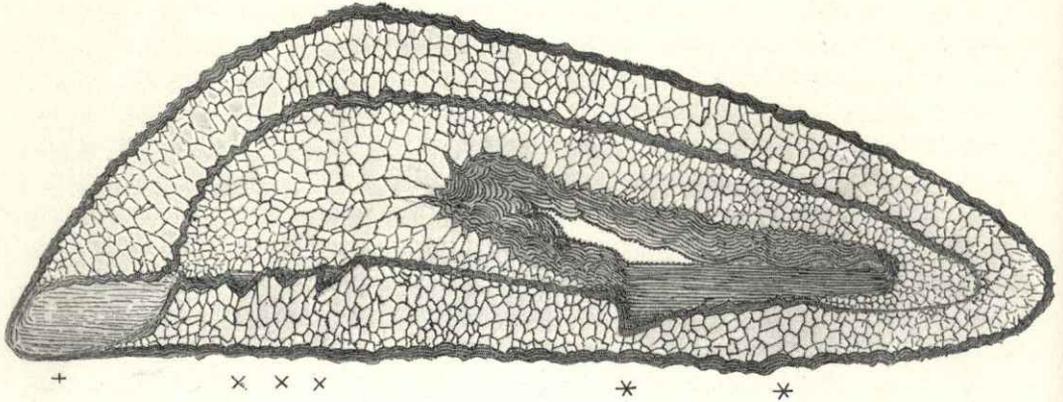


Fig. 6.

wirksam sein konnte. — Eine weitere Eigenheit ist, daß ein gewisser Teil des Achatabsatzes, der gegen die Quarzbildung zurücktritt, auf den Boden beschränkt bleibt und, ohne eigentlich streng von der etwas unregelmäßigen Bodenform abhängig zu sein, eine sehr scharfe Horizontalschichtung erkennen läßt, wie eine unabhängige Flüssigkeit in einem Gefäß, während ein anderer Teil der Achatbildung die Blasenwände ringsum auskleidet.

Es unterscheiden sich hierbei 1. eine äußerste älteste dünne Achatschicht, welche die Unebenheiten der Blasenwände noch in der Achatlamellierung abgießt und welche wie bei anderen Uruguay-Achaten ohne Unterbrechung ringsum läuft; 2. eine äußere dicke Quarzschicht, welche an der einen Ecke eine den größeren Achat-Röhrensepten ähnliche Unterbrechung¹⁾ erfahren hat; diese Stelle (+) entspricht etwa den Stellen der großen Kalkspatkristalle und des Ausgangspunkts der Chalzedonringe bei den Enhydros (Fig. 5). Es ist wahrscheinlich, daß auf der rechten Seite der Blase (aber nicht durch den dargestellten Durchschnitt getroffen) ein ähnlicher septal-röhriger Durchlaß (× ×) bestand, der zu der seitlichen Zweiseitigkeit der Anlaß wäre (vgl. S. 32). Darnach und darüber folgt eine zweite Achat-Quarzbildung, beginnend 3. mit einer 1) ähnlichen gebänderten Achatschicht, welche sich eng um die Spitzen der Quarzkristalle herumlegt und alle Vorragungen mit einer ziemlich gleichmäßigen Kruste umgibt, welche sich nur rechts sehr verdünnt und links, wie es scheint auch verschwächt, in den erwähnten Septalraum fortsetzt. Hier zeigt sich nun gleichzeitig ein Einlaufen der Achatbänderung in ganz horizontale Schichten dieses Raumes, welche sich auch nach oben selbständig fortsetzen; gleichzeitig tritt nach rechts zu in den trichterförmigen Vertiefungen zwischen den Quarzpyramiden (× × ×) die horizontale Schichtung wie bei anderen Uruguay-Achaten scharf dis-

¹⁾ Das steile Aufsteigen der Quarzkristallisation erinnert an die ganz gleiche Tatsache bei den „Achatsepten“ und berechtigt nachträglich den Vergleich, den wir zur Erklärung dieser oft nahe aneinander herantretenden (sich aber nicht vereinigenden) Wandbildungen mit Tatsachen bei kristalloid- und kolloiddendritischen Ausscheidungen (vgl. S. 23—24) machten.

kordant gegen die ringsum laufende zweite Achatrinde. Während nun 4. links darüber eine Quarzkristallisation einsetzt, welche sich hauptsächlich an die Seiten und die Decke hält, zeigt sich am Boden der tiefsten Trichtervertiefung ($\times \times$), nach welcher Stelle von beiden Seiten die Quarzbildung auskeilt, eine ungestörte Fortbildung von Achatlamellen, welche schließlich den Rest des Quarzes noch überkleidet; diese Achatbildung setzt, soweit vorher der Boden des Trichters horizontal ausgefüllt war, die Horizontalität der Bänderung nach innen (oben) fort; soweit aber die Quarzkristallendigungen überkleidet werden, zeigt er bogige Zuwachslinien, welche als Abrundungen der Kristallspitzenformen auftreten. 5. Es findet ein tatsächliches Auskeilen der zweiten Quarzbildung statt und zwar nach dem größeren Trichter zu ($\times \times$) zwischen jener Phase der Achatbildung, welche die Kristalltrichter (+ und $\times \times$) überhaupt ausebnend anfüllt und jener zweiten, welche an dem größten Trichter darüber ($\times \times$) folgt und zugleich seitlich davon wieder den Quarz überkleidet. Da auch hier ($\times \times$) der erste Quarz in größerer Länge dünn und sich gegen die Außenwand senkt, ist die Vermutung sehr wohl begründet, daß man es hier mit dem seitlichen Anschnitt eines zweiten Septums zu tun hat, wie ein solches links (+) durchschnitten ist, welches Septum nun nach der entgegengesetzten Seite der Achat-Quarz-Füllung liegt. 6. Wie peripher umgreifende Achat (und Quarz-)bildung mit solcher wechselt, welche sich lediglich am Boden hält und seitlich scharfbegrenzt abstößt, so beobachtet sich das auch (bei $\times \times$) an den höher hinauf reichenden Achatbändern, von welchen eines horizontal seitlich abstößt und das andere seitlich herumgreifend auswächst. Wie dies auch für alternierende Appositionsvorgänge spricht, so ist es für die Annahme reiner Diffusionsvorgänge wenig empfehlend (vgl. unten S. 40 u. S. 81 „Einzelheiten über Enhydros“).

Ich schließe aus dem Stück folgendes: 1. Wie die erste Quarzausscheidung (wie auch sonst meist) über einer scharf begrenzten und abgeschlossenen Achat-schicht folgt und ohne jede Zerreißungserscheinung (wie auch in solchem Falle sonst stets) von einer gleichmäßigen Achatrinde gedeckt ist, so ist auch diese eine in ihren Ausscheidungsbedingungen selbständigere, von dem Achat abgestufte, in ihrem ersten Zustand verbliebene reine Lösungsausscheidung, welche sich appositionell an den Achat anlegt und ebenso von primär verbliebenem Achat appositionell überdeckt wird. 2. Die Apposition zeigt sich besonders in den die Unebenheiten der ersten Quarz-Achatgeneration ohne spätere Störung horizontal (entsprechend dem „Boden“ der Blasenfüllung) ausgleichenden Achatbänderung, welche dann auch appositionell in höheres Niveau der Achatschichtung fortgesetzt wird; sie stößt in der älteren Phase stets streng seitlich ab, im höheren Nachwachstum tritt damit (zuerst nur alternierend) umgreifende Bänderung auf. 3. Es zeigt sich ein Unterschied zwischen Quarz- und Achatbildung, welche die ganze umfangmäßige Auskleidung des Blasenraumes bildet und solcher, welche der Horizontalen gehorcht und einem Bodenabsatz ähnelt. Dies eröffnet folgende Möglichkeiten: a) entweder ist der ganze Innenraum der Blasen stets allseitig mit Lösung gefüllt und die Ausscheidung schlägt sich rings an der Wand nieder oder erstere dringt, wie ich meine, allseitig von außen ein und wird an der Wand sofort festgehalten; b) sie dringt für den zweiten Fall nur am Boden (gemäß Undichtigkeiten an der Stelle stärkster Spannung bei der Basenbildung und bei der ferneren Diagenese des Gesteins) ein oder sie läuft ringsum stets von den Wänden ab und hinterläßt keine oder nur sehr geringfügige Spuren ihres Ablaufens.

Was die stärkeren Chalzedon-Absetzungen der von mir nicht durchaus als Diffusionserscheinung gehaltenen Achatbänderung betrifft, so entsprechen sie Zwischen-

zeiten, in welchen wohl die Ansaugung, durch Temperaturabnahme veranlaßt, wirken konnte, aber der Lösungsersatz nicht oder nicht so rasch nachfolgen kann. Gleichzeitig mit der Wirkung der Ansaugung der Lösung sind auch die Bedingungen raschen Entzugs des Lösungsmittels und dergleichen gegeben, welche auch die Lösung, wie sie an den Wänden eindringt, sofort verdickend zurückhält und dort bald festigt. Nun ist aber umgekehrt denkbar, daß in jenen Pausen, in welchen die Temperaturabnahme erst stattfinden soll, Lösung unter äußerem Druck (S. 81 u. f.) überschüssig nachdringt und bei schon damit verbundener erhöhter Eigenwärme die Bedingungen rascher Verdickung und der Ausscheidung aber noch nicht gegeben sind; in solchem Falle sammelt sich die Lösung der Schwere nach am Boden und bildet daselbst horizontale Schichten; inzwischen wirkt wieder die Wärme-Abnahme und die Ansaugung, so daß wieder eine peripher umlaufende Schicht gebildet werden kann, wobei wie unter 6. bemerkt, ein Alternieren (Anfang der zweiten Achatgeneration!) stattfinden kann.

In etwas Derartigem liegt also meines Erachtens die Eigentümlichkeit der gebänderten Uruguay-Achate (vgl. DAMMER und TIETZE a. a. O. S. 171, Fig. 25 b und R. E. LIESEGANG, Die Achate S. 81—83, Fig. 38—41). Es wäre verfehlt, ihre Eigenheit mit Besonderheiten chemischer Versuchsanordnung ohne Berücksichtigung des Gesteins und seiner Blasenformen nachahmen¹⁾ und lösen zu wollen; weit näher liegt die Annahme, daß, wie oben dargelegt, die zweite Achatgeneration von einer schon in der Blasenform und der Lage im Gestein ausgeprägten Hauptrichtung, etwa der stratischen, noch stärker abhängig wird als die erste, weil vielleicht zur Zeit ihrer Bildung die allseitig-umfangmäßig wirkende Ansaugung nicht mehr die frühere Stärke besessen hat oder infolge der Nachwirkungen und der Absätze der ersten Generation nicht mehr allseitig zu wirken vermochte.

Der Nachweis zweier Achatgenerationen in so verschiedenen Blasenfüllungen der südamerikanischen Melaphyrmandelsteine weist indessen auf eine Gesetzmäßigkeit hin, welche derartigen Bildungen in allen Eruptivgesteinen gemeinsam zu sein scheint; dies unterstützt unsere obige Deutung als einen Vorgang bei der Diagenese vulkanischer Massen mit den primären und sekundären (endo- und epigenetischen) Rückwirkungen des früheren magmatischen Zustandes auf das weniger und mehr fertige Gestein in seinen der Oberfläche genäherten Verzweigungen.

Über „Ansaugung“ im allgemeinen.

Wir haben bei diesem Erklärungsversuch angenommen, daß durch die Erhaltung des heißen gasförmigen Blaseninhaltes eine sehr durchdringlich wirkende Ansaugung stattfindet; diese gesteigerte Ansaugung, welche im einfachsten Fall und im allgemeinen ja nichts weiter ist als der Druckausgleich mit der darüber liegenden Atmosphäre, erhält in der Tiefe der Gesteine und am Boden der Meere eine häufige Steigerung durch die Wassersäule, welche, wie man sagen kann, in gewisser Tiefe der Erdkruste im Zusammenhang eines großen Netzes von Spaltverbindungen anzutreffen ist,

¹⁾ Auch die von R. E. LIESEGANG im N. Jahrb. f. Min. etc., Festschrift f. M. BAUER, Beil. Bd. 39, 1914 S. 275 erwähnte „Gastrulaform“ eines Enhydros könnte an unserem Material erkannt werden; sie hängt aber hier vielmehr von der maßgebenden Form der Blasenwandung ab bzw. von Kristallvorragungen an ihr, welche umwachsen werden, wodurch sich die inneren Chalzedonwände zu nähern und zu verwachsen scheinen. Das Experiment bietet hier nur eine äußere Zufallsähnlichkeit. Auch sind die Fältelung einer Kieselsäure-Haut und die körnelig-perlig-runzelige Form des Chalzedonzuwachses morphologisch sehr wohl zu unterscheiden. Über die außerordentlich feine Ringstreifung, wie sie manche der Chalzedonfelder dieser Innenschalen zeigen, vgl. S. 81 u. f. „Einzelheiten über Enhydros, Kalzitachat und Achat.“

sogar weite Gebiete tiefer Erdzonen von der unmittelbaren Verbindung mit der Atmosphäre ausschließen kann. Der gesteigerten Ansaugung dürfen zwei wichtige Wirkungen zuerkannt werden: erstens die gesteigerte¹⁾ Lösungsfähigkeit der angesaugten in Bewegung befindlichen Flüssigkeit und zweitens am Ort ihres Stillstandes durch den endgültigen Gas- und Lösungsentzug in der ansaugenden Höhlung mit ihren immer noch höheren Temperaturen, auch die stärkere Konzentration der kolloidalen und wirklichen Lösungen sowie die rasche Mineralausscheidung.

Es dürfte dies auch noch für andere Fälle gelten, welche hier kurz berührt sein mögen. 1. Die Septarien²⁾ erhärten von außen nach innen und endlich entstehen durch einen radialen Zug nach außen im Innern Zerreibungen; diese Zerreibungen können ansaugend auf die noch vorhandenen Lösungsreste in den Körpern der Septarien wirken, so daß an den Wänden der Zerreibungen fast stets reiche Mineralausscheidungen auftreten [vgl. oben S. 19 u. 10⁴⁾ und die daselbst angeführten Literaturbelege]. 2. Bei der Erhärtung der Eruptivgesteine geschieht durch die Kontraktion des auskristallisierenden Magmas eine mikroskopische und makroskopische, sogen. „miarolitische“ Zerreibung; nach dieser werden die Magmenreste gezogen und es entsteht in der Umgebung sehr oft eine Vergrößerung des Gesteinskornes. 3. Auch bei größeren frühen Spaltenbildungen in basischen Gesteinen, welche andere Zerreibungsursachen (tektonische oder statische) haben, wurde ein solcher Zuzug von Magmenresten aus der Umgebung in Ausscheidungen von größeren Korn nachgewiesen. 4. Bei dem Eindringen von Aplitinjektionen in die feinsten Verzweigungen von Spältchen bzw. Undichtigkeiten des gröberen Kornes basischer Gesteine scheinen Ansaugungen wie die unter 2. und 3. mitgewirkt zu haben. Vielleicht gehört z. T. in die Reihe dieser Erscheinungen auch die „Intrusion“ blasigen Magmas in Aderspalten des oberen Grenzmelaphyrs von Wendelsheim und Fürfeld (vgl. S. 15 Fig. 3). 5. Bei tektonischen Zerreibungen entstehen in der Nachbarschaft reichlich allseitig blind verlaufende Zerrsprünge; auch diese können in Sedimenten ansaugend auf benachbarte größere Lösungsmengen wirken und in den oben angegebenen zwei Wirkungsarten auf rasche Ausscheidung hindrängen. Es wird dadurch die auffällige Erscheinung hervorgerufen, daß bei Quersprüngen durch Gesteine verschiedener, nach Lagen geschiedener Mineralmischung die diesen Stoffmischungen entsprechenden Ausscheidungen in haarscharfer Abgrenzung auf den Spaltflächen erscheinen; es läßt sich dies am besten als eine durch die Ansaugung aufs Nebengestein wirkende Unterstützung und örtlich beschränkte Festlegung der Lateralsekretion auffassen (vgl. z. B. Geogn. Jahresh. 1901, S. 41—42 und S. 53; — ich habe die hier mitgeteilte Beobachtung später des öfteren wieder gemacht).

Über die Bedeutung des Baryts in Achatmandeln.

In den Geogn. Jahresh. 1904 XVII S. 168—220, in einem mit einer größeren geologischen Karte des in vielfacher Hinsicht sehr bekannten Dreikuppengebirgs zwischen Glan und Lauter versehenem Werke, sind auch die zum Teil einzigartigen

¹⁾ Diese kann auch durch die bei dem Durchzug erhöhte Wärmeentwicklung im allgemeinen besonders hinsichtlich der wirklichen Lösung von SiO_2 gesteigert gedacht werden.

²⁾ Es gilt dies auch für die durchaus nicht seltene septarienartige Erhärtung karbonatischer Schichtgesteine.

Erzvorkommen einer ziemlich eingehenden Besprechung unterzogen worden. Darunter haben die Schwerspatgänge nach neueren Aufschlüssen und umfassenden Einsammlungen S. 173—198 Tafel II Fig. 14 eine profilmäßige Behandlung neben einer eingehenden mineralogischen Kennzeichnung erfahren, wie sie wohl wenigen Barytgängen zuteil wurde; es ist daher auch ihre Geschichte, das Alter und ihre vermutliche Entstehungsweise dabei ausführlich behandelt worden; die wichtige Tatsache mehrfacher Generationen des Baryts und Zinnobers zugleich wurde geologisch erklärt und es wurden Vergleiche mit gewissen Vorkommen im Schwarzwald angeknüpft. BÄRTLING hat in seinem Werk „Die Schwerspatlagerstätten Deutschlands“, 1911 diese gar nicht so weit zurückliegenden Ausarbeitungen nicht erwähnt. Dadurch sind sie auch anderen Forschern unbekannt geblieben.

Es wurde in dem genannten Gebiet, welches einen Typus des Vorkommens von Baryt mit Quecksilbererzen darstellt, d. h. beide Äußerstformen ihres Auftretens in der Nordpfalz erkennen läßt, so viel festgestellt, daß, trotz der großen Inkongruenz in dem Vorkommen von Baryt und Quecksilbererzen (gelegentlich mit Kupfererzen) doch ihr gemeinsamer Absatz aus demselben großen Vorgang, der sogar sich in zwei Generationen wiederholt, anzunehmen ist, daß nicht etwa die Quecksilbererze für sich einen Sublimationsvorgang, der Baryt davon getrennt einer Lösungsausfällung zuzuschreiben sind. Es wurde darauf hingewiesen, daß inmitten dieser Gebiete zwischen Potzberg und Königsberg auch eine Stelle sehr eindringlicher pneumatolytischer Mineralisierung mit Turmalinausscheidungen vorliegt, der auf die Baryt-Zinnoberbildung auch die Beleuchtung eines Vorgangs aus einem postvulkanischen fumarolartigen Mineralquellensystems werfe, welchem ein zweiter sehr ähnlicher post-orogenetisch folge. Wir fügen nachträglich hinzu, daß zwischen Ulmet und Baumholder-Reichenbach eine Region recht vergleichbarer Neubildungen bekannt wurde, wo in einer Art Vergreisung umgewandelte Gesteine neben einem basischen Durchbruch und in der Nähe aplitischer Injektionen bestehen, welchem Barytbildung, Auftreten von Kupfer- und Quecksilbererzen mehr und weniger eng vergesellschaftet sind. Ich habe daher zur Deutung des Mineralisierungsvorgangs (l. c. S. 205) auf die bekannten, auch Quecksilbererze absetzenden thermalen Steamboat-springs und Sulphur-Banks verwiesen und glaubte, daß das Quellwasser eine kohlen-säurehaltige thermale Soole war, welche die umfangreichen Verkieselungen und die Barytabsätze in Begleitung hatte, auch aus der Tiefe die Zinnoberdämpfe aufgesaugt mit sich führte. Hierbei wurde auf die jetzt noch bestehenden Soolquellen mehr und weniger thermaler Einschätzung, welche in der Pfalz insbesondere an der unteren Nahe bestehen, hingewiesen; es wurde betont, daß diese einer Neueröffnung der alten Tiefenherde in der tertiären Zeit zu verdanken seien (Geogn. Jahresh. 1904 S. 196—197).

Wenn wir nun bezüglich der Erze ohne jeden Zweifel über ihre unmittelbar plutonische Herkunft sein können, so zeigt das Auftreten des Schwerspats doch eine derartige Ungleichmäßigkeit, daß Bedenken nicht unberechtigt sind und die Frage auftaucht, ob wirklich der Schwerspat unmittelbar aus den Tiefenherden entstamme. Bekannt ist, daß saure und basische Feldspäte Baryum führen. Was die mögliche Herkunft des Baryts aus zersetzten Feldspäten betrifft, so verweise ich darauf, daß LASPEYRES in Feldspäten aus dem Tholeyit von Norheim-Götzenfels meßbare Mengen von Baryt und Strontian festgestellt hat. Die Annahme der Entstehung von Baryt aus weitgehender Umwandlung von eruptiven Gesteinen, wie diese für die Pfalz vorliegen, liegt nicht so fern.

Es ist hier auch an der Stelle daran zu erinnern, daß die Bedingungen der Lösung und Ausfällung von Baryt allerdings nicht stets die Gebundenheit an hochthermale und pneumatolytische Erscheinungen verraten, wenn auch zugegeben sei, daß letztere vorwiegen mögen und die Rückwärtsverfolgung der jeweiligen Barytherkunft bald auf solchen Ursprung hinzuleiten scheint. Baryt kommt z. B. wie Zölestin (vgl. hierzu Geogn. Jahresh. 1909 S. 64—66, S. 115—136) im Wellenkalk, im oberen Muschelkalk in Schichten und Septarien als dem Sediment beigegebene Lösungsausscheidung vor; das gleiche gilt vom Auftreten von Baryt in den permischen und karbonischen Toneisensteingeoden, in welchen auch andere Schwefelverbindungen, Metallsulfide auftreten, ähnlich wie an gewissen Konzentrationsstellen von Zölestin — in Tubikolenröhren — im Wellenkalk, Kupferkies und Zinkblende (vgl. l. c. 1909 S. 24) beobachtet sind (vgl. auch Geogn. Jahresh. 1916 Mineralien und Gesteine der Pfalz unter Baryt). Gleichfalls sei daran erinnert, daß der mit den Kupfererzen in Imsbach und Mörsfeld auftretende Flußspat im Bergrheinfelder Bohrloch im Wellenkalk zwischen den beiden Schaumkalkbänken und zwar nicht an einer Hauptspalte, sondern in ganz schmalen, nach oben und seitlich auskeilenden Vertikalspältchen, welche wie stratische Zerreißen (G.J. 1901 S. 44) aussehen, als ältere Ausscheidung unter Kalzit auftritt; an seiner Konzentration und Ausscheidung könnte weiter nichts wie das Soolewasser aus der hangenden Anhydritgruppe mitgewirkt haben. — Die Konzentrationen von Zölestin im Wellenkalk, welche ich l. c. XXII 1909 S. 135 beschrieben habe, sind nicht septarienartiger Natur; es handelt sich um eine Scheidung aus gemischter Lösung, welche nach außen die reine Kalkausscheidung drängte, innen eine Braunspat bildendes Lösungsgemisch hielt, in welcher nun auch Zölestin zur Ausscheidung gelangte; diese Ausscheidung scheint den ganzen Vorgang einzuleiten. Es ist gut, wenn man bei Gelegenheit der Annahme der Wirkung vulkanischer und juveniler Vorgänge auch die Möglichkeit einfacherer Vorbedingungen nicht aus dem Auge läßt; immerhin läßt sich doch das hervorheben: so einfach können die Verhältnisse nicht gedacht werden, wie daß man etwa auf die „Verwitterung“ von basischen oder sauren Gesteinen die hinreichende Lösung und Ausscheidung von Baryt in Gängen und Blasenhöhlräumen derselben Massen begründen könne. Da nun Baryt die Ausscheidungen in den Achatfüllungen ziemlich häufig¹⁾ (in der gleichen Zeitstufe wie Barytharmoton, Datolith, Chabasit, Prehnit etc.) abschließt, so sind für diese Füllungen andere Voraussetzungen in Betracht zu ziehen als einfache Verwitterung basischer Gesteine. Die Herkunft des Baryts aus basischen Gesteinen ist aber denkbar bei Umwandlungen, wie sie mit der Entstehung der Quecksilbererzgänge in der Pfalz tatsächlich beobachtet wurden. Dabei ist auch der Baryt ein so höchst ungleichmäßiger Begleiter dieser Erze, daß seine primäre „juvenile“ Vergesellschaftung mit ihnen recht fraglich ist; er teilt sich mit Kalkspat und Braunspat in die Rolle des Hauptgesellschafters der Erze und letzterer ist tatsächlich engstens an das Auftreten der Erzgänge in basischen Durchbrüchen oder ihrer nächsten Nachbarschaft geknüpft. Zugleich ist von diesen als ganz zweifellos aufzustellen, daß sie aus der Zersetzung der Eruptivgesteine stammen; ähnliches wird daher für die Kieselsäure und wahrscheinlich auch für andere den Eruptiven angehörigen Stoffe gelten.

¹⁾ Nicht selten treten gleichzeitig (Talböckelheim und Wendelsheim) schmale Barytgängen auf, welche die Achatmandeln auch überkreuzen, also jünger sind.

Wichtigere Einzelheiten über Kalzit-Achat.

(Vgl. S. 28—29 und S. 81 u. f.)

Die kurzen Andeutungen seien noch etwas ergänzt; es kommen zwei Hauptproben zur Untersuchung: ein schwach rötlich gefärbter, sehr gleichmäßig gebänderter Achat, bei welchem die Färbung in einer gleichmäßig verteilten Punktierung mit Eisenoxyd, welche sich an gar keine Grenze hält, und eine zweite weißliche, welche dergleichen überhaupt vermissen läßt. In ersterer Probe sind die als Kieselsäure bei der Auflösung verbleibenden höchst feinen, schwach doppelbrechenden Körnchen gleichmäßig verteilt und lassen den Kalzit nur in äußerster Dünnhheit und dann nicht ganz durchsichtig werden — von dieser Probe ist eine chemische Untersuchung (S. 41) gemacht. Das zweite Probestück zeigt in der äußeren Hälfte eine ungleichmäßig breite periphere Zone mit ganz klarem Kalzit, in welche zum Teil die Achatbänder seitlich auslaufen.

Im peripheren Teil zeigen beide Stücke eine breitere schichtartige Bänderung, welche dadurch verursacht ist, daß die Kieselsäurekörnchen wechselnd, dicht und weniger dicht angereichert sind. Nach innen zu ist die Schichtung sehr viel dünner und zusammengedrängt. Hier zeigen sich die viel erwähnten Körnchen im Dünnschliff höchst gleichmäßig in der Masse verteilt, man hat nur den Eindruck, daß die schwach verlängerten Körnchen etwa radial gestellt sind; das polarisierte Licht zeigt keine Faserstruktur. Die deutlichst ausgesprochene Schichtung ist somit nicht etwa durch radiaifaserige Kristallisationsabsetzung, wie sonst, verdeutlicht, sondern als „Schichtung“ in einfachen Fugungen, in diesen ist öfters als heller ungefärbter Trennungssaum ein feines Bändchen von glasig durchsichtigem Kalzit; es bestand also, ohne daß eine färbende Diffusionsbänderung vorhanden wäre, eine tatsächliche Schichtungstrennungsfuge, welche gelegentlich bei der einheitlichen Kristallisation des von Anfang an beigemischten Kalkkarbonats von Kalzit ausgefüllt wurde.

Höchst charakteristisch ist, daß in den zurückspringenden Winkeln der konvexschaligen Schichtung die Winkelstellung in großer Schärfe stets kenntlich ist, daß aber die nächste Kieselkörnerzone nicht im Sinne eines inneren Differenzierungsvorgangs die Winkelbiegung mitmacht, sondern gerundet beginnt im Sinne einer leicht verständlichen nicht völlig abschließenden Anlagerung einer jüngeren Schicht schon schwerflüssigerer Substanz; diese so entstehenden Winkellücken sind mit Kalzit erfüllt. Wie nun offenbar bei der Auskristallisation des Kalzits kleine Spannungen entstanden, welche die Trennungsfugen um ein geringes erweiterten und auch in die Nachbarschaft der Fugen hie und da kleinste Sprüngehen entsandten, welche mit hellem Kalzit erfüllt sind, so können auch diese nicht überall auftretenden Winkellücken Folge der Abhebung bei der Kalzitkristallisation sein; das würde aber auch das Vorhandensein von solchen scharfen Trennungslinien voraussetzen, wie es sonderbar ist, daß es an den aufeinanderfolgenden Ecken genau in der gleichen Weise auftritt; es könnte das nur noch so erklärt werden, daß in der Gallerte bei dem Kristallisationsvorgang eine Kontraktion eintrat. Bei einem Präparat jenes zweiten Stückes zeigt sich die Schichtung ebenfalls ohne jede neue Stoffeinschaltung sehr deutlich; hier hat man aber das ganz sichere Bild, daß am äußeren Rand der Kieselsäurebänder gegen ganz klaren Kalzit die Körnchen in dem Kalzit zum Teil fast streifig zerteilt und zerstreut, emporgetrieben und zerstäubt erscheinen, so daß es unzweifelhaft ist, daß bei der über diese Grenze hinausgehenden Kalzitbildung der erste Kieselsäureniederschlag in der noch weichen Gallerte von dem Kristallisations-

vorgang sowohl in Einzelkörnchen als in welligen und streifigen Gruppen stark räumlich bewegt wurde; es handelt sich um ein unzweideutiges, sehr belehrendes Bild, an welches sich noch andere gleichartige und gleichbedeutende Erscheinungen anschließen, die zu beschreiben zu weit führen würde.¹⁾

Durch den Überschuß an fast anfänglich beigemischtem Kalk und durch dessen baldige Kristallisation ist in vorliegendem Falle bei zurücktretender Kieselsäure die weitere Faserkristallisation der letzteren rasch gehemmt worden, während sonst bei überschüssiger Kieselsäure die Faserkristallisation jedesmal bis zu den Trennungsfugen eintrat und der schließliche Kieselsäureüberschuß als die innerste Quarz-Amethystmasse langsam und großkörnig auskristallisierte.

Es ist in diesem Kalzit-Achat ein ontogenetisch sehr früher Zustand der Achatbildung erhalten, der uns vergewissert, daß eine Schichtung vorhanden war, 1. ohne daß färbende Diffusionsanzeichen vorliegen, 2. ohne daß scharf schichtartige „Entglasungs“-kristallisationen eingetreten wären, welche zu flächenhafter Absetzung radialer Faserung in bestimmter Länge führen müßten.

Hierbei ist nun noch in Betracht zu ziehen, daß die endgültige Faserkristallisation nicht eigentlich erst die flächenhaften Absetzungen schichtartiger Lösungsausscheidungen verursacht, sondern daß diese deren Ende und zwar erst infolge der Absetzungen darstellt, welches ebenso auch durch die Faserkristallisation überbrückt und undeutlich gemacht werden kann. Das zuerst Ausschlaggebende ist jedenfalls eine gleichmäßig verbreitete, kristallographisch noch nicht notwendig endgültige Erstaussfällung als Übergang aus dem Zustand der Übersättigung, welche Lösungsüberschuß beiseite drängt und neben Flächenkörpern der Ausscheidung solche der Lösungsverdünnung schafft, wie dies nach O. LEHMANN eine Folge von Diffusionsströmungen ist, wobei es einerseits zu Kristallskeletten, Dendriten etc. und andererseits umgekehrt zu sphaeroidischen, schalig-faserigen Gebilden²⁾ kommt. — Ein derartiges Anfangsstadium liegt jedenfalls auch in der verhältnismäßig dichten und gleichmäßigen Quarzkörnelausscheidung des Kalzitachats vor und es könnte hierin ebensogut eine Vorstufe zu jener schichtigen Faserausscheidung gesehen werden, welche DAUBRÉE bei Umwandlung von Glas in heißen Dämpfen beobachtet hat und welche wir oben für einen Teil der Achatstruktur (Chalzedonschichtung) in Anspruch nahmen. — Die oben für Anlagerungskennzeichen angegebenen Lücken

¹⁾ Der Dünnschliff durch den rötlichen Achat-Kalzit zeigt aber auch einige Stellen, woselbst die Schichtungsfugen ganz verschwinden können; es sind das Stellen, an denen ein Zusammenfließen der kolloidalen Schichten noch möglich war. Etwas Derartiges habe ich auch bei Achaten beobachtet, daß die ausgeprägte Schichtung weißlichen Chalzedons nach der Seite hin aufhörte und in bläulichen Chalzedon überging; die weißliche Färbung deutet immerhin den Beginn der Ausscheidung feinstkörnigen Chalzedons in der sonst isotropen Masse an; diese war auf einer unteren abgeplatteten Seite einer in die Länge gezogenen Achatmandel bis zur Mitte vorgedrungen, wodurch die Schichtung erhalten blieb, während sie auf der anderen dickeren und zugleich etwas emporgebogenen Seite ausblieb und daher die Schichtung schließlich zerfloß. Es zeigte sich hier, ohne daß eine Zerreißen der Achatfüllung mit Trennung der Teile stattgefunden hatte, eine stellenweise so scharflinige Grenzfläche zwischen der Masse mit und ohne Schichtbänderung, daß hier in offenbar noch weichem Zustand eine kapillare, später wieder geschlossene Trennungsebene von der Peripherie her wirkte, auf deren einer Seite die Schichtung verloren ging, bzw. nicht entstehen konnte.

²⁾ Der durch Diffusionsströmung (nach O. LEHMANN) vor einer flächenhaften Ausscheidung flächenhaft angesammelte Hof der Lösungsverdünnung kann nicht so leicht wie beim Spitzenwachstum überwunden werden; es ergibt sich hieraus eine flächenhafte Absetzung, diesseits und jenseits welcher der Ausscheidungsvorgang ungestörter sich vollendet und weitergeht.

in den Winkeln würden dann auf streng radiale Kontraktionen zurückzuführen sein, welche die entsprechenden Stellen der unteren (äußeren) Ecken abstumpft und die einspringenden Winkel der oberen (inneren) Fläche etwas verschärft.

Eine Feststellung von Dr. A. SCHWAGER zeigt, daß die Masse aus 79,10% Kalkkarbonat und 20,90% einer quarzartigen Kieselsäure besteht. „Das spez. Gewicht wurde zu 2,677 bestimmt; das dem vorliegenden Gemenge entsprechende Mischverhältnis von Kalzit (sp. Gew. 2,721) und Quarz (sp. Gew. 2,663) von 1:4 würde ein spez. Gew. von 2,707 erfordern; hieraus ist zu schließen, daß dem vorliegenden Quarzgemengenteil ein niedrigeres spezifisches Gewicht eigen ist, als dem gemeinen Quarz. Weitere Anhaltspunkte für die Annahme des Anteils einer besonderen Art Quarzkieselsäure bildet der wegen der kleinen Stoffmenge nicht mit erwünschter Sicherheit ermittelte Glühverlust (= Wasserverlust) zu 1,2% der Gesamtkieselsäure und die Bestimmung der in verdünnter Kalilauge löslichen Gesamtkieselsäure in 5%iger Kalilauge, wobei in 1 Stunde 1,4% der geglühten Masse gelöst wurden.“

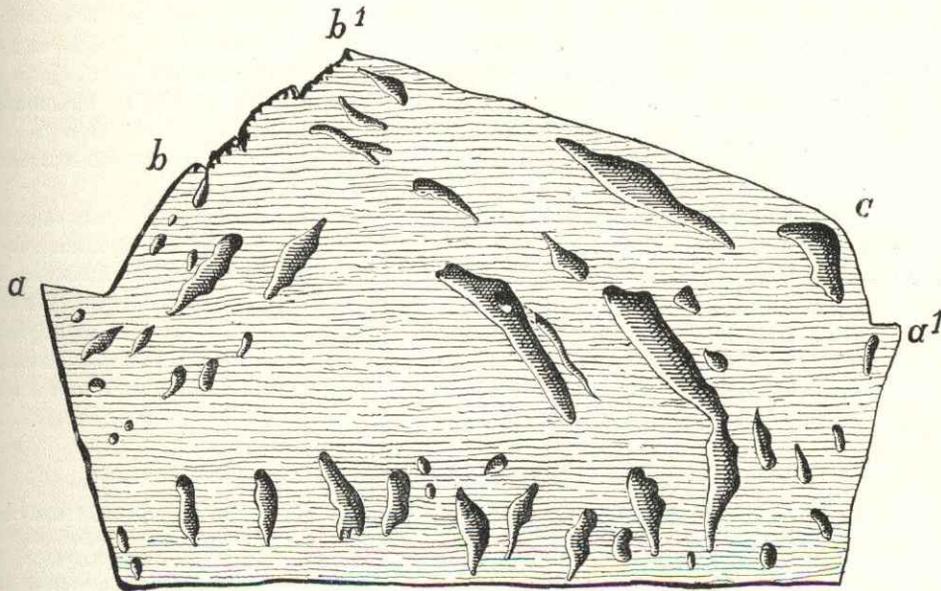
Auch diese Feststellungen lassen gemäß der beträchtlichen Kleinheit der körneligen Substanz und der immerhin vorhandenen, wenn auch nicht starken Doppelbrechung erkennen, daß die Substanz zwar von Opal weit entfernt, doch noch nicht völlig Quarz genannt, also noch in einem gewissen, vielleicht labilen Anfangsstand zur Quarzbildung sich befindet, welcher durch die dichte Kalzitumschließung an der Weiterentwicklung gehindert, festgehalten und aufbewahrt wurde.

Über Blasengestalten in Backwerken im Vergleich mit Gesteinsblasen.

Zur Ergänzung der Ausführungen über Bildung von Blasen und Blasenformen in Eruptivgesteinen S. 12 sei noch zu dem Bild S. 43 folgendes bemerkt. Es stellt den Querschnitt durch einen Formkuchen aus Weizenmehl dar. Das Mehl ist mit Milch angemacht und mit einem sogen. Backpulver (eine Kohlensäure erzeugende Mischung von kohlensaurem Natron und einem mild wirkenden Säurepulver) angerührt. Der zähflüssige Teig, der im vorliegenden Fall etwas stärker mit Flüssigkeit durchsetzt war, als es gebräuchlich ist, ist in einer Form, deren Ecken und Winkel er glatt ausfüllte, rasch einer etwas großen Hitze ausgesetzt worden, wodurch die entwickelten Gase stark in blühendes Treiben gerieten. Am Boden und an den Wänden wurde indessen das Treiben durch die rasche Erhärtung gehemmt. — An den Randecken a und a^1 ist dieser Stillstand hier festgelegt (auf einer Seite war der Teig weniger hoch gegangen). Auch der freiliegende Rücken hatte sich etwas erhärtet, doch nicht so stark wie Boden und Seitenwände, in welchen sich zahlreiche kleine, schwach senkrecht verlängerte Gasbläschen erkennen lassen. Im Innern des noch zähflüssigen Teigs fand aber noch reichliche Dampf- und Gassammlung und Bewegung nach oben statt, welche nun den Rücken emporhoben; auf der rechten Seite, woselbst auch der Wandteil in geringerem Maße infolge rascherer und vollerer Erhärtung emporgehen konnte, war auch jetzt noch die Hemmung größer; so drückten sich die Blasen wohl nach links (Stelle geringerer Erwärmung) und zerrißen nach oben die Decke, wodurch hier die Entgasung eintrat, welche aber bald durch die starke Hitze und Erhärtung des Teigs gehemmt wurde; die Blasenwände sind in voller Spannung erhärtet. Der erwähnte Bruch bb^1 zerriß den Rücken in ganzer Länge und in jedem Querschnitt zeigt sich das gleiche Bild mit nur unwesentlichen Änderungen. An mehreren Stellen der Mitte des Teigs zeigte sich die Vereinigung mehrerer Blasen nach oben zu einem Blasenstamm. Auf der rechten Seite des Rückens bei c kam es nicht zum Durchbruch, dagegen zu einer eckigen Abbiegung, in welcher sich die ganze Länge des Laibs hindurch größere Blasen ansammelten. In dem Bild sind natürlich die vielen kleinen Bläschen des Teigs nicht berücksichtigt.

Im Hinblick auf dieses belehrende Beispiel möchte ich annehmen, daß solche Blasenstämmchen wie in Fig. 1 u. Fig. 2, S. 12 nicht nur durch seitliche Einengung infolge fortschreitender Auskristallisation und Erhärtung von der Seite und schließlich auch von oben entstanden sein konnten, sondern auch durch einseitige Erwärmung von unten; letztere ist als Folge nachträglichen lagergangartigen Nachdurchbruchs eines Magmennachschubs innerhalb einer älteren Intrusion auch in ihrer Abgrenzung erklärlich und deutlich (Fig. 1), welcher Art Nachschübe in einem intrusiven Melaphyrlagergang eigentlich

noch näher liegen, als in der Grenzmelaphyr-Effusion von Wendelsheim-Mörsfeld (vgl. Fig. 3, S. 15), wie sie in ganz ähnlicher Weise auch bei Fürfeld auftreten; ganz abgesehen davon, daß eine Anzahl Aplitinjektionen bei Niederkirchen, bei Tholey und bei Mörsfeld rein lagerartige Spalten voraussetzen.



Wie obiges Bild ausgezeichnete Ähnlichkeit mit Fig. 1 aufweist, so zeigen Blasen und die Blasenordnung im gewöhnlichen Brot sehr große Vergleichbarkeit mit jenen in den Lehmknollen auf S. 8 beschriebenen. Beim Brot: infolge des Sauerteigs beginnende Blasenentwicklung vor dem Backen, weitere Hebung des Teigs und Blähung der Blasen beim Beginn der Wärmewirkung, durch die rasche Erhärtung der Kruste eine Art Formung und Richtung der Blasenarten nach der Wölbung der Kruste und Festlegung der Blasenform in der Krume durch das Garwerden des Teigs.

Eine weitere Probe in einer um die Hälfte engeren Backform wurde stark einseitig erhitzt; die Blasen, welche senkrecht vom Boden aufsteigen, waren verhältnismäßig klein; dagegen waren die von der stärker erhitzten Seite abgehenden lang; da nun auch die freie Decke rasch erhärtete, bildete sich ein Längssprung mit Teigaustreibung auf der anderen Seitenfläche und zwar etwa unterhalb des Punktes a , so daß ein Stück des Salbands gegen die Form mit emporgerissen wurde. Nach dieser Durchbruchlinie waren sämtliche Blasen von der Seite a^1 her schwach aufsteigend verlängert.

Eine dritte Backprobe wurde bei gleichen Voraussetzungen nicht so einseitig gesteigerter Erwärmung ausgesetzt; es zeigt sich hierbei, daß die Absätze a u. a^1 weniger scharf waren und daß die Rückenwölbung gleichmäßiger von diesen Absätzen, welche einer seitlichen Salbändererhärtung gegenüber der Erhärtung an einer freien äußeren Oberfläche gleichzustellen sind, in die Höhe getrieben ist. Auch hier kam es zu einem (aber viel schwächeren) Längsaufbruch der Rückendecke, der aber in der Mitte lag. Ebenso zeigten sich im Innern die vom Boden zuerst steil aufsteigenden kurzen und längeren Röhrenblasen, welche sich beiderseits nach innen und oben ziemlich regelmäßig und zwar nach der Durchbruchstelle einbiegen. — Bei anderen Teigzubereitungen, bei welchen infolge viel geringerer Flüssigkeit der Anmachung der Teig schon vor der Backung formhaltend ist, entstehen keine Röhrenblasen, sondern nur rundliche Blasen, welche in der Außenzone parallel der Oberfläche verlängert und senkrecht dazu stark zusammengedrückt sind (auch an den steilen Seitenflächen), während im Mittelraum allseitig rundliche Blasen in gleichmäßiger allseitiger Aufblähung auftreten; diese sind zweifellos mit ihrem durch die Einengung noch erhöhten Gasdruck an der Abplattung der Blasen der äußeren Zone von innen her beteiligt.

Eine die Spannung erhöhende Einengung des Dampf- und Gasinhalts nach innen und oben durch die hier mit der Einengung verbundene Erhärtung des Außenkörpers ist unverkennbar. — Bei den magmatischen Vorgängen ist zu berücksichtigen, daß hier Abkühlung die Erhärtung bringt und starke Wärmezufuhr von einer Seite zum mindesten die Erhaltung des flüssigen Zustandes und somit die Bewegung, Ansammlung und Vereinigung des Gasinhalts in Blasenform begünstigt. Gasdurchbrüche nach oben S. 14 sind bei Ergüssen leicht denkbar; sie setzen aber eine Einengung des Gasgehalts nach

den mittleren wärmsten Teilen des Ergusses voraus, eine Erhöhung der Gasspannung, welche vielleicht durch hinzutretende Wärmeerzeugung durch Druck vermehrt wird, worauf ein Gasdurchbruch an schwachen Stellen der Decke erfolgen muß; bei Ergüssen liegt dies auch deswegen näher, weil ein Abdrängen des Gasgehalts nach der flüssigen Tiefenerstreckung hier sehr viel weniger leicht erreicht werden kann als bei Gangeruptionen. Die in Fig. 2 S. 12 dargestellte Blasenform von insgesamt 10 cm Höhe, welche im gleichen Lagergang an zwei über 1 km entfernten Stellen nachgewiesen ist, wäre weniger für ein Zeichen eines Gasdurchbruchs nahe am Auskeilen des Lagergangs anzusehen, wie für einen Beweis einer durch die Gaseinengung von oben und der Seite stattfindenden Gasbewegung kurz vor der endgültigen Stockung infolge der gesamten Erhärtung. Diese seltene Erscheinung wäre an zwei übereinanderliegenden Stellen oberhalb eines auf zwei Zerreißungsspalten stattfindenden zweiteiligen lagerhaften Nachschubs ungefähr gleichartig ausgebildet.

Die Streckung der Gärungs- und Dampfblasen auch nach der Länge z. B. eines Brotlaibs ohne Beziehung zu Gasausbruchsrissen läßt den Einfluß der Form als Verdunstungs- und Erhärtungsfläche erkennen, läßt auch z. B. vermuten, daß die gestreckte Gestalt der Blasen in Effusivsteinen nicht immer unzweideutig auf die Stromrichtung und auf die Möglichkeit hinweist, daß während des Flusses der Lava die Hauptgasentbindung schon stattgefunden hat; dieses ist z. B. bei Ergüssen unter stärkerer Wassersäule nicht sofort einleuchtend; auch lang-zungenförmig gestreckte Lavateilflüsse würden schon in Ruhe noch das Bild gestreckter Blasenformen hervorrufen können, das man bei der kurbelnden Bewegung des Lavafließens vielleicht zu Unrecht als Flußwirkung ansieht.

Zusammenfassung.

Außer den bekannten Blasenbildungen in Lavagesteinen gibt es auch seltenere in Hohlraum- und Gangsedimenten im Erdinnern; deren blasige Hohlräume entstehen infolge Erhärtungseinengung von außen nach innen in abgegrenzten Massen bei eingeschlossenem, gemischtem Gasgehalt, in welchen eines (CO₂, heiße Dämpfe und dergl.) die Erhärtung verursacht; die Form solcher Blasen ist lediglich abhängig von dem Erhärtungsvorgang. Ähnliches gilt für die Blasenform und die Form von Blasengruppen in Lavagesteinen, seien sie nun gangartig durchbrochen und erhärtet oder oberflächlich geflossen; durch rasch den Durchbrüchen folgende Nachschübe entstehen absonderliche Blasenwachstumsformen und -stellungen, welche mit Blasen in Mehlgebäcken verglichen werden können. — Während bei ersteren Blasenbildungen in neptunischen Absätzen mineralische Ausfüllungen fehlen oder zurücktreten, sind solche bei den magmatischen Gesteinen fast stets vorhanden; sie gehören der späteren Diagenese des Gesteinskörpers an und scheinen zum mindesten eingeleitet, jedoch auch fortgeführt durch die Ansaugungswirkung des sich abkühlenden Blaseninhalts nach dem stärker abgekühlten Gestein zu, dessen Kontraktionszerklüftung schließlich die innere Abkühlung gleichmäßig fördert, ebenso das Eindringen von Lösungsmitteln zur Aufnahme der letzten Gasreste und der Umsetzungserzeugnisse der ersten Diagenese. Diese Entstehungen sind daher sehr alt, worauf ich schon 1903 aufmerksam machte; die Entstehung der Mineralfüllungen hat eingehende Ähnlichkeit mit Mineralgängen postvulkanischer Entstehung, worauf auch 1913 E. WEINCHENK, Gesteinskunde, 3. Auflage, Seite 181 in allgemeinen Zügen hinweist. Es konnten in den Füllungen der Blasen öfter zwei Generationen nachgewiesen werden. Die Achatfüllung besteht aus mehrfachen Arten der Kieselsäureausscheidung aus gemischt kolloidaler und zähflüssiger wirklicher Lösung unter thermalen Umständen. Die Einfüllung wächst im Maße der Ansaugung, welche verschiedene und verschiedenwertige Absetzungen haben kann oder nicht; früher in dem Blaseninnern eingetroffenes Eisenoxydulsalz diffundiert (nicht von außen nach innen) in das dickflüssige Kieselsäuregemisch und bildet hier oxydiert den LIESEGANG'schen Lamellenabsatz als einen Teil der Achatstruktur, wenn auch nicht immer ihren wichtigsten Teil; zum Teil in Gegenbewegung wandert gelöste Kieselsäure an die innere Oberfläche und bildet hier Chalzedon je nach der vorhandenen Mischung; der Chalzedon ist meist Eisen-arm, er schichtet sich von außen nach innen (Blasenmitte) z. T. nach der Art der Schichtung des DAUBRÉE'schen Versuchs; er bildet mit nachfolgendem Quarz und Amethyst die innere Oberfläche, welche nicht eine neugebildete Schrumpfungsoberfläche ist, sondern stets die wahre Oberfläche des Absatzes der gelöst eindringenden Stoffe gegen den Restraum der ursprünglichen Blasenöhrlung; auf dieser inneren Oberfläche kann sich der Vorgang wiederholen; es kann Lösung nachdringen durch die radialen Septalräume und -Röhrchen, ebenso wie durch die noch nicht geschlossen gehärteten ersten Ausschreibungen, welche hierdurch ergänzt werden müssen. — Der Abzug der gasförmigen und flüssigen Lösungsmittelüberschüsse geschieht so weit es geht auf dem gleichen Wege; es sind das die größeren, kürzer und länger offenbleibenden Räume des auch rückläufigen Lösungsverkehrs, welche als radiale Zwischenräume und noch als Scheidewände des schließlichen Entgegenwachsens sowohl bei kristalloid als kolloid dendritischem Wachstums mit zurücktretender schalig-konzentrischer Struktur als bei faserig und dicht-schalig konzentrischem Wachstum als meist unüberbrückte Räume des Lösungsentzugs und der Lösungsmittelvermehrung bis zuletzt bestehen bleiben; das ist eine minerogenetische Begleiterscheinung kugelschaligen Wachstums (nach dem Blaseninnern), welche beim Achat trotz der entgegengesetzten Gestaltungseinwirkungen (Abformung der konkaven Blasenwand und der gleichartigen Einwirkung der Eintrocknung — Bildung einer nach innen gewendeten Hohlfläche — auf die gallertige bezw. viscose Kieselsäure) deutlich zum Ausdruck kommt.

Über die Vorkommen von Asphalt in Mineralgängen und Eruptivgesteinen der Rheinpfalz.

(Mit einem Überblick über die permische Mineral- und Erzverteilung und ihre Ursachen.)

Von

Dr. Otto M. Reis.

(Mit 2 Abbildungen.)

In den Geognost. Jahreshäften 1904, XVII, S. 196 hat der Verf. kurz eine allgemeinere Anschauung über die Herkunft des Asphalts als vorläufiges Ergebnis der Prüfung der Funde in den Baryt- und Quecksilbererzergängen ausgesprochen, welche in den Erläuterungen zum Blatte Donnersberg weiter ergänzt werden sollte; es wird statt dessen hier eine Darstellung aller bekannt gewordenen Einzelvorkommen¹⁾ gegeben, um vielleicht von diesen etwas über die Entstehungsweise dieser merkwürdigen Mineralvorkommen folgern zu können.

I. Asphaltvorkommen zwischen Glan und Lauter.

Vom Potzberg werden häufige Asphaltvorkommen erwähnt, vom Königsberg sehr wenig.

In der Geognostischen Sammlung des K. Oberbergamts ist von beiden Punkten kein Belegstück vorhanden; nach v. BEROLDINGEN und DECHEN wurde Asphalt in der Grube Davidskrone am Potzberg mit gediegen Quecksilber, derbem Zinnober, Schwefelkies, Eisenmulm und vereinzelt auch mit Kalkspat angetroffen, der in den Potzberg-Gängchen sonst sehr selten ist. Der dem Potzberg nahe liegende Fundort Rammelsbach etc. ist unten (S. 46) besprochen.

Vom Königsberg (Laufhauser Werk) erwähnt v. BEROLDINGEN Asphalt mit Malachit, Schwefelkies, Limonit und Zinnober.

Ein interessantes Vorkommen von Asphalt ist durch ein Handstück alter Einsammlung aus dem Kohlenbergbau vom Blochersberg bei Odenbach belegt; es ist ein Hangend- oder Liegendstück des Odenbacher Kohlenflözes, in welchem Bänder tonreicherer, tiefbräunlich gefärbter Kohle mit von Schwefelkiesschnüren durchsetzten Bändern von Glanzkohle wechseln, welche sich nach einer Seite stärker zusammenschließen. Quer durch diese Bänderung setzt ein Kalzitgang — und ist hierdurch eigentlich als „Gang“ gekennzeichnet, trotzdem das jenseitige Salband nicht vorhanden ist — mit Schwefelkies und kupferhaltigem Schwefelkies als jüngere

¹⁾ Das Untersuchungsmaterial ist unterdessen durch ausgedehntere Einsammlung an zwei älter bekannten, in unserer Sammlung nur ungenügend vertretenen und durch Feststellung dreier neuer Fundpunkte erheblich vermehrt worden. — Vgl. auch ARNDT, REIS und SCHWAGER, Übersicht der Min. u. Gest. der Rheinpfalz, Geogn. Jahresh. 1916.

Bildung; die Kalzitkristalle haben zum Teil freie Oberfläche, das Gängchen war also nicht dicht geschlossen. Zwischen die Kristalle geklemmt und teilweise deutlich von ihnen überwachsen und in den Fugen seiner Erhärtungszerreißung von Kalzit durchwachsen tritt nun der ganz glanzkohlenartig versteinte Asphalt auf; mit ihm gleichzeitig und zum Teil jünger ist eine Schwefelkieskruste, die auf dem Kalkspat aufsitzt.

Der Fundort Blochersberg weist einerseits zunächst auf die Abbaue des Odenbacher Kohlenflözes, aus welchem das Stück schon seiner frischen Beschaffenheit nach stammt, andererseits darauf hin, daß die Schichten hier kreuzweise von Kuselitgängen durchsetzt werden; der Gang am „Halkkreuz“ wurde seinerzeit vom Bergbau auf große Länge hin angetroffen; es scheint der Gang auch wasserstauend gewesen zu sein (v. OEYNHAUSEN gibt in NÖGGERATH, Geb. Rheinl. Westph. 1822 S. 241 näheres über Beobachtungen zunächst des Ganges).

Nördlich von Reipoltskirchen treten im Odenbachtal nach Ginsweiler zu mehrfach schmale Tholeyitlager auf, welche mit öfters kalkigen Schiefen der Odenbacher Schichten zusammentreffen und diese kalzitisch umwandeln; in einem dieser Kontaktbereiche sind die umkristallisierten Kalkschiefer durch eingedrungenen Selandonit schwach grünlich gefärbt; ein Kalzitgängchen durchkreuzt unter spitzem Winkel diese Schiefer und trägt nach der Gangmitte zu Asphalt bis 3 mm Dicke, die feine Oberfläche der Kalkspatrhomböeder überkrustend. Der Asphalt ist hier indessen nicht Letztbildung, sondern es folgt darüber Braunspat. Auch eine Aufblätterung an den Schiefen selbst birgt Asphalt; hier ging aber ebenso wie an dem erwähnten Hauptgängchen eine spätere Schubfläche hindurch, so daß eine klare Feststellung der Folge nicht ganz vollkommen zu geben ist. Daß Asphalt auch schon in geringem Umfang das Liegende der Kalzitgängchen an der Grenze gegen die Schiefer bildet, scheint eher die Folge der späteren Bewegungen zu sein.

Wie wir später sehen werden, ist in sehr vielen anderen Fällen der Karbonatabsätze in Spalten, besonders in der Umgebung und im Zusammenhang mit den Melaphyanstehen, Braunspat die ältere, Kalzit die jüngere Bildung; in den beiden besprochenen Fällen ist aber Kalzit die Hauptgangfüllung und in einem ist Braunspat jünger. Es darf dies hier nicht wundern, da die Schichten, in welchen diese Absätze statthatten, selbst sehr kalkhaltig sind; daher kam aus den gefritteten Schiefen zunächst Kalkspat zur Ausscheidung, während das gemischte Magnesia-, Eisen- und Kalkkarbonat im Anschluß an die spätere Veränderung des nahen Eruptivgesteins das nächst jüngere Erzeugnis ist. Auffällig ist aber doch, daß der Asphalt älter ist als der Braunspat.

Von Lauterecken erwähnt A. LEPPLA (Naturw. Wochenschr. N. F. I [XVII] S. 574) aus einem Melaphyr schwarzen zähflüssigen Asphalt, der wie Pech brennt, jedoch geruchlos ist; er „kann möglicherweise als ein verdichtetes grubengasähnliches Produkt angesehen werden, welches aus der Zersetzung der tieferliegenden Kohlenvorräte herrührt.“

Das von LEPPLA hierbei erwähnte Vorkommen von Rammelsbach in den Kalkbänken der Unteren Kuseler Schichten ist in unserer Sammlung auch vertreten; das eine Stück zeigt eine Druse in einem etwa 2 cm breiten Kalkspatgang in reinem Kalk mit Schwefelkies im Liegenden und Kupferkies als Einschluß nach oben zu. Das eingedickte Petroleum — von „Asphalt“ kann hier eigentlich nicht geredet werden — überschmutzt die freien Skalenoöderenden. — Das zweite Stück zeigt das Bruchstück einer Braunspatdruse mit reichlich Kupferkies; das eingedickte Erdöl überzieht die freien Kristallenden und drang in die älteren Fugen zwischen

den Kristallschalen ein; fast sieht es aus, als ob es von der Kristallisation umschlossen wurde, jedoch ist dies nicht sicher.

Neben diesen aus dem der Kuselitintrusion angelagerten Kalk stammenden, jedenfalls „jüngeren“ Asphaltvorkommen liegen aus dem gleichen Kalkzug noch zwei Asphaltvorkommen in queren Kalzitspältchen vor, welche der Härte nach (eine durchschnittliche höchste Härte wurde von Dr. A. SCHWAGER mit $H. = 4,2$ bestimmt) einen sehr viel höheren Grad einnehmen und daher als „ältere“ bezeichnet werden dürfen; beide Vorkommen vom westlichen und östlichen Seitenende der Intrusion, von Altenglan und Etschberg stammend, sind jünger als der sie begleitende Kalzit.

An dem der Kuselitintrusion vom Remigiusberg diagonal entgegengesetzten Ende der Dreikuppen-Aufwölbung des Glan-Lauter-Gebirgs liegt die Niederkirchner Intrusionsmasse, welcher die Erzregion vom Königsberg ungefähr ebenso zugelagert ist, wie die des Potzbergs der Intrusionsmasse des Remigiusbergs. Von ihrem Seitenende westlich von Kaulbach, Aufstieg zum „Steinere Mann“ (vgl. Königsberg-Potzbergkarte südöstliche Ecke, Geogn. Jahresh. 1904 S. 209), liegt ein gelblicher feinkörniger Sandstein vor, dessen Farbe schon die ockerige Umwandlung eines fein verteilten Schwefelkies- oder Eisenkarbonatgehalts andeutet; in diesem Sandstein zeigen sich eine Anzahl kleiner Spältchen, welche in ihrer Form an stratische Zerreibungen (vgl. Geogn. Jahresh. 1909 S. 75) erinnern, wie solche entweder mit septarienartigen, innerhalb einer Schicht bleibenden Sprungsystemen zu vergleichen sind, oder infolge von Veränderungen im ursprünglichen Festigkeitszusammenhang einer Schicht unter den alten Druckverhältnissen entstehen, also in jedem Falle älteren Vorgängen entsprechen. In diesen Klüften finden sich, wie dies auch an einer anderen Stelle beobachtet ist, Steinmark-artige Füllungen, welche anderorts wieder von jüngeren mit Kalzit gefüllten Spältchen überkreuzt werden (vgl. Erl. z. Bl. Donnersberg S. 29 und „Mineralien und Gesteine der Rheinpfalz“ unter „Steinmark“ und „Kalkspat“). Als Letztfüllung der Spältchen neben dem Steinmark tritt hier Asphalt (vgl. hierzu unten die Vorkommen von Buchwald und Rotenberg bei Duchrot und von Gerbach) als jüngere Bildung auf. Eine weitere wichtige Tatsache an dem kleinen Stück ist, daß ein von der erwähnten kurzzügigen Zersprengung verschiedener Sprung das Gestein durchzieht, welcher mit Glättung auf Gebirgsbewegungen hinweist und außerdem mit Malachit und Lasuranflügen besetzt ist. — Man ist an dem Ort der Auffindung des Stückes nicht nur in großer Nähe mit dem südwestlich auskeilenden Ende der Niederkirchner Gabbrodiabasmasse, sondern auch neben der großen Störung, welche auf das Erzgangsystem vom Königsberg zuläuft (von wo allerdings keine Kupfererze bekannt sind), sei es nun, daß diese Störung an der Entstehung der Erzgänge selbst schuld ist, sei es daß sie an der Stelle einer Schichtenspannung entstanden ist, in welcher — vielleicht zeitlich etwas davon verschieden — die selbständige Zerreißung der Erzklüfte auftrat (vgl. Geogn. Jahresh. 1904 S. 210—212 und ebenda 1915 „Verteilung der Eruptiva“ S. 184).

2. Asphaltvorkommen O. vom AIsenztal.

Hierunter kommen die in nordsüdlicher Folge quer zur Sattelachse gelegenen Quecksilberabbaugebiete vom Stahlberg, Moschellandsberg und Lemberg zur Besprechung; es handelt sich hierbei auch um die Vorkommen in mehr oder weniger ausgeprägten Schichtgewölben bzw. Kuppeln.

Vom Moschellandsberg erwähnt DECHEN Asphalt nach v. BEROLDINGEN in der Grube Gottesgab und Baron Friedrich „mit Zinnobergebirg“. In der Samm-

lung der Geognostischen Abteilung findet sich ein über Hühnerei großes Stück, das über einem ebenflächigen, Eisenoxyd-reichen, mit Steinmark besetzten, Zinnober-spuren enthaltenden Salband eine Gangfüllung von wenigstens 3 cm Dicke darstellt; eine Anzahl größerer verzweigter Löcher und Sprünge der Asphaltmasse ist mit Krusten des im Moschellandsberg so verbreiteten und hier charakteristische Polster bildenden Braunspats besetzt, welcher einer jüngeren Gangphase angehört.

Vom Stahlberg wird Asphalt mit Zinnoberkristallen vom Roßwald erwähnt (v. BEROLDINGEN); in unserer Sammlung ist von dorthier ein Stück eines veränderten körnigen Sandsteins, der von einer Quarzader durchsetzt ist; auf einem unregelmäßigen Querbruch hierzu sitzt ein Wechsel von Zinnober und Schwefelkies, mit ersterem beginnend und endend; die unregelmäßige Drusenoberfläche des Zinnobers ist nun dick mit Asphalt besetzt, der so in die drusigen Löcher hineingedrungen ist, daß an Bruchstellen die Zinnoberkristalle auf dem Asphalt zu sitzen scheinen; es ist dies auch an Stellen tatsächlich der Fall und ist Asphalt nicht die letzte Bildung.

An den vorhandenen, noch nicht ausgeebneten Halden am Stahlberg hat sich Asphalt nur vom Quarzitgang des „Steinkreuzes“ zunächst dem Ausgang des Katzenbachs N. von Rockenhausen auffinden lassen, während an den sonstigen Halden verschiedenster Stufen der Ganggesteine hie und da auch Spuren von Zinnober noch nachweisbar waren. Der Asphalt kommt hier in ganz kleinen mit feinsten Quarzkriställchen ausgekleideten Löchern der quarzigen und quarzitären Gangmasse vor, welche auch die „Pfahl“-artige Felshebung zunächst des Tals bildet; mit ihm ähnlich tritt in solchen Höhlen Markasit in Einzelkristallen auf.

Schief gegenüber vom Auslaufen des Steinkreuzpfahls stehen auf der rechten Alsenzalseite unveränderte obere Obere Kuseler (Hoover) Schichten an; diese führen vereinzelte 3—5 cm hohe dunkelschwarze bituminöse Karbonatbänkchen sedimentärer Entstehung, etwa von der chemischen Zusammensetzung des Braunspats. Am Hang des Steinhübels nördlich von Rockenhausen zeigen diese Bänkchen eine dünnklüftige vertikale Zersprengung, welche nach der Hangend- bzw. Liegendgrenze und auch nach der Seite hin in Haarspältchen auskeilt. Diese bis 1,5 mm starken Spältchen, welche außerordentlich einer septarienartigen, stratischen Zersprengung ähneln, besitzen nun eine dünne Ausfüllung von Kalzit und jüngerem Asphalt.

Da ich mit dem Begriff septarienartige Zersprengung und der Ausfüllung der Septarienfugen auch die Anschauung verband, daß die letztere nur die Stoffe enthält, welche (vielleicht durch Ansaugung von dem Austrocknungsspältchen her) in den Schichtkörpern verfügbar sind, so war diese im Jahre 1904 schon gemachte Auffindung die Ursache der in Erl. z. Bl. Potzberg S. 196 Geogn. Jahresh. 1904 ausgesprochenen Anschauung, daß der Asphalt der Mineralgänge mit Hilfe der mineralisierenden thermalen Soolenwässer aus dem Bitumengehalt der karbonischen und permkarbonischen Schichten selbst stamme; wobei zu bemerken ist, daß die betreffende Stelle im Weiterstreichen des Auslaufens der Stahlberger Gänge und am Seitenende des Hoover Hof-Tholeytmassivs liegt. Gegen diese Ansicht läßt sich auch jetzt nur die Beobachtung anführen, daß diese Bänkchen selbst in der Nähe ihres Ausstreichens am Hang des Geländes offenbar nur eine sehr geringe Umwandlung im Gesteinskörper erfahren haben, so daß es eher scheinen könnte, als ob der Asphalt ohne sekundäre Beihilfe aus dem Körper der Bänkchen stamme.¹⁾

¹⁾ Ich muß allerdings hervorheben, daß ich dieses Auftreten sonst in ähnlichen Karbonatbänkchen nirgends mehr beobachtet habe, auch nicht im einfachen Kontakt solcher mit basischen

Von dem „Asphalt mit Kies“ im Sandstein von Waldgrehweiler (nach v. BEROLDINGEN) ist keine Probe vorhanden.

Von den Quecksilberwerken am Lemberg wird in der Literatur kein Asphalt angegeben; vom Unterhäuser Berg, der Lembergfortsetzung unmittelbar jenseits der Grenze, hat sich am Fuß der vom „Laboratorium“ herabziehenden Schlucht, östlich der (vgl. Bl. Donnersberg) herabziehenden Störung Asphalt als dickere Kluffüllung aufgefunden; die Ränder sind mit Limonit überzogen, ebenso die Zerklüftungsflächen des Asphalts selbst; teilweise ist Limonit in mulmiger Beschaffenheit vom Asphalt umschlossen. An diesen limonitischen Begrenzungen zeigen sich auch die Abgüsse von Schubflächen mit Striemen, Zeichen einer Bewegung, welche offenbar diese Kluffüllung nach ihrer Entstehung betroffen hat; die Zone der Erzgänge hier liegt in der südlichen Fortsetzung eines den Lembergporphyrit von NNW. durchsetzenden Tholeyitgangs wie auch zunächst der tektonisch noch abgesetzten lagerhaften Bingerter Tholeyitdurchbrüche. In der Umgebung des Asphaltauftretens zeigen sich auch zahlreiche Quarzadern im Porphyrit.

Westlich vom Lemberg und südsüdöstlich von Duchrot durchsetzen die Odenbacher Schichten eine Anzahl schmaler streichender Tholeyitgänge mit Asphalt. Im Buchwald auf der Südseite des Grabens „im Tal“ und auf der Höhe des Rotenbergs nördlich davon wurden vor einigen Jahren Steinbrüche in diesen gleich den Schichten selbst steil aufgebrochenen Lagergängen angelegt; das Hangende und Liegende bilden Schiefertone und sandige Schiefer; erstere führen vereinzelte Fischschuppen und ein den Austrocknungsrisen vergleichbares Netzsystem von fauststarkem Durchmesser, in welchem sich ein dichter Toneisenstein abgesetzt hat.

I. Das Gestein vom Buchwald führt nahe an der Liegendengrenze einige größere Hohlräume, welche vielleicht als Zerreibungen in noch plastischem Zustand des Magmas aufgefaßt werden können;¹⁾ sie sind zuerst mit Braunspat überkleidet und dann mit einem Kalzit erfüllt bzw. stark überwachsen, der vereinzelte Kupferkieskristalle umschließt. Ältere Zerklüftungssprünge, welche aber, wie mir scheint, nicht Kontraktionsklüfte sind, sind mit einem Belag von ockerig verwitterndem Karbonat und Kalzit mit kupferhaltigen Schwefelkieswürfelchen besetzt. Vereinzelte Spalten, welche ich leider nur aus dem Abraum in allerdings großen Stücken sammeln konnte, führen nun auch als jüngere Bildung Asphalt in großflächigem Belag. Da auf der Oberfläche des Asphalts die charakteristische Skulptur der Eindrücke des Karbonatbelags der gegenseitigen Gangwand gut erhalten ist, so kann die Dicke des Asphaltgangs auf 2—2,5 mm angegeben werden.

Diese Decke ganz versteineten Asphalts ist von zahlreichen Austrocknungsrisen durchsprengt, welche, wie dies auch an anderen Stellen erwähnt sein wird, von einem hellen, fast durchsichtigen Kalzit ausgefüllt wurden. Außerdem umschließt der Asphalt eine Anzahl rundlicher weißlicher Einschlüsse, welche in frischem Anbruch hellbräunlichen Farbestich haben; die Weißfärbung ist hier eine Bleichung durch das Liegen an der Sonne, wodurch das eingedrungene, schwach färbende Bitumen in Oberflächennähe wieder verloren ging.

Gesteinen, wozu z. B. in der Umgegend von Odernheim die Gelegenheit gewesen wäre; darnach blieb doch die Möglichkeit einer außergewöhnlichen Entstehung des Asphalts noch offen. Es sei hier auch noch auf die hiefür wichtigen Beobachtungen in den Fischschiefern von Münsterappel verwiesen (S. 57).

¹⁾ In größerer Zahl an der Hangendengrenze der Mannweiler Lagergänge beobachtet (vgl. Erl. z. Bl. Donnersberg mit Abbildungen).

Diese Masse wurde von Dr. A. SCHWAGER einer Analyse unterzogen:

Weißes tonartiges Mineral (Steinmark? etc.) als Belag auf Spalten des Melaphyrs des Buchwaldbruches bei Duchrot.

Spez. Gewicht des Minerals 2,511—2,528.

Wird von Salzsäure, zum Teil von Schwefelsäure völlig aufgeschlossen (auch nach dem Glühen).

Bauschanalyse:	Normalton oder Kaolin hat die Zusammensetzung:
SiO ₂ 47,87	SiO ₂ 47,05
TiO ₂ Spur	
Al ₂ O ₃ 35,32	Al ₂ O ₃ 39,21
Fe ₂ O ₃ 0,29	
CaO 1,07	
MgO 0,08	
Alk. 0,19	
H ₂ O 14,71	H ₂ O 13,74
Feuchtigkeit = hydr.H ₂ O 0,30	
Organ. 0,98	
Summe 100,81	

Karbonatgehalt und Schwefelkiesanteil am Spaltenbelag und im Innern des Gesteins vom Buchwaldbruch bei Duchrot.

Spaltbelag.		
Zusammensetzung der Salpeter-Salzsäurelösung:		
CaCO ₃ 54,38%	} oder die Karbonate allein:	CaCO ₃ 78,92%
MgCO ₃ 4,56 „		MgCO ₃ 6,62 „
FeCO ₃ 9,96 „		FeCO ₃ 14,46 „
FeS ₂ 31,24 „		100,00%
Cu Spur		
100,14%		

Die Salpeter-Salzsäurelösung des Innengesteins beträgt 16,3% des ganzen Gesteins und besteht aus:

CaCO ₃ 51,50%	} oder die Karbonate allein:	CaCO ₃ 57,83%
MgCO ₃ 12,24 „		MgCO ₃ 13,74 „
FeCO ₃ 25,31 „		FeCO ₃ 28,43 „
FeS ₂ 10,92 „		100,00%
Cu Spur		
99,97%		

Die erste dieser Analysen läßt erkennen, daß man es hier mit dem in den nordpfälzischen prätriadischen Gesteinen so sehr häufigen, dem Steinmark ähnlichen Spaltenmineral zu tun hat, welchem im allgemeinen auch eine Entstehung von prätriadischen Alter zuerkannt werden muß (vgl. unsere Übersicht der Mineralien und Gesteine der Rheinpfalz in Geogn. Jahresh. 1916). Es ist eine Entstehung, welche den ältesten Spaltbildungs- und Kluffüllungsvorgängen im Bereich des Pfälzer Sattels angehört, welche v. GÜMBEL, soweit das Auftreten in den Quecksilbergebieten in Betracht kam, auch mit der Bezeichnung „Horntonstein“ bedachte.¹⁾

Es handelt sich also hier in den weißlichen Einschlüssen um die Reste einer älteren vor der Asphaltdurchdringung bestandenen Spaltfüllung, welche in der Asphaltdecke eingeschlossen waren, nachdem ihre Bruchstücke vorher scheinbar durch Bewegung in einer Flüssigkeit etwas abgerundet wurden.

Soweit die Asphaltdecke abschließend war, sieht man in ihrer Umgebung einen ockerigen Absatz, den Rest einer neuerzeitlichen Auflösung des Eisenkarbonat-

¹⁾ Dieser Begriff schloß freilich auch kieselig metamorphosierte tonige Gesteine mit ein.

haltigen Karbonats; unter der Asphaltdecke ist es nicht zersetzt; dagegen bemerkt man, daß die Oberfläche der Kristalle gerundet und korrodiert sind, ein Umstand, der jedenfalls mit dem Asphaltabsatz zusammenhängt. — Das Karbonat wäre unter dem Begriff Braunsapat zu fassen, der in den alten Mineralgängen der nördlichen Pfalz eine außerordentliche Verbreitung hat.

Das Gestein darf als ein Tholeyit bezeichnet werden mit Hinneigung zu gabbroider Ausbildung; die Feldspäte sind getrübt, die Lamellierung ist fast verschwunden; die Veränderung der Feldspäte ist, der weißlichen Farbe des Gesteins entsprechend, eine tiefgreifende Kaolinisierung, verbunden mit dagegen etwas zurücktretender Kalzitisierung; neben den Feldspäten ist verhältnismäßig frisch der Glimmer in kleinen Blättchen. Augit etc. ist nicht zu sehen; dagegen sind, an die Umrisse größerer Kristalle davon erinnernd, seltener regelmäßige Anhäufungen von Quarz und Kalkspat vorhanden, welche Minerale meist miteinander vorkommen, jedoch innerhalb dieser Gesellschaften wieder voneinander getrennt sind und in getrennten Einzelkristallen auftreten; so sieht man nicht nur die dem Kalzit angrenzenden Quarzkörner dahin Kristallflächen annehmen, sondern auch mehrfach regelmäßige sechseckige Querschnitte von Quarz noch im Kalzit stecken, ein Beweis, daß in einem Hohlraum, der durchaus nichts von einem Blasenohlraum hat, zuerst Quarz frei auskristallisiert ist, ehe die Kalzitbildung begann. Die Stelle der Grundmasse vertritt ein feinstes, oft fein trabekulär verwachsenes Entglasungserzeugnis.

Wir haben in den Gängen dieses Gesteins also auch hier den Asphalt als letzte Bildung zu halten und zwar bei einer bemerkenswerten Vorgeschichte nach der Entstehung einer mit starken Umwandlungen des Gesteinskörpers verbundenen chemischen Ausscheidung und eines Steinmarkähnlichen Gangsediments, endlich nach dessen bemerkenswerter Zerstörung und Annagung.

Wir fassen die Entstehungsgeschichte dieser Gängchen in folgender Weise zusammen, indem wir auch für spätere Darlegungen eine breitere Grundlage schaffen.

Bald nach der durch die Hangendverdichtung in der näheren und tiefer liegenden Umgebung des Lembergs nur dünn lagerhaften Entwicklung der Tholeyitgänge wurden durch die noch weiter andauernde Sattelbildung und die Nähe tektonischer Vorgänge die Lagergänge stark erschüttert; diese Erschütterung zeigte sich zunächst, wie anderwärts beobachtet, unter Umgehung der feinsten Teilchen und der kleinen Feldspätchen in den größeren Festeinsprenglingen, in welchen Spalt- risse erzeugt wurden; in diese drangen nun, die Erscheinungen der Verwitterung hervorrufend, aber doch von ihr in vieler Hinsicht unterschieden, CO₂-haltige Wasser, welche die Kalk-, Magnesia- und Eisen-haltigen Mineralien rasch zersetzten und starke Lösungen erzielten, wobei Quarz und darauf Karbonate zum Absatz kamen und hauptsächlich unter ihnen der Massenwirkung nach Kalkkarbonat. Man kann annehmen, daß nun nach der ersten Durchdringung der Gesteine durch den anhaltenden Gasdruck von der Zufuhrspalte her eine Stauung der Lösung im Innern des Gesteins stattfand; es fand nur eine geringe Lösungsabfuhr statt, das Gestein selbst heilte wieder völlig dicht aus (Gegensatz zur Verwitterung!). In den Spalten folgte die Ausscheidung beim Nachlassen der Gas-Mineralquell-Nachschübe etwas später und nicht vollkommen, wobei dann die schwerer löslichen, aus dem Gestein gleichsam verdrängten Karbonate in etwas größerer Menge zur Ausscheidung kamen als im Gestein selbst; mit und etwas nach ihnen traten auch Sulfide auf. — Als Begleiterscheinung des Vorgangs und der Kaolinisierung der Feldspäte haben wir die Ton-Modifikation, das Steinmark; da es gleichsam in

Rollstücken im Asphalt eingeschlossen ist, kann über seine Entstehungszeit hier nichts geschlossen werden; es wäre aber denkbar, daß es an manchen Stellen als Sediment eher auftrat als die Ausfällung der Lösungsbestandteile; es ist aber nicht ausgeschlossen, daß es selbst aus Lösung ausgeschieden wurde (vgl. Geogn. Jahresh. 1913, S. 285 Anm., Geogn. Jahresh. 1916 S. 88 unter „Steinmark“).

Was nun den Asphalt betrifft, vielmehr das Bitumen, so wäre es nach dieser Auffassung der einzige, dem Eruptivgestein fremde Körper, der als Nebenstoff zum Absatz kam. Vor und bei seiner Oxydation bzw. seiner Verdichtung zu einem stabilen Gangmineral scheint er aber das von ihm absorbierte Gas an die Umgebung abgegeben zu haben und diese Abgabe scheint an der eigenartigen Resorption des vom Asphalt bedeckten Karbonats schuld zu sein; hierbei wurde natürlich noch gelöster Kalk vom Asphalt festgehalten, welcher beim endgültigen Abschluß des Vorgangs, der Septarien-artigen Zerreißung der Spaltklüftchen des eintrocknenden Asphalts, in diese austrat und sie mit reinstem Kalzit ausfüllte.

II. Die Funde von dem gegenüberliegenden Bruch von der Duchroter Höhe am Rothenberg sind ähnlich. Das Eruptivgestein selbst ist in ganz ähnlichem Umfang verkalkt. Die Spalten in dem Eruptivgestein zeigen auch hier als ersten Belag Braunspat (zum Teil 2—3 cm dick), der in doppelseitigem Gangwachstum nicht stets geschlossen ist, dabei als Letztbildung nach innen zu Kalzit in flachen Rhomboedern mit eingeschlossenem Kupferkies führt; letzterer ist jedenfalls auch hier jünger wie der Braunspat.

Die Einschlüsse von Asphalt gehören auch hier zu den erst nach längerem Sammeln gefundenen Seltenheiten; ein Stück zeigt zwischen beiderseits zusammenschließenden Braunspatkrusten eine bis zu 1 mm dicke Asphaltkruste, welche Septarien-artig zersprengt ist; in den Fugen ist reiner Kalzit auskristallisiert. Ein zweites Stück liefert verwickeltere Erscheinungen. 1. Zeigt sich die dünne Braunspatkruste als erste Bildung. 2. Tritt noch an einer Stelle das Steinmark (vgl. I.) in lagenartiger Ausfüllung der Restlücke auf. 3. An anderer Stelle in einem davon getrennten Spältchen innerhalb des dickeren Teils einer einseitigen Braunspatkruste zeigt sich aber das Mineral wieder als rundlicher Einschluß und zwar von einer dünnen älteren Asphaltkruste umgeben, in größeren Einschlüssen auch randlich stark mit Bitumen versetzt. 4. An einer Stelle bei 2. blieb eine Lücke unausgefüllt oder es wurde, was wahrscheinlicher, das Steinmark ausgewaschen; hier setzt sich eine feste, dunkelbräunliche, bis 3 mm dicke Masse ab, welche von einer Seite des Gängchen nach der anderen gewachsen scheint und die glatte Oberfläche der Braunspatkristalle scharf und glänzend abgegossen hat; an der vermutlichen Anwachsfläche zeigen sich reichlichere Einsprengungen von Kupferkiesfunken, welche nach der erwähnten oberen Seite allmählich abnehmen; es handelt sich hier offenbar um Kupferpecherz, eine Mischung von kolloidaler Kieselsäure, Limonit und kolloidalem Zersetzungsprodukt von Kupferkies als eine spätere Umbildung von sehr Kupferkies-haltigem Schwefelkies.¹⁾ 5. Ist hervorzuheben, daß auch hier an der von Asphalt bedeckten Kruste eine gewisse Glättung der Resorption der Karbonatkristalle zu beobachten ist.

Außerdem fand ich auch einen Brocken feinsandigen Schiefers aus der Kontaktregion, welcher quer senkrecht in einer Höhe des Stückes von 8 cm von einem

¹⁾ Vgl. in Geogn. Jahresh. XXII 1909 S. 81 u. 195 das Vorkommen von Kupferpecherz in Zusammenhang mit Braunspat und Kupferkies in verockerten dolomitischen Zwischenlagen des fränkischen Muschelkalks.

Asphaltgänglichchen durchsetzt ist; der Schiefer ist durch die Kontaktwirkung auffällig gebleicht; er ist verschiedentlich durchkreuzt von Braunspatäderchen, von welchen die dickeren in der Mitte eine Kalzitfüllung besitzen; soweit nun der Asphalt auf dem Karbonatbelag aufsitzt, ist dieser wohl erhalten geblieben, daneben ist er verändert bis auf einen mürben ockerigen Rest, der auch hier wie bei dem Buchwaldgang das Ergebnis dessen ist, was „Verwitterung“ genannt werden darf, welches sich auch in stellenweiser Verockerung des Eisenkarbonatgehalts des Schiefers selbst äußert. Hier fehlt aber die Resorptionswirkung auf dem unter den Asphalt befindlichen Kalzit völlig; der Asphalt ist hier Letztausscheidung in bis 2 mm Dicke und füllt auch in Nebengänglichchen ganz kleine übrig gebliebene Klufthohlräume aus; er ist durch Eintrocknung und Versteinung zersprengt und die Risse sind mit weißem Kalzit erfüllt.

Der Erhaltungszustand des Eruptivgesteins ist oben kurz bezüglich seines Karbonatgehaltes berührt worden; dem Ansehen nach ist es bräunlichgrau, nicht so hochgradig gebleicht wie bei den Proben vom Buchwald; in oberflächlicher Verwitterung sieht man zuerst die größeren Karbonatflecken sich bräunen und endlich dringt diese Verockerung auch in die feiner verteilten, viel kleineren Karbonatausscheidungen im Innern der Kristalle, wodurch das Gestein gleichmäßiger ockerbraun wird.

Die Mikrostruktur ergab neben den oben angeführten Kennzeichen weitgehender Umwandlung auch das Auftreten von Quarz, welches wohl als sekundär bezeichnet werden darf; er füllt aber hier nicht die Restlücken von Blasen, sondern ist eingesprengt in Kristallgruppen.

Was hier zu den allgemeinen Ergebnissen bei dem Gestein vom Buchwald hinzuzufügen wäre, das ist der Umstand, daß das tonartige Mineral selbständig Gang-bildend auftritt und daß es mit dem Asphalt ungefähr gleichzeitig, jedoch etwas älter zu sein scheint.

3. Asphaltvorkommen im Appeltal.

Vorkommen bei Gerbach.

Ein wichtiges Asphaltvorkommen entdeckte ich bei Gerbach und zwar in feinkörnigen Sandsteinbrocken vom Salband eines Gangs zuerst in der Schutthalde eines kleinen, jetzt verlassenen Hartsteinbruchs südöstlich von dem Dorf neben dem Weg nach Tierwasen-Kirchheimbolanden. Es handelt sich um tiefere Unter-Lebacher Schichten. Zuerst glaubte ich in den geradlinig begrenzten Schnüren glanzkohlenartiger Substanz der Sandsteine kohlige Einschlüsse erkennen zu dürfen; eine gegen diese Schnüre gerichtete zarte Fugung und die Lagerung der Glimmerblättchen, was sich durchgehend an allen Fundstücken in verschiedenster Art des Auftretens wiederholte, belehrte aber, daß es sich hier um diese Schichten durchkreuzende Gänglichchen handelt, daß also die vermeintliche Glanzkohle Asphalt sein müsse.

Als ein fernerliegendes Merkmal zu einer weiteren Stütze dieser Entscheidung führe ich die Feststellung des spezifischen Gewichts an, welches bei einer Glanzkohle der Odenbacher Schichten 1,34, bei dem Gangasphalt aber 1,14 betrug (nach Messung von Dr. SCHUSTER); Härte 2,4 (Dr. SCHWAGER).

Die Adern sind bis 1,5 cm dick und setzen unmittelbar am Gestein selbst an; sie sind durch tangentialer tektonische Bewegungen an einzelnen Stellen ganz verdrückt und hier auch stellenweise mit einem Steinmarkbelag tektonisch in Berührung gekommen; diese weißen Beläge treten aber entsprechend stratischen Aufblättere-

rungen der Sandsteinlagerung auf und werden von den Asphaltgängen senkrecht durchschnitten, sind also älter wie diese; auf diesen stratischen Steinmarkgängen haben auch die tangentialen Bewegungen ihre Begleitschübe ausgeführt. Die Sandsteine sind wenig verändert, wohl aber die Schiefertone; es ist die Frage, ob dies Kontaktwirkung oder Folge der Mineralisierung ist.

Weitere Untersuchung der Fundstätte ergab, daß dieses Asphaltvorkommen nicht etwa als eine Kontaktbildung vom benachbarten Melaphyrgang aus in eigentlichem Sinne betrachtet werden kann, weil in randlichen Zerspaltungen des Melaphyrkörpers selbst zahlreiche Asphaltadern auftreten. Diese allerdings verhältnismäßig viel schwächere Asphaltaderbildung hält sich tatsächlich an der äußeren Randzone des schmalen (ungefähr 2,0 m) Eruptivgangs, der in Nordwesten mit einer Unterbrechung nach St. Alban zu (?) fortsetzt und hier von stärkeren KontaktverkieSELungen begleitet ist.

Die mikroskopische Untersuchung ergab folgendes Bild des Gesteins und der Adern, wofür ich eine Beschreibung des Verhaltens von Dr. SCHUSTER anzuführen in der Lage bin (vgl. auch Geogn. Jahresh. 1913 Bd. XXII, S. 243).

Tholeyt von Gerbach.

„Das tholeytische Gestein gehört zu jenen auf S. 241—243 der Geogn. Jahresh. 1913, XXVI, näher charakterisierten Gesteinen, die durch einen außerordentlichen Reichtum an Quarz sich auszeichnen, der den Gesteinen von Natur aus nicht eigen ist und ihnen eine gewisse Ähnlichkeit mit Kuseliten verleiht. Das stark chloritisierte und verkalkte Gestein läßt bei seinem Reichtum an Quarz gerade noch seine Natur als feinkörniger Tholeyt erkennen. Petrographisch bemerkenswert ist außer dem regelmäßig gereihte Flüssigkeitseinschlüsse und Apatitnadeln führenden Quarz, der gerade in den chloritischen Partien in Kristallform aufzutreten pflegt, die Umwandlung von Titaneisenerz in dunkelgefärbten Titanit, wie er besonders in aplitdurchtränkten Tholeyiten aufzutreten pflegt. (Schliff Nr. 616.)

Ein Dünnschliff des Tholeyits in der Nähe der Asphaltgängen ist gegenüber der hiervon weiter entfernten, eben skizzierten Probe in mehrfacher Weise unterschieden: einmal durch den völligen Mangel an dem oben gekennzeichneten Quarz und an Chlorit, der ersetzt ist durch stark limonitisch getrüben Kalzit und schließlich durch die vollendete Ersetzung der Gesteinsfeldspäte durch ein allerfeinstes Quarzaggregat.

Einen ähnlichen Anblick bieten auch die Gesteinsproben, die von dem Asphalt durchsetzt sind, nur daß die Limonit- und Kalzitanhäufung eine noch stärkere ist und auch die Feldspäte zum Teil der Umsetzung zum Opfer fielen, so daß die Gesteinsstruktur sich fast völlig verwischt. Der Asphalt tritt als innerste Ausfüllung von symmetrisch gebauten Kalzitgängen auf, welche die Präparate durchsetzen. Von diesen dunklen Limonit-Kalzitanhäufungen heben sich die lichten Kalzitadern scharf ab. Sie grenzen sich davon ab durch ein meist spitzwinkeliges Aus- und Einspringen der die Kalkgängen bildenden Kalzitlagen, welche durch Zwischenbänder getrennt sind, wodurch eine an Achat erinnernde Bänderung entsteht. Die Kalzitadern sind normalerweise durch spätigen Kalk gebildet; der Asphalt formt ebenfalls die spitzen und stumpfen Winkel ab, die in der Mehrzahl Spalt-richtungen des Kalzits entsprechen. Die Farbe des Asphalts ist ein tiefes Schwarz.“

Zu diesen Ausführungen habe ich zur Klarlegung der Umwandlungsvorgänge noch folgendes hinzuzufügen: Die divergentstrahlige Struktur ist noch deutlich,

wenn auch die Feldspäthen innerlich beträchtlich verändert scheinen. Diese Veränderung ist sehr unterstützt durch ein mangelhaft geschlossenes Wachstum der Kristalle im Innern, im Auftreten getrennter Leistchen, deren Zwischenräume durch eine feinkörnige, isotrope Substanz erfüllt sind, welche auch hie und da außerhalb auftritt und dort eine wolkig hellbraungraue Färbung zeigt; man denkt an Glasbasis, welche in skelettartig unvollkommene Feldspäte eingedrungen ist. Sonst sieht man in den Feldspäten auch kleinere Partien von Kalzit: es treten öfters regelmäßig umgrenzte, im Umriß etwa auf Augit hinweisende Kalzitpartien neben weniger regelmäßigen¹⁾ auf; seltener sind faserige strahlige Kalzitpartien in größeren Flächen, feinfaseriger Kalzit tritt in der Umgebung des erwähnten regelmäßigeren Kalzits auf und sieht aus wie kalzitische Umwandlung der Glasbasis. Ich werde hierin durch folgendes bestärkt: Neben den erwähnten größeren Bestandteilen und dem von M. SCHUSTER erwähnten Quarz, der wie Restlückenbildung aussieht und meist in größeren einheitlichen, seltener in zwei benachbarten, auch randlich buchtig wie corrodieren Kristallen — nicht in Aggregaten, wie oben S. 51, 53 ausführlicher beschrieben ist — auftritt, zeigen sich verschiedene Felder von im einfachen Lichte strukturloser Ausfüllung; eine ist hellgrünlich und zeigt im polarisierten Licht eine beinahe grobe, meist fiederig gestreckte Faserung im greller gelblichen, grünlichen und rötlichen Farbenwechsel; die andere ist, wie oben von anderer Stelle des Schliffs erwähnt, wolkig hellbraungrau gefärbt, grenzt nicht unregelmäßig, aber ziemlich scharf gegen erstere ab, zeigt sich jedoch im polarisierten Licht ebenfalls aber etwas feiner faserig und hat gegen jene (fast immer an Stellen unmittelbar nebeneinander) ein deutlich gleichmäßiges Grau, eine den Feldspatfarben sehr genäherte Tönung; an anderen Stellen bleibt sie überhaupt isotrop bzw. zeigt sie Übergänge zur Strukturlosigkeit in wechselnder Breite. Das Wichtigste ist nun, daß diese Substanz sich stets eng an die Quarze hält und sie gleichsam gegen die kalzitisierten und chloritisierten Partien abgrenzt; dabei erfüllt sie auch tiefe Buchten in den Quarzen, welche als idiomorph gelten müssen; solche trennen auch im Schliff ganz nahe beieinander liegende Quarzinseln, welche aber ihrer Formung nach, ebenso wie nach ihrem optischen Verhalten, einem einheitlichen Quarzindividuum angehören. Hierzu ist zu bemerken, daß die Faserung der Substanz, da wo man von einer solchen sprechen kann und nicht eine außerordentlich feine mikritische Körnelung vorliegt, senkrecht zu den Quarzen gerichtet ist; daß weiter solche Umkränzungen hie und da auch chloritische Felder umgeben als ob hier ein Kristall der Chloritisierung anheim gefallen wäre; endlich zeigen sich sphärolithisch struierte rundliche Putzen von ihr innerhalb der Chloritfelder. Im großen und ganzen kann nichts gegen die Ansicht angeführt werden, daß die Chloritfelder auch auf Kosten der hellbräunlichen, faserigen bis isotropen Substanz entstanden sind.

Es ist kein Zweifel, daß man die Ausfüllung als Glasbasis zu verstehen hat, welche sich besonders in der Umgebung der Quarzkörner erhält, nach obigem auch schon in die unvollkommen ausgebildeten Feldspäte eingedrungen ist und ebenso auch andere Kristalle umgab; damit ist gesagt, daß ich die Quarze für magmatischen und nicht für sekundären Ursprungs halte, wobei zu erwähnen ist, daß einzelne der mit dieser Glasbasis völlig umgebenen Quarze wie idiomorphe, nur nicht allseitig gleich scharf umrandete Einsprenglinge aussehen, während viele der kleineren

¹⁾ Ein System feiner sich kreuzender, mit Chlorit erfüllter Sprünge beweist ein älteres Stadium der Chloritdurchdringung vor der völligen Verkalkung.

völlig ausgeprägte Fremdbegrenzung haben. Daß diese zugleich etwas größeren Quarze etwa vom Magma aufgebrachte Fremdquarze sein können, das ist dadurch ausgeschlossen, daß sie von der Seite hereinragende Feldspäte, Apatit und Titaneisenkristalle teilweise umschließen und eng umwachsen haben. Auch Rutil konnte in den Quarzen nachgewiesen werden (vgl. Geogn. Jahresh. 1913, S. 241 6).

Hierher soll nun folgendes hinzugefügt werden. M. SCHUSTER erwähnt oben, daß die Quarze nach dem Rande des Ganges zu völlig fehlen, was schon auffällig wäre, weil hier die sekundären Erscheinungen sich häufen; in der Tat zeigt der von ihm an zweiter Stelle beschriebene Schliff nichts davon; andere Schriffe, welche in der Nähe der Asphaltadern gemacht wurden, zeigen aber daneben auch Züge, in welchen die Quarze, allerdings nur in verkleinerter Resteckausfüllungsform mit in Titanit umgewandeltem Titaneisen auftreten; es scheint dies auf randliche Schlieren hinzuweisen, die durch die Kontaktwirkung und den Zuzug leichter flüssiger basischer Lösungsschlieren beeinflußt sind; auch dies würde auf Differenzierungen hinweisen, welche den Quarzen entweder eine unmittelbar magmatische Entstehung zuerkennen oder eine vermittelt magmatische nicht ausschließen. Bezüglich des letzteren Punktes möchte ich, besonders hinsichtlich der mit der Bildung des Mineralgangs zusammenhängenden und der auch hier gleich zu besprechenden allgemeinen Verquarzung auf die von M. SCHUSTER erwähnte Quarzföhrung in anderen tholeyitischen Eruptivgesteinen¹⁾ hinweisen. Wenn, wie dieser Forscher meint, diese Quarzföhrung den „Tholeyiten“ nicht eigen ist, so könnte sie aber doch magmatischen Ursprungs sein und zwar im Sinne der Intrusion einer Lösungsabspaltung aus einem Magma gedacht werden, wie etwa die Aplitinjektion, welche häufig auch ohne Quarz auftritt, so auch als Quarz ohne Feldspat auftreten könnte; ich habe diesen Standpunkt in den Erl. z. Bl. Donnersberg vertreten, worauf ich verweise.

Das äußerste, die Asphaltäderchen föhrende Band des Eruptivgesteins zeigt nun, wie oben auch M. SCHUSTER dargestellt, eine stellenweise völlige Verkalkung der Feldspäte etc., daneben eine felderweise völlige Verkieselung durch ein feinstes Kieselsäure-Kornaggregat, das im polarisierten Licht fast dunkel bleibt, so daß man an eine nur teilweise Entglasung ursprünglich kolloidaler Kieselgallerte denken kann.

Im übrigen ist das Gestein dunkelbraun, was einer dem Verwitterungseinfluß angehörigen Limonitisierung der Carbonate entspricht, in welcher nur der Kalzit frischer bleibt. Dies zeigt sich besonders in dem Belag der Kluffflächen, welcher aus einem regelmäßigen Wechsel von limonitisch verwitterndem Braunspat und hellbleibendem Kalkspat besteht; die Reihe beginnt mit Braunspat und endigt unter der Asphaltfüllung der Spältchen mit Kalkspat; beide Spatarten wachsen ganz regelmäßig in die älteren Rhomboëder fortsetzenden neuen Kristallkrusten übereinander fort und bilden bei der verschiedenen Verwitterungsfärbung das S. 54 geschilderte Bild.

Was man hieraus zu schließen hat, ist folgendes: Das Gestein hat höchst wahrscheinlich schon lange Zeit vor dem, was man Verwitterung zu nennen berechtigt ist, eine sehr verwickelte metasomatische Umwandlung durchgemacht; es hat bald nach seiner Erkaltung und tektonischen Durchschütterung unter den Vorboten einer nachfolgenden zweiten Intrusionsphase wahrscheinlich durch CO₂-haltige Lösungen Substanzveränderungen und -verluste erlitten, in welche durch eine magmatische

¹⁾ Geogn. Jahresh. 1913, XXVI, S. 241.

Kieselsäureinjektion nach Art der Aplitisierung hauptsächlich Quarzneubildungen und Glas eindringen. Daraufhin — vielleicht in wenig unterbrochenem Zusammenhang — erfolgt eine Mineralisierung, welche eine starke Chloritbildung, Verkalkung und Verkieselung verursachte, so daß außer den erst gebildeten Quarzen kein Baustein der ursprünglichen Struktur auf dem andern blieb bzw. keiner derselben stofflich unverändert blieb; die Beendigung des Vorgangs bezeichnet ein Wechsel von Braunspat- und Kalzitausscheidungen im Innern der Randzone des Gesteins und zwar in neueren Zersprengungen, deren Resträume von Asphalt durchsetzt sind.

Die anliegenden Sandsteine und Schiefertone haben nichts von den Karbonatbelägen; die Schiefertone sind etwas verkieselt; in den Sandsteinen zeigen sich die Steinmark-artigen Tonabsätze und in besonderer Anhäufung der Asphalt. Über die Beziehungen dieser beiderseitigen Absätze läßt sich einstweilen nur sagen, daß solche bestehen mögen, nicht aber Näheres feststellen (vgl. S. 52).

Vorkommen bei Münsterappel.

Vom Bergwerk am Forst wird „schlackiges Erdpech“ neben Schalen von Zinnober und Parteen von Bleiglanz erwähnt (DECHEN S. 71) und „mit Kies“. In unserer Sammlung befinden sich nun zwei Stücke mit der alten Bezeichnung „Schlackiges Erdpech von Niederhausen, Canton Obermoschel“; es kann sich hier nur um Niederhausen N. von Münsterappel handeln, wenn nicht um einen irrtümlichen Namensversatz für letzteres selbst. — Das eine Stück ist ein fast Ei-großer Brocken Asphalt ohne Gestein, ein zweites zeigt einen stark verkieselten, glitzernden, feinkörnigen Sandstein mit anhängendem Asphalt ohne jede weitere Zwischenbildung, wie solche Gesteine in Münsterappel auf den alten Halden zu sammeln sind.

Es ist bekannt, daß in den bituminösen Fischschiefern der obersten Kuseler Schichten von Münsterappel — Sedimenten ungefähr von der chemischen Zusammensetzung von Braunspat — die Fischschuppen vereinzelt mit Zinnober überkleidet sind; ganz besonders auffällig ist aber das Vorkommen von Zinnober in den fast dichten Phosphoritkoprolithen dieser Schichten; die nach der Schichtfläche zusammengedrückten Gebilde sind von einer großen Anzahl sich kreuzender kapillarer Spältchen durchsetzt, in welchen nun der Zinnober in sehr feinen und dichten Hautbelagen auftritt; mit ihm und an mehreren Stellen deutlich als jüngste Bildung tritt eine dichte schwarze, im Querbruch glänzende Spältchenfüllung auf, welche sich von dem etwas matteren Bruch des gleichfalls durch reichlichere organische Substanz tief schwarz gefärbten Phosphorits unterscheidet und nichts anderes sein kann als Asphalt.

Wiewohl nun Asphalt auch immer da auftreten könnte, wohin auch der Zinnober sich in etwas aufgeblättern Schichtfugen in der Nähe größerer Erzgänge sich verziehen kann, so liegt doch die Frage nahe, ob nicht der reichliche Bitumengehalt der Schicht bzw. der starke Gehalt der Koprolithen an organischer Substanz an der Entstehung dieser Asphaltfüllungen ursächlich beteiligt wäre. Es ist aber hervorzuheben, daß weder die Koprolithen noch die sie einschließende Fischschiefer im großen und im einzelnen in Umbildungen und Veränderungen etwas davon erkennen lassen; zeigt sich doch auch sogar der Schuppenschmelz der Fischschuppen unter dem Zinnoberbelag als unangegriffen.

4. Vorkommen zwischen Kirchheimbolanden und Mörsfeld-Tiefental.

Vorkommen bei Kirchheimbolanden selbst.

Unmittelbar nördlich von Kirchheimbolanden wurde vor kurzem eine Wasserbohrung hinter der Gerberei niedergebracht¹⁾; sie setzte in einem Intrusivtholeyit an, in welchem bei etwa 60 m Tiefe auf Klüften ein verhältnismäßig weicher Asphalt auftritt; ein stärkerer Benzin-artiger Geruch ist zu bemerken bei der Abtrocknung des ölfeuchten Gesteins. Die Kluffüllung zeigt den Abdruck von Schubstreifen.

Vorkommen bei Orbis N. von Kirchheimbolanden.

Asphalt wird von v. BÉROLDINGEN S. 86 und 217 erwähnt „mit Zinnober“ vom Steinbühl bei Kirchheim. v. GÜMBEL S. 98 sagt, daß unter den vorkommenden Gangarten in größter Menge Asphalt vorherrschend war, vgl. auch v. DECHEN S. 85. Von älteren Belegstücken aus der Zeit des Bergbaus ist leider nichts in der Sammlung; man ist auf die Halden angewiesen, woselbst ich 1902 noch einige gute Funde machte; die Halden werden jetzt allmählich eingeebnet.

An der tiefstliegenden Halde der alten Quecksilbergruben des Vogelfangbergs S. von Orbis neben dem Feldweg nach Kirchheimbolanden fand ich zahlreiche Bruchstücke eines verkieselten grobkörnigen Tholeyits von grau weißlicher Färbung. Die Umwandlung ist hier eine sehr vollständige, wie auch die Sedimentgesteine im Gebiete dieser Gruben an vielen Stellen in außerordentlich hohem Maße zu Quarziten umgewandelt und von dichten, weißlichen Hornstein-artigen Quarzadern durchzogen sind. Auch in dem erwähnten Tholeyit fanden sich Quarzadern, die stellenweise chalzedonartig, stellenweise deutlicher körniger Quarz sind. An der betreffenden Halde sind die Sedimentgesteine in geringerem Umfange verkieselt.

Das verkieselte Eruptivgestein ist nun sehr stark von Adern völlig versteinten Asphalts bis zu 0,6 cm Dicke durchsetzt; viele der Zersprengungen sind ganz offenbar erst nach der Verkieselung aufgetreten. Neben Quarz und Asphalt zeigt sich in ihm auch an zwei Fundstücken ein ganz dünnes Band von Zinnober und zwar als Erstausscheidung auf den Zersprengungswänden, dann folgt Asphalt. — Stellenweise ist die Verkieselung nicht so stark geschlossen und es scheint das undichte bis löcherige Gestein ganz von Asphalt durchdrungen.

Die Gängchen wurden durch spätere Schubbewegungen zertrümmert und der damals schon völlig erhärtete Asphalt zu einer kohlenstaubartigen Masse verkrümmelt, dessen Herkunft aus Asphalt niemand vermuten würde, wenn nicht das gangartige Vorkommen des Minerals in einem Eruptivgestein darauf hinweisen würde.

Auch in einem schwarzen Quarzit (metamorph) mit leichten Zinnoberanflügen fanden sich an dieser Halde Füllungen von Asphalt bis 1 cm Dicke.

Was nun die feinere Struktur des hauptsächlich Asphalt-führenden Eruptivgesteins betrifft, so hat MATTH. SCHUSTER in Geogn. Jahresh. 1913, XXVI, S. 242 darüber berichtet: „Unter dem Mikroskop ist man bei Betrachtung mit gewöhnlichem Licht überrascht durch die Schönheit des Gesteins, das, eine melaphyrische, glasreiche Ausbildung eines Tholeyits, auch die zartesten Einzelheiten der ehemals glasigen Grundmasse, z. B. Erz- und Augitwachstumsformen erkennen läßt. Die langen Plagioklase sind farblos, das Erz, Körnchen und Stäbchen, ist frisch. Ehe-

¹⁾ Ich verdanke die Übermittlung dieser Proben der gefälligen Aufmerksamkeit des Kgl. Geologen Dr. LOTHAR REUTER in München. Die Stelle ist gegenüber dem großen Weiher an der Abzweigung des Feldwegs nach Orbis von der Fahrstraße nach dem Heidhof.

maliger, ophitischer oder eingesprengter Augit ist nicht erkennbar. Bei gekreuzten Nicols jedoch heben sich aus der gröberen quarzitischen Umgebung nur noch die sehr fein verquarzten, aggregatpolarisierenden ehemaligen Feldspäte ab, während alle anderen Struktureinzelheiten durch den Silifizierungsprozeß verwischt sind.“

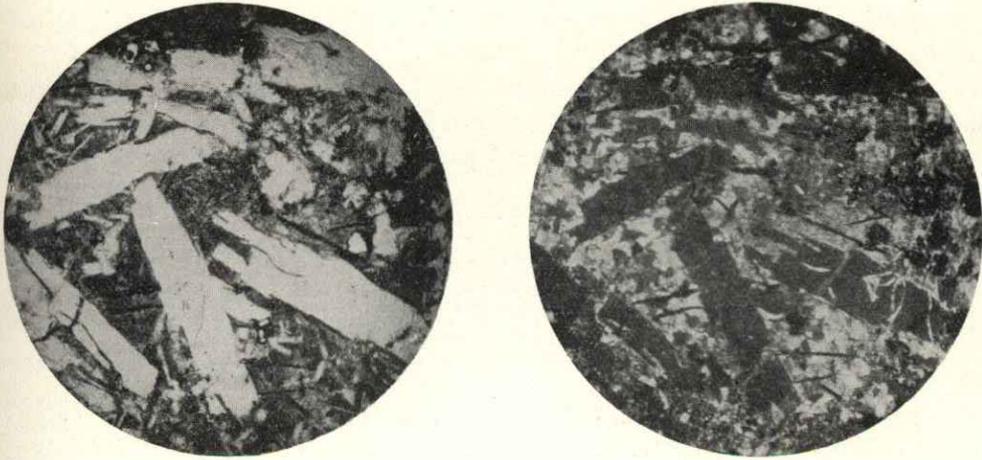


Fig. 1.

Verkieselter Tholeiit aus dem Erzbereich von Orbis-Kirchheimbolanden, links im gewöhnlichen, rechts im polarisierten Lichte; die in ihren Umrissen scharf erhaltenen Feldspäte werden im polarisierten Licht in allen Stellungen gleichbleibend und gleichmäßig strukturlos getönt und verraten feinste Quarzkörnigkeit. Die hellen Flecken im Bild des polarisierten Lichtes sind etwas gröber gekörnelt; die ganz dunklen Flecken gehören zum Teil der Anhäufung von Bitumen an.

Zu dieser Darstellung ist noch eine Einzelheit hinzuzufügen. Neben der feinen, aber immerhin bemerklich gröber körnigen als die in den Feldspatkörpern enthaltenen Quarzfällmasse zwischen den Feldspäten und den Erzpartien finden sich auch größere Quarzkörner von unregelmäßigem Umriß; in ihnen beobachtet man auffälliger bei kleinerer Vergrößerung — schon mit einer guten Lupe sichtbar — eine Anzahl paralleler Linien; bei stärkerer Vergrößerung (besonders bei $240\times$) erscheinen diese Linien deutlichst als nadelstabförmige pleochroitische Kriställchen, welche der Farbe und anderen Merkmalen nach nur Apatit sein können. Bei dieser Vergrößerung erscheinen sie geradezu massenhaft; sie scheinen an den Feldspäten und am Erz angewachsen, sitzen, wie dies gelegentlich sonst an Tholeyiten zu beobachten ist, an ihnen oft in langen Reihen parallel an oder divergieren schwach; sie sind von jenen Quarzen und dem feinkörnigen, gleichsam an Stelle der Grundmasse befindlichen feinkörnigen Quarzaggregate umwachsen, ohne Unterbrechung aus einem ins andere verlaufend, sehr häufig gebrochen und wie abgebogen. Charakteristisch sind auch oft perlschnurartig gereihte dunkle Einschlüsse von Gas oder Flüssigkeit. In den verquarzten Feldspäten zeigte sich nun nirgends etwas; bei völliger Glashelle der Feldspatformen läßt sich beobachten, daß die Nadeln sehr häufig an deren äußeren Grenzen zahlreich abstoßen, aber nirgends in sie fortsetzen, das geradezu massenhafte Auftreten außerhalb der Feldspatformen und das völlige Fehlen in ihnen, die viel klarer sind wie die Umgebung, ist das auffälligste an diesem Bild. — An einem anderen Schliff sieht man, daß sie auch außerhalb der Feldspatformen, wenn nicht fehlen, so doch stark angegriffen sind und daß sie sich scheinbar nur noch in unregelmäßig faserigen Hohlräumen erhalten haben.

Daraus ist zu schließen, daß die verschiedenartige körnige quarzige Bindemasse zwischen den Feldspatformen die ältere Bildung ist, welche die Apatitnadeln noch umschloß, daß aber die Bildung der ganz feinkörnig quarzigen Feldspatpseudomorphosen unter Umständen vor sich ging, welchen die Apatite ausnahmslos zum Opfer gefallen sind; vielleicht ging auch der Verquarzung der Feldspäte eine Kaolinisierung voraus, wobei die Apatitnadeln mechanisch zerbrachen, verkümmelten und so leichter aufgelöst wurden.

Mit diesem Bild der tiefgreifendsten stofflichen Umwandlung des Tholeyits, ohne daß die Strukturspuren zerstört werden, hat man in dem veränderten Gestein selbst die auffälligste Ansammlung von Asphalt.

Vorkommen vom Spitzenberg und Hollahaas.

Am Spitzenberg nördlich von Oberwiesen, westlich vom Hollahaas kam Asphalt in schwarzen glänzenden Adern in dem verquarzten Gestein mit Zinnober, Schwefel- und Kupferkies vor; v. GÜMBEL erwähnt S. 96—97, daß alle auf den Halden liegenden Gesteine noch Spuren dieser Mineralien aufweisen; in unseren Aufsammlungen ließ sich nichts nachweisen.

Östlich vom Hollahaas erwähnt H. SCHOPP in den Erl. z. hessischen Bl. Fürfeld S. 42 im Melaphyr (Porphyrit) Zinnoberauftreten und den Fund zahlreicher hühnereigroßer schwarzer Knollen mit muscheligen Bruch, welche mit leichter Flamme und bituminösem Geruch verbrennen.

Vorkommen von Mörsfeld.

In den älteren Schriften wird von hier „Asphalt“ mit Zinnober, Kalkspat und Ton angeführt; v. DECHEN S. 80 erwähnt hier „verhärtetes Erdpech“ in der oberen Teufe; v. GÜMBEL bespricht S. 94 von Mörsfeld die Paragenesis: Hornstein, Halbopal, Quarz, Zinnober und Asphalt.

Die geognostische Sammlung besitzt ein schönes älteres Material von diesem Werk; außerdem sammelte ich noch einiges Berücksichtigungswerte auf den Halden.

Fast alle Stücke, welche auch Asphalt¹⁾ zeigen, sind Gangstücke aus der einseitig neben und nordnordwestlich eines Eruptivstocks liegenden Brekzie aus Eruptivgesteinsfragmenten, welche als älter zu betrachten ist wie das ihr angelagerte porphyritische Gestein, das wohl einer Effusion entstammt; die Bestandteile der Brekzie sind nicht ganz die gleichen wie in dem nachbarlichen Deckengestein, selbst wenn sie als Porphyrit zu kennzeichnen wären (vgl. Geogn. Jahresh. 1913 S. 175). Auffällig sind darunter Tholeyite. Alle diese Gesteine sind mehr und weniger verkalkt und mit Schwefelkies durchsetzt. Das Bindemittel, neben reichlichen Sedimentquarz feinstes Eruptivzerreibsel, ist entweder verkalkt, verkiest oder verkieselte. Die wichtigsten Erzgänge reichen auch so weit, als diese geschichtete Brekzie oberflächlich festzustellen ist.

In einem auf der Halde gesammelten verkieselten Teil der Brekzie mit feinkörniger Quarzfällung zwischen Eruptivgesteinsbröckchen und Sedimentquarz tritt Bleiglanz und Zinnober auf, letzterer als letzte Füllung von Hohlräumen, deren Wand aus einem feinkörnigen Quarz oder auch innerhalb des Quarzes aus Kalkspat besteht; für die Meinung M. SCHUSTERS (vgl. Geogn. Jahresh. 1913, S. 175), daß Schwefelkies hier offenbar eine Pseudomorphose nach Zinnober sei, kann ich keine Bestätigung finden, eher könnte man an eine solche nach Markasit denken, welcher

¹⁾ Spez. Gew. 1.11; Härte 2,4 (vgl. S. 53).

hier sicher älterer Entstehung ist. In einem zweiten Fundstück zeigt sich nun auch Asphalt innerhalb einer hornsteinartigen Gangmasse, welche eine ältere zersprengte, karbonatspätige Randmasse ausfüllt und selber wieder von jüngerem Kalkspat überkrustet wird. Andere Stücke zeigen eine ältere spätige, randlich ausgewachsene Gangfüllung mit Schwefelkies und Markasit, welche schief durchsprengt ist und von Hornsteingängen mit Zinnober und Asphalt ausgeheilt ist.

Darnach scheint es, als ob auch hier Asphalt die Letztbildung wäre; es sind aber noch andere Stücke da, welche diese Ansicht nicht bestehen lassen.

Mehrere Stücke lassen folgendes erkennen: 1. Neben dem Tuff-Brekzien-Salband tritt zuerst die karbonatspätige Füllung mit zurücktretendem Zinnober und vorwiegend Schwefeleisen, dann der Zinnober und Asphalt führende Hornstein auf, von dem festgestellt ist, daß er auch Sprengklüfte der ersten Gangschalen erfüllt; nach der Gang-jenseitigen karbonatspätigen und Schwefeleisen führenden Randschale geht nun durch letzteren eine starke Rutschfläche hindurch, bei welchen die nicht von der Bewegungsreibung betroffenen Unebenheiten Hohlräume verursachen, welche nun mit Asphalt und Zinnober ausgefüllt wurden; es liegt hier keine ältere Karbonat- bzw. Hornsteinkruste vor, auf welcher wie in den meisten anderen Stellen normal erscheinender Bildungsfolge erst Zinnober und dann Asphalt auftritt; Zinnober ist hier auch die letzte Folge, der Asphalt ist älter und auf seinen Austrocknungszerreißen, die sonst oft mit Kalkspat erfüllt sind, ist hier zurücktretend Kalkspat und vorwiegend frischer Zinnober gebildet. Diese Zinnoberkruste geht nun auch ohne Unterbrechung ums Eck herum, setzt auf Querspältchen durch die ältere Hornstein-Kalkspat-Schwefeleisen-Gangmasse und belegt sie hier mit einer neuen Kruste ohne Asphalt in der Unterlage und ohne solchen als Deckung; hier ist Zinnober die Letztbildung über Asphalt und von Asphalt nicht mehr gefolgt.

An einem solchen Stück tritt nun neben dem späten Zinnober, der völlig frisch ist, auch gediegen Quecksilber und Amalgam als Füllung in den Asphalt-rissen auf.

2. Ein 2–3 cm starker Kalzitgang durchsetzt die feinkalkige, Schwefelkiesreiche Brekzie ohne sonstige Zwischenbildung; die Kalkspatkristalle führen eine vielfach durchbrochene Decke von Asphalt; die Durchbrechung ist nicht nur der Austrocknung des Asphalts zuzuschreiben, sondern manche Risse sind Zersprengungen und setzen sich, an Stärke abnehmend, in den Kalzit, ja sogar in das tuffig brekziöse Nebengestein fort; alle diese Risse sind nun zum größten Teil mit derbem Zinnober erfüllt, der oberflächlich die schönsten Zinnoberkristalle tragend sich krustenförmig noch von da aus seitlich davon auf die freie Oberfläche des Asphalts fortsetzt! — Man erhält hier sogar die Auffassung, daß diese letzte, gelegentlich noch von ganz reinem Kalkspat, meist von nichts gefolgte Zinnoberbildung der eigentliche Zinnoberabsatz in den Mörsfelder Gängen (d. h. Gangteufen) wäre.

Diese Stücke, die mir seit langer Zeit vertraut sind, haben mich zu folgender Ansicht veranlaßt. Gegen Ende des Absatzes der älteren Zinnoberbildung mit Asphalt, nachdem die Lösungsverhältnisse besonders hinsichtlich der Temperatur eine Änderung erfahren hatten, wenn auch sonst in den leichter löslichen Bestandteilen noch keine wesentliche Änderung eingetreten war, geschah in den höheren Teufen wieder eine örtliche stärkere Temperaturerhöhung durch die Wirkung der gewisse tektonische Bewegungen begleitenden Reibung und Zermalmung von Zinnober führen-

dem Hornstein, wie dies an mehreren Stücken ersichtlich ist. Hierdurch wurde Asphalt und Zinnober erwärmt, verflüssigten und verflüchtigten sich bzw. kamen wieder in Lösung (S. 63¹). Die Neuansammlung von Asphalt in naheliegenden Hohlräumen, der etwas spätere zweite Absatz von Zinnober zum Teil aus Lösung, die Bildung von gediegen Quecksilber an höheren kühleren und offenen Stellen des Gangsystems und sein allmähliches Versitzen und Stocken an solchen tieferen Stellen, an welchen die Bewegungen engsten Zusammenschluß der Gangwände verursachen, ist ein sehr naheliegender und dem Verständnis geläufiger Gedanke.

Als das Wichtigste scheint mir aus diesen Tatsachen aus dem Gebiete von Mörsfeld hervorzugehen, daß die Asphaltbildung wirklich eine der Geschichte der Zinnobergänge zeitlich zugehörige Entstehung ist; es ist aus den Darstellungen über die übrigen Fundstellen gar nicht mit Notwendigkeit zu schließen, daß dies der Fall ist, obwohl es ja nahe liegt. Die Zahl der selbständigen Asphaltvorkommen ist doch zu groß, um nicht auch dem Gedanken Raum zu lassen, daß der Asphalt ohne Zusammenhang mit der gesamten Quecksilbererzmineralisation zeitlich sehr viel später in diesen Gangsystemen seinen Platz gefunden haben könnte; die zeitliche Verquickung ist aber hier unverkennbar, besonders die Beziehung zu den letzten Stadien der Geschichte der Erzgänge.

Wenn man nun die benachbarte Eruptivgesteinsmasse Niederwiesen-Wendelsheim mit ihren Tuffen in Betracht zieht, so ist auffällig, welche starke Stoffveränderung die Mörsfelder Masse erlitten hat; sie ist in hochgradigem Umfang in Grundmasse, in den dunkeln Bestandteilen, selbst in den Feldspäten verkalkt, chloritisiert und mit Eisenoxyd vererzt; Farbe und Härte haben sich auffällig verändert, so daß ich anfangs bei makroskopischer Beurteilung eine Gleichheit der beiden Gesteinsmassen nicht annahm. Verkieselungserscheinungen sind nur stellenweise auf die nächste Umgebung der Erzgänge beschränkt; dagegen tritt Hornstein umfassender als späterer Teil der Gangmasse auf; es scheint keinem Zweifel zu unterliegen, daß die starke Beteiligung von Kalzit und Schwefelkies an dem Gangmittel der Lateralsekretion aus den basischen Nachbargesteinen zuzuschreiben ist, auf deren tektonisch eingekeilten kleinen Bereich die wichtigen Erzgänge hier beschränkt sind.

Es wurde oben auch Bleiglanz in mikroskopischen Würfeln in dem älteren Kalkspat erwähnt; er wurde aber auch in makroskopisch guter Sichtbarkeit in der verhornten Brekzie festgestellt, welche schon Zinnober führt. Hier kann doch der Bleiglanz, der mit Asphalt in keiner Berührung ist, älter sein, d. h. in der Brekzie vor ihrer Verkieselung schon ausgeschieden worden sein; er scheint zu den älteren Bildungen zu gehören.

Da die Rolle der Karbonate in all diesen Gängen nicht unwichtig ist und besonders Kalkspat als Anfangs- und Letztbildung mit dem Asphalt in Beziehung steht, so sei erwähnt, daß in Mörsfeld auch diese Bildungsfolge beobachtet ist: feinkristallischer Braunspat mit Zinnober und Kupferkies am Salband, hauptsächlich darüber Kalkspat in großen Kristallen mit vereinzelt Zinnoberfunken und -stämmchen; in Zerspaltungsfugen des Ganzen ist Kupfer- und Schwefelkies, von welchen der erste auf einer gut abgesetzten feinkristallischen letzten Kalkspatkruste auftritt; letzterer ist der sekundäre Kalzit-Absatz nach der auch hier am Salband bemerkbaren

tektonischen Zerrüttung und entspricht dem letzten Zinnober, gediegen Quecksilber und dem Kalkspat über dem Asphalt.

Es sei am Schluß dieser Feststellung über die Mörsfelder Proben mit Asphalt daran erinnert, daß ich auch im Erzgebiet vom Königsberg und Potzberg zwei Generationen von Baryt und Zinnober unterscheiden konnte,¹⁾ welche durch eine Störungsepisode mit Verschiebungen voneinander getrennt sind. Es liegt nahe, hierfür die gleichen Ursachen der Lösung und des Wiederabsatzes anzunehmen und insbesondere die Entstehung von gediegen Quecksilber, Amalgam auf die oben skizzierte Ursache zurückzuführen; die Tatsache einer tektonischen Zerreibung der älteren Gänge ist in allen diesen Gangegebieten der Pfalz gegeben. — Ich habe für die erste Mineralausscheidung als jeweilige Lösungsträger thermische kohlensaure Soolen angenommen; im großen und ganzen dürften bei der späteren Mineralisationsphase die gleichen Verhältnisse noch geltend gewesen sein, wofür beim Verenden des ganzen Vorgangs die im Moschellandsberg, am Königsberg (Laufhauser Werk) und bei Mörsfeld beobachteten Quecksilberhornerze sprechen können.

5. Vorkommen am Donnersberg.

Im Gebiet der Kupfererzgänge von Imsbach ist auffälligerweise nichts von Asphalt bekannt geworden.

Zwischen Dannenfels und Jakobsweiler am östlichen Fuß des Donnersbergs tauchen zwischen der Region der Porphyrkonglomerate und der die Kalkbänke mit *Acanthodes* und *Pleuracanthus* enthaltenden Schichtenregion vereinzelte Kuppen des oberen Tholeyitergusses des Oberrotliegenden auf (vgl. Mikrostruktur Geogn. Jahresh. 1911 S. 168—173), deren vereinzeltes Auftreten nach den übrigen Schichtaufschlüssen zum großen Teil durch tektonische Vorgänge bedingt scheint.

An einem der hervorragenderen Ausbisse dieses hauptsächlich als Mandelstein entwickelten Tholeyits kommt, wie schon v. GÜMBEL erwähnte, Asphalt vor; er ist aber bemerkenswerterweise nicht, wie bisher geschildert, in Gängen in der Masse enthalten, sondern in den Blasenräumen selbst. Man kann an der betreffenden Fundstelle Hunderte von Stücken ohne Erfolg zerschlagen, die Blasenfüllungen sind hier entweder nur delessitische bzw. chloritische Ausscheidungen in feiner Bänderung, wie Achat, oder es ist Quarz in ganz kleinen Bergkriställchen vorhanden. — Wieder an anderen Stellen zeigt sich unversehens fast in jedem Stück der Asphalt; er tritt auch hier an zweiter Stelle auf; die Blasenräume sind fast stets mit einer ersten Kruste von Delessit (bzw. Chlorit) oder Quarz ausgekleidet und über dieser in den meisten Fällen als völlige Letztbildung tritt, sehr oft raumausfüllend, der Asphalt auf; an seiner Stelle ist bei seinem Fehlen entweder weiter nichts vorhanden oder der dunkelockerige Mulm eines sehr zersetzten oder ausgelaugten Braunsplats.

Mehrere Stücke zeigen aber ausnahmsweise innerhalb der von der Delessitwandung umschlossenen Asphaltfüllung (zum Teil deutlich auf die mehrfach erwähnten Zerreißen beschränkt) kleine doppelt abgeschlossene Quarzprismen wie

¹⁾ Vgl. Geogn. Jahresh. 1904. Im Potzberg-Abbaugbiet ist die ältere Barytgeneration ohne die jüngere mit Zinnober. Ich halte indessen nicht für nötig, daß die auf den Baryt aufsitzenden Kristalle von Zinnober erst nach dem Aufhören des Thermalprozesses vielleicht sublimatisch entstanden sind, wie dies H. ARNDT (vgl. Übersicht der Mineralien und Gesteine der Rheinpfalz unter Zinnober vom Potzberg in Geogn. Jahresh. 1916) annimmt. Der Thermalprozeß besteht wohl in einer Mischung von heißen Lösungen und Dämpfen (Geogn. Jahresh. 1914 S. 205).

schwebende Ausscheidungen innerhalb des Asphalts; wieder ein vereinzelt Stück zeigt vom älteren Quarz nach dem Inneren der Blasenfüllung zu umschlossene Reste von Asphalt, als ob sein Absatz zeitlich dem des Chlorits (bzw. Delessits) entspreche (hierbei bildet die Restfüllung auch Braunsapat).

Zum mindesten ist festgestellt, daß hier eine eigenartige Quarznachbildung dem Asphalt folgt, der zu dieser Zeit zum Teil noch flüssig gewesen zu sein scheint; andererseits, daß die ältere, scheinbar einheitliche Quarzbildung in ihren jüngeren krustenartigen Teilen den Asphalt umwächst. Tatsächlich treten auch kleine, ähnlich wie jene im Asphalt gefärbte Quärzchen über dem Chloritbelag der Mandelwände vereinzelt auf. Auch an kleinen Quarzgängen ist eine doppelte Quarzgeneration deutlich.

Das Eruptivgestein ist nicht frisch, sondern reichlich verändert, ganz vereinzelt Gängchen eines unreinen Achats oder etwas häufiger Sprünge von Quarz und Limonit können beobachtet werden; die Feldspäte sind weißlich und matt, sehr viel seladonitische Färbung ist verbreitet; nur der stellenweise häufigere Glimmer scheint frisch.

Was die Mikrostruktur betrifft, so weicht das Gestein von den normalen Verhältnissen, wie sie von M. SCHUSTER geschildert sind, ziemlich beträchtlich ab. Bei gewöhnlichem Licht zeigen die großen Feldspäte eine verbreitete Durchsprengelung mit chloritischer Masse, eine unregelmäßig längs-, schief- und querstellte Zerspaltung und einen stellenweise sehr unscharfen Umriß. Die Grundmasse ist ausnahmslos sehr stark vererzt; es scheint das Erz, nach der Farbe zu schließen, sehr fein verteilter Eisenglanz zu sein, der auch nach v. GÜMBEL hier in Gängen erwähnt wird (Geolog. v. Bayern II, S. 986). Im polarisierten Licht zeigt sich in dem Schliff, der MATTH. SCHUSTER (l. c. S. 173) für die Angabe der spilitischen Ausbildungsform des Gesteins vorgelegen hat, eine weitgehende feinkörnige Verkieselung der Feldspäte, nichts deutet auf die alte Struktur, viele Feldspat„formen“ erscheinen fast isotrop. Ein neu hergestellter Schliff eines Stücks von dem Asphalt führenden Brocken zeigt gemäß der erwähnten unregelmäßigen Zerspaltungsstruktur der Feldspäte orientierte gröbere Quarzkörner. Es hat den Anschein, als ob die Verquarzung von dieser Zerspaltung aus eingetreten und der Rest des Feldspatkörpers später der Chloritierung anheimgefallen ist. Die gleiche Folge zeigen auch die Blasenfüllungen; ausnahmslos bildet den ersten Wandbelag eine Kruste mit Quarzkriställchen, welche durchgängig von einer delessitisch-seladonitischen Restfüllung gefolgt ist; eine zweite Quarzausscheidung ist nur an einer Stelle mikroskopisch festzustellen gewesen.

Über das von GÜMBEL erwähnte Asphaltvorkommen von Bastenhaus konnten leider keine neueren Beobachtungen gemacht werden; die vorhandenen Stückchen lassen eher auf eine Gangfüllung schließen, was damit übereinstimmt, daß das porphyritische Gestein daselbst völlig dicht und blasenfrei ist. (Das spez. Gewicht dieser Proben ist nach Dr. SCHUSTERS Bestimmung 1,12. Härte nach Dr. SCHWAGERS Best. = 4,2.)

6. Asphaltvorkommen am Hardtrand.

Im Steinbruch im Trochitenkalk vom Geilweilerhof bei Frankweiler wurden nach L. VAN WERVEKE (Mitt. der Geol. Landesuntersuchung von Elsaß-Lothringen 8, 1913—14, S. 93) unreine Asphalteinschlüsse gefunden, an welche

sich auf Klüften Anflüge und Überzüge von Rohöl anschließt. VAN WERVEKE erklärt diese Einschlüsse für primär und hält dieses in Hinsicht auf den Fossilreichtum der Crinoidenkalke für leicht erklärlich; es darf auch vielleicht darauf hingewiesen werden, daß die Kappen der zahlreichen Styolithen der westpfälzischen Trochitenkalke aus unreinem Erdpech bestehen und diese als Auflösungsrückstände bei der Styolithenbildung zu betrachten sind. Ich möchte aber doch, die Ansicht VAN WERVEKES etwas verwendend, annehmen, daß es sich um eingeschwemmte Einschlüsse einer nahebei gebildeten versteinungsarmen Schicht handele, welche als Zwischenlage der Trochitenkalke zu gelten hätte, wobei auch gelegentlich Bohrröhren-artige Hohlräume mit dieser Substanz erfüllt werden konnten. Ich erinnere hierbei an THÜRACH (Erl. z. Bl. Bruchsal der bad. geol. Spez.-Karte S. 8 und 10), wonach die Ostrakodentone im unteren Trochitenkalk zähflüssiges Erdöl einschließen. Die Spuren von eingedicktem Rohöl, welche bei der Bohrung nach Petroleum bei Frankweiler auch in einem Kalk der untersten Lettenkohle gefunden wurden, sind möglicherweise auf den gleichen Trochitenhorizont zurückzuführen; die begleitenden Funde dieser Bohrung lassen annehmen, daß durch aufsteigende Mineralwasser der „Öl“-Horizont zum Teil ausgelaugt und das Öl in höherer Teufe wieder abgesetzt wurde (Ber. d. oberrh. Geol. Vereins 1910 II S. 48), was auch für die von VAN WERVEKE angeführten Asphaltvorkommen in den verkieselten, Flußspat und Schwerspat führenden Trochitenkalken von Rappoltsweiler, St. Pilt und Orschweier in Ober-Elsaß gelten könnte.¹⁾

Es liegt nahe, anzunehmen, daß auch die in nächster Nähe bei Siebeldingen im unteren Gipskeuper (Steinmergel der Estherienregion) gefundenen (vgl. H. THÜRACH, Ber. XXVII. Vers. des Oberrh. Geol. Ver. zu Lindau 1894 S. 28) feinen Kluffüllungen von Asphalt eine ähnliche Entstehungsweise und Herkunft haben. In einem von A. LEPLA im Graben von Schnauzberg bei Siebeldingen gesammelten Steinmergelproben mit Asphaltklüftchen zeigt sich noch Kalkspat als jüngere Ausscheidung; außerdem liegen diesen Proben zwei quarzige Gangbruchstücke mit Asphalt bei. Es ist vielleicht anzunehmen, daß der Asphalt ähnlich dem oben S. 48 besprochenen Vorkommen bei Rockenhausen einem ursprünglichen Bitumengehalt der Steinmergel entstammt, wobei aber der Mitwirkung mineralkräftiger thermaler Wasserdurchzüge nicht zu entraten sein wird.

In den südpfälzischen Bleierzgängen mit Eisenerzen wird auffälligerweise nirgends Asphalt erwähnt. Ebenso wenig findet sich Asphalt in zahlreichen Proben wohl permischer Baryt-, Eisenglanz-, Erz-, Kalkspat- und Braunspatgänge des Grundgebirges und des Grenzmelaphyrs des Hardtrandgebiets oder in den Kupfererzgängen von Wattenheim.

¹⁾ VAN WERVEKE nimmt mit gutem Grund an, daß der Kalk des Fluorcalciums aus dem Trochitenkalk stammt; man darf so auch der Ansicht beipflichten, daß der Asphalt aus dem Bitumen des Kalkes stamme. Es muß hier übrigens auch an die Nähe von Basaltdurchbrüchen erinnert werden.

Übersicht der Beziehung der Asphaltvorkommen zu Eruptivgesteinen.

In basischen Eruptivgesteinen bzw. Tuffen (☿ mit Quecksilbererzen)	In Sedimenten mit engen Beziehungen zu basischen Eruptivgesteinen	In Sedimenten mit ferneren Beziehungen zu basischen Eruptivgesteinen	In sauren Eruptivgesteinen und vergleichbaren Sedimenten ¹⁾
---	---	--	--

A. Pfälzische Vorkommen: *

Lauterecken	Remigiusberg Blochersberg Reipoltskirchen Kaulbach	Potsberg ☿	Königsberg ☿
Lemberg, Rotenberg — Buchwald	Moschellandsberg ☿ Stahlberg (Roßberg) ☿	Stahlberg (Steinkreuz) ☿	
— Unterhäuserberg ☿		Rockenhausen (Steinkaut)	
Gerbach		Münsterappel ☿	
Mörsfeld ☿	Spitzenberg ☿		
Orbis ☿	Orbis ☿		
Kirchheimbolanden			
Dannenfels			
Bastenhaus			

B. Außerpfälzische Vorkommen:

Hollahaas (Rheinessen) ☿ Baumholder ☿ Oberstein Waldböckelheim ☿ + Cu Rudelsdorf (Schlesien)	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="font-size: 2em; margin-right: 5px;">}</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-size: 0.8em; margin-right: 5px;">Nahetal- gebiet</div> </div>	Grötzingen ²⁾ (NO. Karlsruhe) Aussen ³⁾ NO. Lebach	Dossenheim ⁴⁾ N. Heidelberg (?) Ottenau NO. Baden-Baden
--	--	---	---

¹⁾ Diese Schichtspalte schließt die Möglichkeit der Beziehung zu basischen Gesteinen der Tiefe nicht aus.

²⁾ Was das Vorkommen von Grötzingen bei Durlach O. von Karlsruhe betrifft, so findet sich Asphalt dort in Spältchen des Röts nach v. ZITTEL mit Schwerspat und Pyrit; es handelt sich hier also um tertiäre Gänge, immerhin wäre eine Beziehung zu basischen Gesteinen nicht undenkbar, welche unter dem Buntsandstein und Oberrotliegenden als Grenzlager einer Mulde auf dem Grundgebirge lägen, entsprechend den linksrheinischen Vorkommen in der weiteren Umgebung von Albersweiler.

³⁾ Der Asphalt kommt hier nach NÖGGERATH im Buntsandstein mit Kupfer vor; es sind das nicht die Fundstellen von Cu-erzen, welche in erster Linie dem Porphyry angehören, an welche sich der tiefere Buntsandstein und das ihm sehr ähnliche Oberrotliegende dieser Gegend anlagern. Dieser Porphyry ist nicht nur von basischen porphyritischen Gesteinen durchsetzt, sondern steht auch in nahen Beziehungen zu benachbarten basischen Decken.

⁴⁾ Es ist wohl ferner liegend, daß die das Grundgebirge unter dem Porphyry stellenweise durchschwärmenden Lamprophyrgänge mit dem gelegentlichen Asphaltvorkommen hier zusammenhängen. Die von F. RÖHRER am Amalienberg bei Ottenau gemachte Beobachtung (vgl. S. 67) geschah in dem Oberrotliegend-Grundkonglomerat, in welchem keine basische Eruptiv-Einschlüsse nachweisbar sind. Es findet sich im Untergrund der Oberrotliegendverbreitung indessen nach der Eck'schen Karte der Umgegend von Baden etc. (Abhdl. d. k. pr. Geol. L.-A. N. F. 6 1892) nicht weit davon ein breiter Streifen von diesem Konglomerat überschrittenen Übergangsgebirge mit uralisiertem Diabas, mit Schichtgesteinen, deren Entstehung auf basische Abstammung hinweist, wenn auch die unmittelbare Unterlagerung am Amalienberg tieferes Rotliegendes auf Gneis zu sein scheint. — Außerdem finden sich im SW. des Gebiets starke Porphyrydurchbrüche (offenbar praepermische), deren nachfolgend zugehörige basischen Durchbrüche fehlen und scheinbar nicht an die Oberfläche gedrungen sind; dies dürfte immerhin in Betracht zu ziehen sein.

Schlußfolgerungen über die mögliche Herkunft des Asphalts.

Was die Herkunft des Asphalts betrifft, so habe ich in oben angeführter ersten Äußerung (Geogn. Jahresh. XVII, 1904, S. 196) aus dem Vergleich jener die Asphaltfunde und sie nicht (bzw. nur untergeordnet) führenden Erzgebiete (Porphyrstock von Königsberg) und aus den allgemeinsten Kennzeichen des Vorkommens schließen zu dürfen geglaubt, daß er sicher nicht unmittelbar aus hoher Temperatur, in der auch Zinnober in Sublimation entstanden sein könnte, hervorgegangen ist, also ein unmittelbar plutonisches Erzeugnis ist, sondern daß er eine mehr untergeordnete Begleiterscheinung dieser Mineralisation selbst und zwar besonders jener Erzgänge in den Sedimentgebieten darstelle im Gegensatz zu jenen in den großen Porphyrgebieten. Letzteres führte zu der Vermutung, daß die mineralisierenden, wie ich annahm, wahrscheinlich NaCl haltigen juvenilen (vgl. l. c. S. 187, 205, 208—209 u. s. w.) Lösungen, welche Quarz, Baryt, Zinnober und Kupfererze absetzten, aus den Bitumen führenden Teilen der karbonischen und permkarbonischen Ablagerungen (s. oben S. 48 und S. 57) im Zusammenhang mit Soolewirkung die Asphaltabsätze geschaffen haben dürften.

Dieser Gedankengang ist auch zugleich im Sinne der bekannten Anschauungen verfolgt worden, welche in manchen Quecksilbererzgebieten die Konzentration und Ausfällung der Quecksilberverbindungen von dem Bitumen der benachbarten Gesteinsschichten abhängig macht (vgl. hierzu KRUSCH „Unters. u. Bew. von Erzlagerstätten“ 1907 S. 261 und SCHRAUF, „Über Metazinnabarit von Idria etc.“, Jahrb. d. K. K. Geol. R.-A. 1891 S. 398).

A. LEPPLA spricht (in Naturw. Wochenschr. 1902 S. 574) lediglich von einem verdichteten Grubengas-ähnlichen Produkt aus der Zersetzung der tiefer liegenden Kohlenvorräte, auf welche meine Annahmen nicht hinzielten.

W. SALOMON hat (Ber. des Oberrh. geolog. Vereins 1909 S. 116—122) im gewissen Gegensatz zu A. LEPPLA eine rein oder unmittelbar thermale Entstehung für das im Porphyry von Dossenheim N. Heidelberg bekannte Asphaltvorkommen angenommen, während mein damaliges Material nur für eine mittelbar und beiläufig thermale Entstehungsweise sprach. SALOMON dachte auch nicht an Emanationen der pneumatolytischen Periode des Porphyrs selbst, sondern an einen tertiären Vorgang. Hierzu kommen in gleicher Ausdeutung die Feststellungen von F. RÖHRER im Jahresber. d. oberrh. geol. Vereins 1914 S. 89 bezüglich der Funde von Asphalt in Spalten des Oberrotliegenden Grundkonglomerats bei Ottenau NNO. von Baden-Baden (S. 66⁴).

Durch die genauere Bearbeitung des Materials der für das Bl. Donnersberg früher noch ausstehenden älteren Fundorte, durch neue Funde und die Auffassung, daß auch das Effusivgebiet von Mörsfeld gleich dem von Jakobsweiler weniger als ein Sedimentgebiet zu betrachten ist, tritt nun die Beteiligung der basischen Ganggesteine an den Asphaltvorkommen entschiedener hervor, besonders wenn wir noch einige außerbayerische, zum Teil örtlich sehr nahe liegende Vorkommen hinzuziehen (vgl. Tabelle S. 66). Hierzu sei noch folgendes ausgeführt.

1. Mittelbar magmatische Herkunft des Asphalts in Eruptivgesteinen.

Aus den in v. WOLFFS Vulkanismus Bd. I S. 112 gegebenen ausführlichen und kritischen Zusammenstellungen der wichtigeren Ergebnisse von vulkanologischen Einzelforschungen ist zu entnehmen, daß das in den vulkanischen Exhalationen vorkommende Methan als ein Reaktionsprodukt von CO_2 und H_2 aus dem magmatischen

Gasbestand in einer späten Periode der vulkanischen Vorgänge bei sinkender Temperatur entstehe (vgl. l. c. S. 112). Daraus läßt sich verstehen, daß es auch in den Mineralkörpern der Eruptivgesteine selbst nachgewiesen werden kann. Da ist es nun sehr auffällig, daß Methan (l. c. S. 79) und überhaupt die Gase H_2S , CO_2 , CO , H_2 in Diabasen und Basalten in verhältnismäßig größten Mengen als magmatischer Bestandteil noch eingeschlossen festgestellt werden konnten; für Methan wird in diesen Gesteinen 0,12 ccm (bei 0^0 und 60 mm Druck) aus der Volumeinheit des Gesteins als Mittel berechnet; für die Diabas-Ergußgesteine (bei 0,19 Größt- und 0,06 ccm Mindestgehalt) ist das Mittel 0,14 ccm.

Dies eröffnet für unsere Pfälzer Vorkommen folgende Erklärungsmöglichkeit: Nach der Erhärtung der basischen Intrusionen setzt (zum Teil nach einer nicht seltenen aplitischen und quarzischen Injektion) die Erzmineralisierung im Anschluß an die die Schichten steiler und flacher durchbrechenden, durch neuere tektonische Bewegungen der andauernden Gewölbebildung geöffneten Schlotspaltungen der basischen Intrusiva ein; ebenso werden die Effusivkörper im Anschluß an tiefgehende tektonische Erschütterungen in ähnlicher Weise der Mineralisation durch Tiefenlösungen zugänglich gemacht, was besonders dann nahe liegt, wenn, wie z. B. bei Mörsfeld, diese Effusiva örtlich von zahlreichen feinen Aplitgängen durchsetzt sind.¹⁾

Es erfolgt nun hierdurch eine weitgehende metasomatische Umwandlung der basischen Eruptivkörper, die um so völliger stattfindet, je durchlässiger diese gedacht werden können, wie z. B. auch Blasengesteine;²⁾ die Umwandlung kann bis zur völligen Verkieselung sich steigern, welche in viel umfassenderem Maße die benachbarten Sedimente (seien es nun die der Verkieselung an und für sich sehr zugänglichen Quarzsedimente oder die auch durch die Wärmeaufblähungswirkung der benachbarten Intrusion zugänglich gemachten Schiefertone) ergreift. Bei dieser mineralischen Durchsinterung der Eruptiva, von deren durchgreifenden Ganzheit wir verschiedene Belege brachten, werden nun auch jene Gase ausgetrieben und mit ausgewaschen, welche dann in den Spalten sich ansammeln; es bilden sich dabei Quarz- und Karbonatlösungen, Sulfide werden konzentriert und ausgeschieden, dann bleiben als Reste CO , H_2 und CH_4 und N , welche Gasreste bei abnehmenden Temperaturverhältnissen wohl nicht ohne Solwirkung mit hinzutretender Oxydation von oben her zu flüssigen Naphtaverbindungen zusammentreten können.

Da die Erzeugnisse des letzten Vorgangs durchgängig auch den Abschluß der ganzen Quecksilber etc. -Mineralisation bedeuten und die Begleiterscheinung eines unter Druck erfolgenden Rückzugs ist, so ist es nicht auffällig, wenn die Endprodukte auch schon in den Spalten der veränderten Eruptivkörper selbst als Ausfüllungen auftreten, aus deren Gesteins-Umgebung sie in kleinsten Mengen ausgetrieben wurden; hierbei ist zu bedenken, daß ein Teil der Spältchen schon vorher bestand und den ganzen Ausziehungsprozeß bzw. dessen höhere Stärke ermöglichte oder daß, ganz abgesehen von der Wahrscheinlichkeit andauernder tektonischer

¹⁾ Hierbei ist nicht ausgeschlossen, daß auch die Örtlichkeiten von Ergußdecken mit den zugehörigen Aufstiegsalten in näherer Verbindung stehen und Aplitisierung sowie Mineralisierung durch diese nähere und ältere Verbindung mit der Tiefe unterstützt wird.

²⁾ Daß bei Blasengesteinen dennoch so selten Asphalt beobachtet wurde, das kommt wohl neben der geringen Mineralmasse und einem ursprünglichen Gasverlust daher, daß sie doch seltener in ihrer Stromverbreitung in Zusammenhang bleiben mit den ihnen angehörigen Durchbruchsschloten und -Spalten und verhältnismäßig nur zufällig mit tektonischen Tiefenlösungen emporführenden Zerspaltungen, soweit wenigstens die Zone des Ausstreichens es bietet, zusammentreffen (vgl. Anm. 1).

Bewegungen, auch im engeren Bereich der Mineralisation in den davon betroffenen Gesteinskörpern durch Stoffentzug und einseitigen Neuabsatz das Festigkeitsgleichgewicht gestört wird und so von neuem Rutschungen mit Zerspaltungen oder mit stärkerem Aufreißen von älteren capillaren Zertrümmerungen einsetzen; so treten infolge eines Kreislaufes Verhältnisse und Erzeugnisse unmittelbar nebeneinander auf, welche man örtlich weiter voneinander vermuten sollte und welche an der Stelle, wo sie angetroffen werden, auch wie Gebilde zeitlich weiter auseinander liegender Vorgänge anmuten.

Wir müssen hier hinzufügen, daß die Tatsache, daß im allgemeinen auch die geologisch älteren Gesteine an Gasgehalt zunehmen, was nicht auf Kosten der Verwitterung gesetzt werden kann (vgl. WOLF 1904 S. 80), nahe gelegt hat, daß an einem gewissen Maß dieser Zunahme u. a. der langsame, selbständige Zerfall radioaktiver Elemente schuld ist; wenn wir nun bedenken, unter welchen starken Einflüssen der gesamte Mineralbestand der geschilderten basischen Gesteine umgewälzt wurde, so dürfte auch hier eine außerordentliche Gelegenheit zum Zerfall radioaktiver Elemente, zu ungehinderter Emanation gegeben sein und die obigen Zahlen, besonders in ihrer Gegensätzlichkeit zum Gasgehalt saurer Gesteine, unverkürzt und ohne Vorbehalt in die Betrachtung hereingezogen werden, trotzdem diese Asphaltanreicherung aus jung paläolithischen Gesteinen in jung paläolithischer Zeit selbst noch stattgefunden haben mußte.

Weiter ist zu bemerken, daß in den basischen Urgesteinen auch ein bemerkenswerter Gehalt an Stickstoff nachgewiesen ist, welcher auch nach EBLER im Asphalt von Dossenheim auftritt, bei dem pfälzischen Vorkommen aber von Dr. A. SCHWAGER nicht nachgewiesen werden konnte.

Wenn wir somit der Anschauung das Wort reden, daß der Asphalt durch Wirkung thermaler Mineralisation, zwar nicht aus den bitum. Gesteinen der Perm-Carbonsedimente entstanden ist, sondern aus den hierdurch verursachten stofflichen Umsetzungen der basischen Eruptivgesteine der Perm-Carbonschichten hervorging, so ist andererseits darauf hinzuweisen, daß einfache Umsetzungen in basischen Gesteinen und ihrer Umgebung, welche sich auf Kalzit- und Eisenockerabsätze beschränken und nur gewöhnliche Verwitterung des Gesteins zur Voraussetzung haben, niemals zu Asphalt führen; es ist das an zahlreichen Vorkommen des Pfälzer Sattels zu schließen.

2. Mittelbar magmatische Herkunft des Asphalts in den Erzgängen der Sedimentgebiete.

Wie verhält es sich aber nun mit den Asphaltvorkommen in reinen Sedimentkuppen, in welchen die Beziehungen zu basischen Intrusivkörpern durchaus nicht zu bestehen scheinen, wie beim Potzberg, wo weder durch den Bergbau noch durch spätere Tiefbohrungen nahe der Mitte des Berges etwas von basischen oder sauren Kernen und Lagergängen nachgewiesen ist?

Hierfür ist aber hervorzuheben, daß auch starke Spaltklüfte, welche auf größere Eruptivkörper hinlaufen, ebenso wie starke Schichtungsaufblätterungen oder spröde, besonders zerklüftete, hochgradig für Flüssigkeiten und Gase durchlässige Schichtenverbände zwischen undurchlässigeren Schiefertongmassen eine innigere Verbindung von solchen Erz- und Asphaltgangsystemen mit basischen Eruptiven herstellen könnten.

Für den Potzberg wurde nun durch den Verfasser festgestellt, daß die Erzgänge dort zu einem wichtigen Teil aus lagerhaften Aufblätterungen bestehen, welche sich hauptsächlich an das grobzerklüftete „Felskonglomerat“ anschließen;

dieses, die Richtung älterer Quergänge, auf welchen später Verwerfungen auftreten, und die gesamte Erzganganhäufung des Potzbergs verweisen nun auf den nahen Kuselitzug vom Remigiusberg, der im Ausstreichen von jenem der Erzgänge etwa 2 km entfernt wäre und dessen Tiefenfortsetzung von dem schwächer einfallenden Felskonglomerat in etwa 3 km Horizontalentfernung bei ungefähr 1500—2000 m Tiefe unter dem Niveau der Erzabbaue erreicht würde. Dabei ist zu bedenken, daß in Kalkspatgängen des Remigiusbergs selbst sich häufig Kupfererze gefunden haben und auch ein alter Kupferabbauversuch im Hangenden des Lagers bestand, während im Potzberg fast nichts davon auftritt; es müßte hier eine absplattende Verteilung zwischen hier und dem Potzberggebiet stattgefunden haben, während am Moschellandsberg und bei Mörsfeld die Zinnober- und Kupfererze zusammen vorkommen. Ich halte die Mineralisierungsbeziehung zwischen jenen beiden Gebieten für außerordentlich naheliegend. Hierbei ist an das häufigere Auftreten von Asphalt gerade in der Umgebung des Remigiusbergs hinzuweisen; ich glaube zwar, daß es sich hier zum Teil um eine jüngere Entstehung handelt, etwa um tertiäre Vorgänge der gleichen Art, welche bei geringerer Stärke auch geringere Ausbreitung hatten und daher zu der Höhe der alten Potzbergbaue nur schwach aufstiegen; eine Wiedereröffnung der alten Mineralisationsvorgänge zu tertiärer Zeit ist bei dem Hinblick auf die noch gegenwärtigen Fortsetzungen bei Kreuznach keine zu gewagte Annahme, wenn man bedenkt, daß auch bei Diedelkopf N. von Kusel zunächst dem Kuselit eine Kohlensäure-haltige Soole entspringt, ebenso bei Grumbach NW. von Lauterecken, woselbst auch Asphalt im Melaphyr gefunden wurde (vgl. Erl. z. Bl. Kusel 1910 S. 114).¹⁾

Ein ähnliches Lageverhältnis von Erzgängen zu benachbarten Eruptivschloten, wie dies für den Potzberg nahegelegt wurde, gilt nach diesem Lehrbeispiel für fast alle übrigen Erzvorkommen. Das Erzgebiet mit Asphalt am Stahlberg liegt im Winkel zwischen der Schönborner Intrusions-Gruppe im Süden, der Mannweiler Gruppe im Norden und dem Hofer Hof-Massiv im Osten in einem ähnlichen Liegendabstand und es entspricht der Hauptentwicklung des letzteren auch der eigentliche wichtige Erzbereich des Stahlbergs; alle diese Eruptivgruppen leiten in ihren an der Liegendfläche ihrer Durchbruchkörper spitzwinkelig anstoßenden Schichtfugensystemen gemäß der Neigung der Schichten nach dem Stahlberg in die Höhe. Es ist hierbei zu bemerken, daß im permischen Jugendstadium des Pfälzer Sattels neben zahlreichen Schichtaufblätterungen für Magmendurchbrüche und mit ihnen zusammenhängende Mineralisationsdurchzüge nur verhältnismäßig wenige aber bedeutende Vertikalzerklüftungen (ohne Verwerfungen!) bestanden.

Das Gebiet von Moschellandsberg hat nun in seinem Kern eine stark verkieselte basische Masse, welche der ausführlich S. 59 beschriebenen von Orbis sehr gleicht; sie hält aber dem sehr reichen Erzvorkommen mit allerdings untergeordnetem Asphalt nicht die Wage; dafür haben wir in ganz naher Entfernung zwischen Schiersfeld-Sitters und Niedermoschel-Alsenz ein Gebiet zahlreicherer Muldenflügeldurchbrüche, deren südliche Gegenflügel auch noch als zum Stahlberg in Beziehung stehend betrachtet werden können (Fig. 2 S. 75); der im SW. vom Moschellandsberg liegende Lagergang vom Steinkreuz hat eine hochgradigere tiefgehende gesamt-körperliche Umwandlung erfahren und ist ganz hellfarbig geworden (vgl. Buchwald am

¹⁾ Ich verweise hierbei auch auf meine Ausführungen in Geogn. Jahresh. 1904 S. 196—197 über die geologisch letzte tektonische Erschließung der tiefen Herde; hier ist auch S. 196 Anm. Bezug genommen auf das in einem Bohrloch bei Bexbach schwache, aber deutlich gewordene Vorkommen von Petroleum in Sandsteinen mit Klüften aus Kalkspat und Schwefelkies.

Lemberg), ohne eigentlich an Festigkeit eingeübt zu haben; das Erz ist, wie der Dünnschliff zeigt, spurlos verschwunden. Die Eruptiva dieser Gegend, von Moschellandsberg und Stahlberg — es erstreckt sich dies auch auf die Erzgänge des Donnersberggebietes (Geogn. Jahresh. 1915 S. 77) — haben nach MATTH. SCHUSTER als strukturmäßige Tholeyite eine ausgebreitete Verquarzung erlitten, welche zum Teil die Restquarzbildung der Kuselite nachahmt und als Folge einer Kieselsäureabspaltung aus einem Aplitmagma von mir erklärt wurde (s. oben S. 55). Obwohl diesem Vorgang erst die die Erzmineralisation begleitende Verkieselung als zeitlich getrennte eigene Sache nachfolgt (vgl. oben S. 56—57), kann er doch schon zur Austreibung und Ansammlung der magmatischen Gase und zur Bildung von Asphalt in hohem Umfang beigetragen bzw. ihr vorgewirkt haben.

Hierzu ist noch zu bemerken, daß die zwischen Sitters, Alzenz und Niedermoschel einerseits und dem Moschellandsberg andererseits liegenden tholeyitischen Lagergänge als höhere Apophysen eines einheitlichen in der Tiefe SO. von Moschellandsberg liegenden Muldenachsendurchbruchs (vgl. S. 75 Fig. 2) betrachtet und in Beziehung zu dem Erzgebiet Landsberg-Selberg stehend angenommen werden müssen.

Was das hochgradig veränderte Gestein am Moschellandsberg selbst betrifft, so ist es zum Teil ursprünglich auch ein Tholeyit gewesen, der zuerst eine Quarzneubildung erfahren hat [vgl. Geogn. Jahresh. 1913, S. 247³], wie sie von den Tholeyiten eben erwähnt wurde; darnach hat das Gestein eine weitere Zersetzung und inneren Zusammenschluß seiner Raumverminderung erlitten, welche die Struktur ziemlich gestört hat, so daß bei einer weiteren nun die ganze Masse ergreifenden Silifizierung der alte Strukturtypus gerade nur noch in Einzelheiten und an einzelnen Stellen zu erkennen ist (vgl. Geogn. Jahresh. 1913, XXVI, S. 247 mit Analysen von Dr. AD. SCHWAGER). In zweiter Linie wurde am Turmfelsen vom Landsberg der Typus porphyritischer Gesteine von MATTH. SCHUSTER erwähnt, welche aber von den dort gut erhaltenen Porphyriten der unmittelbaren Umgebung abweichen, so daß die Frage ist, ob es sich hier nicht um Randbildung eines Porphyrs handeln könne, in welchem ja auch sonst hie und da porphyritische Strukturformen beobachtet sind [vgl. l. c. 1913, S. 246²], S. 251 Krehberg und S. 252¹]. Die erst erwähnten besser erhaltenen Porphyrite sind dagegen inmitten des Gebietes der Silifizierung so sehr frisch, daß es sehr wahrscheinlich ist, daß sie jünger sind als diese und als die gesamte Mineralisierung und zwar etwa gleichzeitig mit den jüngeren Porphyriten in Intrusionen und Effusionen (vgl. Geogn. Jahresh. 1915, S. 187) näher am Sattelrand zwischen Hochstein-Rockenhausen und Kirchheimbolanden-Kriegsfeld.

Was die Eruptivgesteine im Erzgebiet vom Stahlberg selbst betrifft, so ist ein kleines als Tholeyit noch zu erkennendes Lagergüngchen auf der SO.-Seite des Stahlbergs (vgl. MATTH. SCHUSTER 1913, S. 247 unten) in ein „feinstkristallisiertes Quarzaggregat“ verwandelt. Ein Gang, der ins Abbaugelände am Roßwald hereinstreicht, zeigt sich einschließend der Grundmasse in allen Bestandteilen bis auf Feldspäte und Erz in Kalzit und chloritische Masse umgewandelt; bezeichnenderweise findet sich gerade in den Erzgängen des Roßwaldgebietes etwas mehr Kalkspat, während er vom Stahlberg sonst nur in dem südlichen hinteren Teil nach Dielkirchen zu, d. h. in der Richtung auf die hier angenäherten Tholeyite, erwähnt wird. Das ersterwähnte verquarzte Tholeyitgüngchen liegt beim Steinkreuzgang, von wo wir oben den Asphalt erwähnten, ebenso wie das Asphaltvorkommen vom Steinhübel bei Rockenhausen dem südwestlichen Seitenende der Hooper Hof-Masse entspricht.

In ähnlicher Weise liegt das kleine Erzgebiet bei Münsterappel im Liegenden des Winterborner Tholeyitzugs. Das Vorkommen bei Spitzenberg ist zum einen Teil an basische Gesteine unmittelbar angelagert, liegt zum andern Teil wieder im Liegenden der selbst von kleinen Quecksilber- und Erdpechspalten durchsetzten Niederwiesen-Schniftenberger Masse, für deren Mikrostruktur auch die Tatsache der die Resteckquarze der Kuselite nachahmenden Quarzausscheidung nach MATTH. SCHUSTER hervorzuheben ist.

Das gleiche Prinzip der Liegendanordnung erzführender, in massigen Schichtenverbänden verkieselter Gesteine, für welche eine stratische Tiefenverbindung mit steiler einfallenden benachbarten basischen Intrusivlagergängen gedacht werden kann, gilt für Orbis, in dessen tieferen Verband auch jene stark verkieselte Tholeyitapophyse mit Zinnober und reichlich Asphalt nachgewiesen wurde (vgl. S. 58 und Fig. 2 S. 75).

3. Beziehungen der Erzgänge überhaupt zu magmatischen Durchbrüchen.

Wir sind so bei der Behandlung der Asphaltauftreten und ihrer möglichen Beziehungen zu basischen Eruptiven zum mindesten in ihrem Hangenden auch mehr und mehr dazu gekommen, die Gesamtmineralisation der pfälzischen Erzgänge von dem gleichen Gesichtspunkt aufzufassen: als ob letztere, ähnlich wie die lagerhaften basischen Apophysen, von den tieferen Regionen massiger Eruptivkörper selbst in Schicht-Zerspaltungen, also „stratisch“ oder „schichtmäßig“ aufsteigend, auf die hier naheliegenden Tiefenverbindungen hinweisen, sei es daß die Mineralisationsvorgänge hier nur ihre in unmittelbar älterer Zeit vorgebildeten Wege fanden, sei es daß die Mineralzufuhren selbst mit den Begleitumständen und -stoffen der leichtflüssigen, an Gas und Erz reicheren, mit gasförmigen Mineralisatoren (Sulfiden) geschwängerten basischen Magmen und ihrer postvulkanischen Äußerungen zusammenhängen.

Es scheint als ob die Liegendflächen jener mit steilerem Einfallen als die Schichten in der Richtung nach dem Sattelfirst aufsteigenden, sie meist spitzwinkelig durchschneidenden und flächenhaft weit ausgedehnten intrusiven Lagergänge eine besondere Wirkungsweise gehabt hätten, etwa die einer Konzentration der Lösungen unter einem undurchdringlichen nach dem Liegenden zu die Wärme erhaltenden und die Zerstreung der Mineralausscheidungen nach oben und außen verhinderndem Dach,¹⁾ von wo aus dann unter dem aufwärts sich vermehrenden Ansammlungsdruck die Minerallösungen auch in die liegenden senkrechten Querklüfte und die flachen Schichtfugen-mäßigen Zerspaltungen gedrängt werden und nach dem Sattellinneren seitwärts und aufwärts wanderten.

Wenn diese Möglichkeit bei den ersterwähnten Fällen sich deutlicher ausprägt, so sind doch auch die übrigen kurz zu berücksichtigenden Erzgebiete dieser Anschauungsart durchaus nicht gerade widersprechend angeordnet.

Was z. B. das Erzgebiet im Porphyry vom südöstlichen Königsberg betrifft, so ist es in nicht unähnlicher Weise zu dem großen südöstlich gelegenen basischen Durchbruchgebiet von Niederkirchen (Sattelberg) gelegen, wie das Erzrevier vom

¹⁾ Mit etwas Ähnlichem hängt auch vielleicht die Liegendveredlung flacher oder nicht zu stark einfallender Erzgänge zusammen, welche ich am Potzberg (Geogn. Jahresh. 1904 S. 166) mehr tektonisch zu erklären suchte. An anderen Orten, wo die tektonischen Bedingungen andere sind, zeigt sich aber die Erscheinung auch, so daß hier aus der Tiefe stammende Erzbringer (Lösungen, Dämpfe etc.), an der Hangenscholle, Gangfüllungen etc. ein auffangendes und stauendes Dach finden, welches zur Veredlung des Liegenden beiträgt.

Potzberg zur Rammelsbacher Masse.¹⁾ Wenn letztere freilich schier noch einmal so nahe an das Erzrevier des Dreikönigzugs herantritt, so darf vielleicht auf die viel größere Mächtigkeit der Sattelbergmasse verwiesen werden. Es scheint allerdings hier dem Erzgebiet des Königsbergs nur der weniger mächtige Teil des Lagergangstocks von Niederkirchen mit seinen liegenden schichtmäßigen Apophysen gegenüberzustehen; dazu ist aber zu bemerken, daß dieser Teil gerade durch eine nicht unbeträchtliche Absenkung gekennzeichnet ist, wonach die sich verschmälernden höheren Endteile in das Niveau der östlich gelegenen tieferen stärkeren Kernmasse gerückt sind. Bei einem etwaigen Übergreifen von Mineralisations-Schichtaufblätterungen von SO. her in den Porphyr des Königsbergs bzw. in dessen Schichtenliegendes, vielleicht auch bei einem Übertritt einer tieferen basischen Apophyse in den Porphyr selbst, wie das die steileren Kuselitdurchbrüche vom Potschberg und Kiefernkopf ganz annehmbar erscheinen lassen,²⁾ werden natürlich die endgültigen Gangabführungen von der dem Porphyr eigenen Art der Gangzerklüftung abhängig. — Meiner Ansicht nach drückt sich in der Tat in den Erzvorkommen vom Königsberg die von Südosten her stattfindende Annäherung der mächtigeren, sonst dem Sattelrand genäherten basischen Durchbrüche an der sich hier sehr verengenden Sattelmittle unverkennbar aus; ebenso rücken diese Durchbrüche vom nordwestlichen Außenrand der breiteren Sattelregion im Remigiusberg-Zug zum Potzberg hin auffällig gegen die hier — im Glan-Lautergebirge — viel enger zusammengepreßte Sattelmittle vor. — Die im Liegenden der Niederkirchner Masse (Sattelberg!) auftretenden Kuselitartigen Apophysen mit Quarznachbildung, endlich die von MATTH. SCHUSTER in Erl. z. Bl. Kusel S. 76 genauer dargestellte starke Verquarzung des Potschbergrands dürfen hier ohne weiteren Hinweis genannt werden. — Nach diesen Voraussetzungen kann das fast völlige Fehlen des Asphalts im Königsberg-Ganggebiet also nicht, wie dies früher vermutet war, auf die Lage der Gänge in einem Porphyrgbiet im Gegensatz zu einer Lage in vorwiegenden Sedimentmassen gedeutet werden, sondern zugleich mit dem Zurücktreten der Karbonatausscheidungen auf die räumlich weiter abliegende Beziehung zu basischen Durchbrüchen in jenen Sedimenten und das verhältnismäßig geringe Angegriffensein dieser basischen Masse durch die sich den Mineralisationen anschließende und verändernde Durchsinterung durch Tiefenlösungen, wenigstens was das Niederkirchner Massiv als Ganzes betrifft. In höchst auffälliger Weise durchsetzen aber dieses, auf gewisse Spaltzüge beschränkt, 1. eine Anzahl von breiten Kalzitgängen, welche eine grob oolithische Strudelstruktur besitzen, 2. schwächere Gangbildungen von Zeolithen auf älterem Kalkspat, zum Teil mit Pseudomorphosen nach Kalzit (Analzim, Desmin, Chabasit, Laumontit, Skolezit und Natrolith) — also von wasserhaltigen Kalk-Natron-Aluminiumsilikaten mit Prehnit, mit dem Borhaltigen Datolith und mit Pektolith, wobei die umfangreiche Epidotbildung (vereinzelt Kupferkies) nicht übersehen sei.³⁾ Man kann hierbei an die äußeren Spitzen, das vertikale Empordringen und die örtlichen Umwandlungswirkungen von in ihrem eigentlichen Lösungsgehalt schon in tieferen Regionen entlasteten postvulkanischen, mineralarm gewordenen gasreicheren Thermenzweigen denken, deren schwerere Lösungsgenossenschaften schon in größerer Tiefe etwa an seitliche Schichtensysteme von größerer Durchlässigkeit ab-

¹⁾ Auf die einerseits nordwestliche, andererseits südöstliche Häufung der Erzgänge am Potzberg bzw. Königsberg wurde schon Geogn. Jahresh. 1904, S. 200 hingewiesen, wobei aber zunächst die tektonische Vorbereitung in Betracht gezogen war.

²⁾ Vgl. Geogn. Jahresh. XIX 1906 S. 100—101 (Profiltafel Fig. XIII).

³⁾ Vgl. Geogn. Jahresh. 1916 und 1907 S. 14.

gegeben wurden, in welchen sie nach NW. aufdrangen und im Königsbergstock sich stauten. Anzeichen von Erzen (Kupfererzen) zeigten sich auch noch am Westende der Niederkirchner Masse bei Kaulbach (S. 47). Endlich ist hervorzuheben, daß die quarzreicheren „Kuselit“apophysen der Niederkirchner Masse eben da im Sattelberggebiet auftreten, wo auch sonst die außerordentlichen Mineralisationen festzustellen sind, also daß sie hier bedeutsamer Weise der Liegendfläche der Masse angegliedert sind. Vergleichbare Mineralgesellschaften wie die des Sattelberggebiets zeigte sich nur bei Norheim in den zwischen zwei Porphyry- und Porphyritdurchbrüchen eingeschlossenen Tholeyitlagergängen von Götzenfels-Norheim-Traisen, in welche sich auch, eine ähnliche postvulkanische Geschichte andeutend, Aplitinjektionen nachweisen ließen.

Davon nicht gerade abweichende Erzgebiete im östlichen Pfälzer Sattel dürften im Anschluß hieran eine Deutung erhalten. 1. Die Quecksilbervorkommen vom Lemberg-Unterhäuserberg im Anschluß an die sehr nahe an den Lembergporphyrit von NW. und SO. herantretenden Tholeyitintrusionsgruppen, und die Kupfervorkommen an der im Durchmesser entgegengesetzten Seite des Bergs, dem Endpunkt eines den Porphyry durchsetzenden Diabasgangs und zweier streichenden Diabasgänge, woselbst nach HAERCHE (Ztschr. d. D. Geol. Gesellsch. B. 33, 1881, S. 511) auch Quecksilberchlorid und Asphalt auftreten. Dies darf zum Vergleiche mit dem Königsberg sehr wohl angeführt werden. 2. Das Kupfererzgebiet des Donnersbergs, welches ebenso wie das des Königsbergs durch völliges Fehlen von Asphalt, aber außerdem durch das Fehlen von Baryt gekennzeichnet ist, hat doch in seinem eigenartigen Gangsystem selbst Durchbrüche von basischen Gesteinen, besonders von Tholeyiten, in welchen zum Teil Quarzneubildungen nachgewiesen wurden, welche jenen im Gebiet vom Stahlberg und Moschellandsberg ähneln (vgl. hierüber besonders Geogn. Jahresh. 1915 S. 86); Karbonatausscheidungen gehören hier in Verbindung mit den basischen Gesteinen zu den häufigeren Gangmitteln. — Ein kleineres, diesen Vorkommen vergleichbares Erzgebiet ist das von den Heidhöfen bei Kirchheimbolanden.

4. Einheitlichkeit und örtliche Verteilung der Minerallösungen im Pfälzer Sattel.

Wir haben oben angedeutet, daß die Annahme einer Trennung von Lösungsnachschüben und Ausscheidungen, welche als der postvulkanischen Phase einer basischen Intrusivmasse zugehörig betrachtet werden können, nicht abzuweisen ist, daß z. B. von demselben Eruptivmassiv eine von ihm räumlich getrennte Erzmineralisation ausgehen könne, während an ihm selbst, d. h. an dem Ort seines Tagausstreichens, nur innerliche Anzeichen der pneumatolytischen Umwandlung zu beobachten sind (Niederkirchner Masse). Eine ähnliche Trennung sei noch im folgenden besprochen.

Wenn die praetriadische Mineralisation des Pfälzer Sattels an die basischen Intrusionen geknüpft ist, so sollte, da deren — auch zeitliche — Einheit in der Hauptmasse (vgl. Geogn. Jahresh. 1915 S. 187 u. 189) eine stofflich sehr auffällige ist, doch auch die sich daran schließende Mineralisation eine einheitlichere sein. Wir können zwei Hauptarten der sogen. juvenilen Mineralisation im Pfälzer Sattel unterscheiden, eine Quecksilbererz- und eine Kupfererzmineralisation; beide scheinen voneinander getrennt. Ich habe aber schon Geogn. Jahresh. 1904 S. 197—198 darauf Wert gelegt zu betonen, daß z. B. im Moschellandsberger und Mörsfelder Erzgebiet die Gemeinsamkeit beider Erzabsätze gekennzeichnet ist und daß sie als permisch

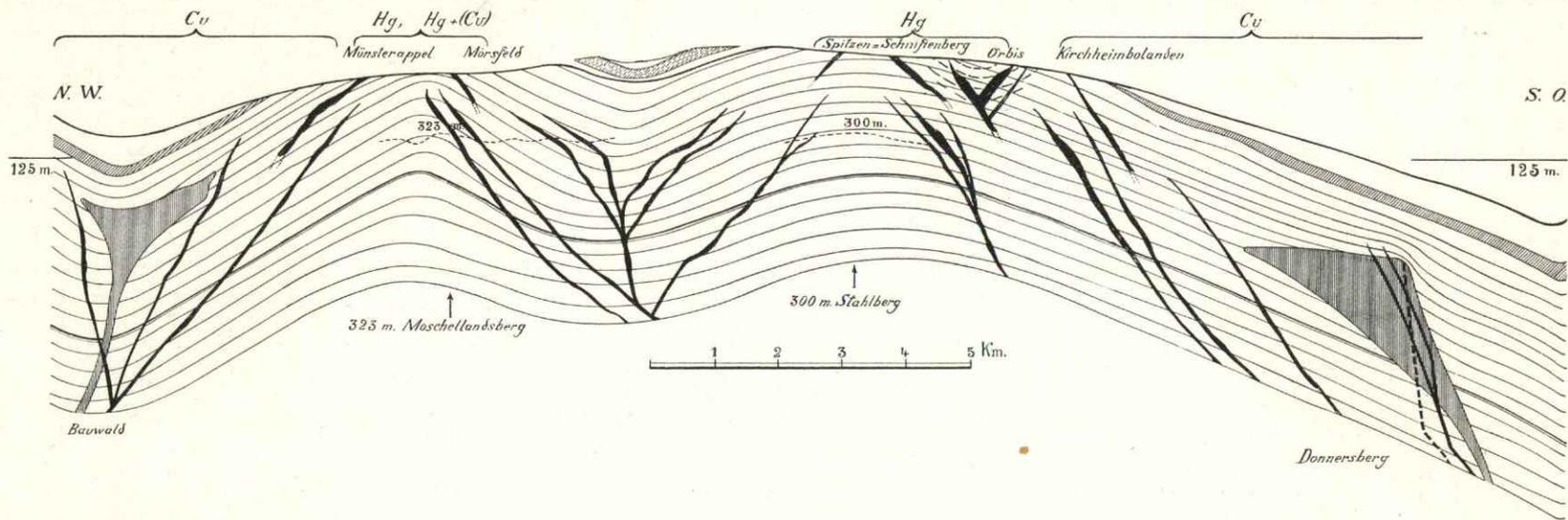


Fig. 2.

Schematisches Querschnittsbild der Anordnung der Intrusion und Verteilung der Erzfelder im östlichen Pfälzer Sattel in der Richtung Bauwald—Obermoschel—Stahlberg. Donnersberg (unten) bzw. Münsterappel—Kirchheimbolanden (oben) gedacht vor der ersten Verwerfungsperiode am Schluß des untersten Oberrotliegenden. Die jetzige Abtragungshöhe in ersterer Richtung ist an zwei Stellen bei 323 m (Moschellandsberg) und 300 m (Stahlberg) in gestrichelter Linie angegeben; an den Stellen der hier weiter auseinandergerückten Teilsattelfirste. Links von 323 m ist die Fürfeld—Hochstätten—Hallgarter Teilmulde der Nahetalmulde mit der noch in der Tiefe steckenden Bauwald-Porphyrmasse als Muldendurchbruch, rechts ist die Donnersbergmasse, beide senkrecht gestrichelt. — Die Doppellinie in der Mitte der Schichtungsfolge bedeutet die Lage der Permcarbon-Carbongrenze, die schief gestrichelte Schichtzone im Hangenden der Muldenverbreitungen den Grenzmelaphyr. Die schwarzen gangartigen Züge stellen die basischen Lagergänge dar, welche von den Muldenachsen her halb schichtmäßig, halb gangartig nach den Teilsätteln sich verzweigen; der Stahlberg, Moschellandsberg etc. sind im Liegenden solcher Durchbrüche angeordnet. — Die nach der Tiefe nicht fortgesetzten basischen Lagergänge im oberen Teil der Zeichnung kennzeichnen die in der Durchsicht nach dem dahin einfallenden NO.-Ende des Pfälzer Sattels eingezeichneten, in höheren Schichten noch durchgebrochenen Tholeyitzüge beiderseits des Gewölbefirsts bei Münsterappel-Mörnsfeld und in einer übergestrichelten Teilmulde bei Orbis; zwischen beiden ist über der Zeichnung die Wendelsheimer Grenzmelaphyrmulde angedeutet. Die Donnersbergmasse ist nahe ihrem westseitlich äußeren Rande von basischen Gängchen durchsetzt. Über diesem Querschnitt sind mit Klammern die Verbreitungsgebiete der Quecksilbererze (Hg) und der Kupfererze (Cu) abgegrenzt.

eingereiht werden müßten. Dabei ist aber auffällig, daß die Quecksilbererzgänge sich an den Sattelfirst mit seinen beiden Teilfirsten halten und die Kupfererze mehr dem Sattelrand bzw. dem Bereich der Mulde genähert sind. Eine einzige Ausnahme in der ersteren Gruppe scheint das allerdings geringfügig gewesene Vorkommen von Quecksilbererzen bei Ulmet zwischen Rathweiler und Erzweiler am Rand der großen Grenzlagermulde von Baumholder-Oberstein zu sein (vgl. Bl. Kusel VI—VII, 31—32 und Erl. S. 126). Es liegt dies Gebiet aber an der Stelle der größten Verengung der Satteltbreite, in der Gegend einer höchsten mittleren Aufwölbung (vgl. Erl. z. Bl. Kusel S. 162—163) und außerdem ist auffällig, daß hier nach der Muldenmitte zu die Erzführung abnimmt, dafür Barytgänge mit Verkieselungserscheinungen und mit Turmalinisierung der Gesteine auftreten neben einem basischen Durchbruch N. von Baumholder,¹⁾ wovon unmittelbar nördlich, also der Muldenmitte entsprechend, das Kupfererzgebiet von Reichenbach-Sonnenberg zu verzeichnen ist. Wenn zwar, wie aus dem Auftreten von Kupferkies in verschiedenen Blasenfüllungen des Grenzlagers hervorgeht (vgl. Geogn. Jahresh. 1916 S. 20), in diesem selbst eine gewisser magmatischer Kupfergehalt vorhanden zu sein scheint, so sind doch diese Vererzungserscheinungen hier deutlich an stärkere Zerklüftungsregionen geknüpft und den Synklinal-Durchbrüchen basischer Magmen auffällig genähert, während die Quecksilbererzvorkommen nach der Antiklinalregion zu abrücken.

Von den zum Teil bergmännisch bekannteren Kupfererzvorkommen gehören die von Düppenweiler-Bettingen, Schloß Böckelheim-Oberhausen, von Münster am Stein, von Niedermohr, Fockenberg, Imsbach, Kirchheimbolanden dem Sattelrand bzw. dem der Mulde genäherten oder sogar angehörigen Teil des Sattelflügel an; diesen Punkten wären noch folgende Fundpunkte von Kupfererzen anzugliedern: Neubreitenfelder Hof (Waldmohr), Gries, Kaulbach, Sattelberg bei Niederwiesen, Wüstengerbacher Hof, Tierwasen, Neudecker Wald bei Oberwiesen, Sien-Langweiler, Ratsweiler bei Ulmet, Fischbach N. Hinter-Tiefenbach, Veitsrodt.

Mörsfeld, das am innigsten ältere Kupferkiesausscheidung mit älterem Pyrit, Zinnober und mit Bleiglanz vergesellschaftet zeigt, liegt nicht nur im Sattelfirst sondern auch am Untertauchen des Sattelfirstes unter den Muldenrand;²⁾ etwas Vergleichbares gilt auch für Moschellandsberg, wobei auch an die Rolle der Teilmulden bezüglich der basischen Intrusionen (vgl. Geogn. Jahresh. 1906 S. 101 Prof. XIV u. Geogn. Jahresh. 1915 S. 192) erinnert werden muß, wenn die mit den Intrusionen verbundene Mineralisierung ihrer Schichtumgebung in Frage steht. Der Lemberg bildet ein solches Bild für sich; im zentralen Porphyritstock als Sattelnern sind die Quecksilbererze verbreitet, in der näheren Umgebung haben wir verbreitete Spuren der Kupfererze. Im Bauwaldporphyrit, einem Muldendurchbruch, fehlen die Quecksilbererze,

¹⁾ Ich habe früher diese Turmalinbildung als eine an den Porphyrdurchbruch angeschlossene postvulkanische Erscheinung gehalten, da von den Petrographen ein damit vorkommendes Gestein als ein veränderter Porphyrit angesehen wurde; nach der in Geogn. Jahresh. 1916 S. 17, 2 gegebenen Erklärung handelt es sich aber wohl um ein Gangsediment und dürfte die Turmalinisierung nicht anders zu deuten sein als wie die gleichen Vorkommen bei Baumholder.

²⁾ Das Mulden gegenüber von Mörsfeld und Niederhausen ist Niederwiesen und Spitzenberg; während bei Niederhausen nur Quecksilbererze gefunden wurden, zeigten sich wie auch schon am Spitzenberg und bei Niederwiesen (Karlsgrube) ganz nahe am Sattelrand neben abnehmenden Quecksilbererzen im Liegenden eines auslaufenden Melaphyrlagergangs mit reichlich Schwefelkies wie bei Mörsfeld: Bleiglanz, Schwefel- und Kupferkies, daneben die in solchen Erzgängen nur in Imsbach untergeordnet vorkommende Zinkblende (vgl. Schopp, Progr. d. Ludwigs-Georgs-Gymnasiums, Darmstadt 1894, S. 10).

dagegen sind wieder Nachweise von stellenweise reichlicheren, wenn auch nicht abbauwürdigen Kupfererzen anzuführen.

Zu einem vorläufigen Verstehen dieser auf eine Gesetzmäßigkeit hindeutenden Scheidung habe ich folgendes anzuführen: Die schwerer löslichen nur von den heißen Minerallösungen aufgenommenen Quecksilbersulfiddämpfe werden in einer tieferen Region noch starker Erwärmung nach dem mittleren (inneren!) Sattelachsengebiet emporgeführt, ohne durch zunehmende Abkühlung schon zur Auskristallisation gezwungen zu werden; es ist dies auch die Mittelregion der ursprünglich viel tieferen Schichtenabteilungen mit höherer Eigenwärme und mit batholithischen Intrusionen, mit stärkster Erwärmung der Gesteine und geringstem abkühlenden Gasverlustes der Magmen, der besten Erhaltung der Eigenwärme und ihrer Steigerung durch die im Sattelfirstgebiet bei der Hebung aus der Muldenlage und Emporwölbung von beiden Seiten her dahin wirkenden und in Reibungszzertrümmerung sich auslösenden Druckwirkungen. — Nach den Sattelflügeln aber zeigen sich einfachere Verhältnisse; es sind hier die jüngeren Gesteine hoher permkarbonischer Abteilungen verbreitet, sie sind den Muldenachsen- und Muldenflügeldurchbrüchen mit starker und rascher Gasabgabe der Magmen genähert, erhalten hierdurch eine geringere magmatische Erwärmung; es liegen keine oder geringe Anlässe vor zur Wärmersteigerung infolge verlustig gegangener lebendiger Kraft, da nur geringe Hebungen und fast gar keine Bewegungsstauungen hier anzunehmen sind. Während hier ein Teil der Quecksilbersulfiddämpfe schon in größerer Tiefe sich absetzen mußte, drangen die kupferhaltigen Lösungen rascher und senkrecht nach außen und oben empor, mit ihnen in geringem Maße Zink-, Fluor- und Bleisalze, welche sich auch in Lösungen bei Bildungen verschiedenartiger normalerer Sedimente während ihrer Entstehung beimengen konnten und sich in ihnen später unter Konzentrationen ausschieden.¹⁾ Diese Lösungen werden natürlich auch noch in Resten mit den Quecksilbersulfidlösungszügen in die Innenzone wandern, können aber auch auf dem längeren Wege bei ihrer leichten Ausscheidbarkeit, der Adsorption durch verschiedenartige Gesteine, allmählich ganz zur Ausfällung kommen, wodurch die Quecksilbererzauausscheidungen schließlich verhältnismäßig ungemischt und angereichert in der bezeichneten Mittelregion des Pfälzer Sattelgewölbes auftreten.²⁾

Wenn wir im Vorhergehenden bezüglich der Kalkabsätze und zu einem großen Teil auch der Quarzausscheidungen auf die chemische Umwandlung besonders der eruptiven Nachbargesteine hingewiesen haben, so dürfte von hier aus auch ein Blick auf die Barytausscheidungen zu werfen sein. v. GÜMBEL glaubte eine Beziehung zwischen dem gleichzeitigen Vorkommen von Karbonaten und Amalgam (bzw. Hornerz) einerseits und zwischen Schwerspat und Schwefelkies andererseits feststellen zu können. Ich habe schon darauf hingewiesen [Potsberg 1904 S. 208²⁾], daß das durchaus keine lückenlose Regel ist; weiter sind hierbei Schwefelkiesauftreten älterer Generation und das Amalgam als Ausscheidung jüngster Generation miteinander unmittelbar verglichen, was nicht angeht. Lediglich erscheinen Gebiete von Karbonatvorkommen und solche mit Schwerspat tatsächlich oft voneinander getrennt; es könnte fast scheinen, daß letztere auf baryumhaltige Orthoklase der Porphyre

¹⁾ Das Auftreten von Flußspat ist indessen auch an Stellen gebunden, woselbst auch Kalkspat auftritt, d. h. die Möglichkeit der Calciumverbindung Fluor-führender Dämpfe gegeben ist.

²⁾ Der obere völlige Abschluß der Quecksilbererzregion am Königsberg überwiegend durch Baryt läßt im Hinblick auf Moschellandsberg und Mörsfeld nicht annehmen, daß hier eine höhere Kupfererzregion etwa der Abtragung verfallen ist.

zurückzuführen sind (S. 38 d. Jh.), wobei zu bedenken ist, daß ebenso baryumhaltige Plagioklase in den basischen Gesteinen auch das allerdings weniger häufige, dazu weniger mengenhafte Zusammenvorkommen von Karbonaten und Schwerspat an anderen Örtlichkeiten der Quecksilbergänge ermöglichen. Schwerspat ist mit Zinnober und mit Kieselsäureausscheidungen auf die First-Mittelzone des Pfälzer Gewölbes beschränkt, wobei Beziehungen zu Eruptivgesteinen unverkennbar sind.

Zusammenfassung.

Asphalt kommt, völlig versteint und ohne Geruch, mit muscheligen Bruch und glanzkohlenartigem Äußern in permischen Gängen und seltener in Blasenräumen von Gesteinen des Oberen Karbon und Rotliegenden der nördlichen Pfalz vor; seine Versteinerung ist begleitet von einer nie fehlenden septarienartigen Zerreißen; spez. Gew. 1,1—1,12, Härte 2,4.¹⁾ Das Mineral hat hierbei ein Höchstmaß an Verdichtung erreicht, was wohl auf eine durch die Mitwirkung der Minerallösung hervorgerufene rasche und völlige Oxydation zurückzuführen ist; seit der Ausfüllung der Erhärtungsrisse des Asphalts mit Kalkspat bzw. dichtem Zinnober in permischer Zeit hat das Mineral keine merkbare Zusammenziehung, Verdichtung und Erhärtung mehr erfahren. Seltener ist es weich und schwerflüssig wie dickes Rohöl mit Asphaltgeruch aufgefunden worden; es sind das wohl, im Gegensatz zu jenen permischen Ursprungs, jüngere (tertiäre) Vorkommen. Selten tritt er allein als Füllung schmaler Klüfthen auf, meist ist er mit anderen Mineralausscheidungen (z. B. Quarz) verbunden, zum Teil mit den Mineralgesellschaften der Quecksilbererzgänge, in welchen die Karbonate als Folge der Lateralsekretion benachbarter Gesteine betrachtet werden können, vereinzelt lediglich mit eben solchen ohne die Begleitung von Quecksilbererzen etc.; besonders ist dies der Fall bei dem seltenen Vorkommen in den Blasen eines effusiven Mandelsteines.

Der Asphalt bildet hierbei meist eine der Letztausscheidungen, hie und da von Quarz, unter besonderen Umständen von Kalkspat, Zinnober, gediegen Quecksilber, Schwefelkies und häufiger nur von Braunspat, besonders von Kalkspat gefolgt, welche Karbonatausscheidungen die Quecksilbererz- etc. Gänge öfters einleiten, sie aber auch begleiten, die Mineralisation abschließen, sowie ganz selbständig auftreten. Der Asphalt ist wie die Karbonate und vielleicht auch ein Teil der Sulfide kein primärer Bestandteil der Minerallösungen, welche die Quecksilbersalze emporgeführt haben, jener Lösungen, welche als juvenile bezeichnet werden können und welche wohl als thermische, Kohlensäure führende Soolen gelten dürften (vgl. Geogn. Jahresh. 1904 S. 187, 205—209). Diese werden an den Schlotgrenzen basischer Gesteine emporgedrungen sein, halten sich zum Teil an deren Verlauf, scheinen aber auch öfter in besonders durchlässigen Schichtenkomplexen abgezweigt und weit in die Sedimentmassen abgedrängt worden zu sein. Wie sie diese verändert, besonders verkieselt, haben, so gilt dies auch von den basischen Gesteinen selbst; sie haben hier stellenweise eine Chlorit-, Karbonat-, stellenweise eine völlige Quarzseudomorphose nach der ursprünglichen Struktur gebildet.

Wie nun ein großer Teil der Braunspat- und Kalkspatausscheidungen der Gänge auf dieser Umwandlung beruht, welche eine beiläufige Begleiterscheinung

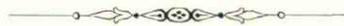
¹⁾ Dr. SCHWAGER kennzeichnet die Stücke folgendermaßen: Derb, muscheliger Bruch, spröde und doch zähe; Strich schwarz; Pulver schwarz; beim Reiben stark elektrisch; Härte zwischen Gips und Kalkspat, doch weicher als Silber, Kupfer und Aluminium, somit annähernd 2,4. Beim Reiben läßt sich kaum mehr ein besonderer Geruch erkennen.

der juvenilen Erzausscheidungen ist, so glaube ich auch, daß die Asphaltbildung auf einer völligen Austreibung und Kondensation der in den basischen Gesteinen verhältnismäßig stärker vertretenen magmatischen Gase beruht, unter welchen H_2S , CO_2 , CO , CH_4 , H_2 und N_2 in verhältnismäßig hohen Werten genannt werden; diese Austreibung ist ermöglicht durch die geschilderte umfassende metasomatische Umwälzung in den betreffenden Gesteinsmassen; die Kondensation ist eine selbstverständliche Begleiterscheinung solcher Gasentbindung in Gesteins- und Spaltengebieten, in welchen chemische Ausscheidungen zugleich Gesteine und Gesteinsklüfte in hohem Maße wieder festigen und schließen. — In welchem Umfang die basischen Gesteine selbst an der Führung von Asphalt beteiligt sind, das zeigt die Übersicht auf S. 66. Unsere Annahme erklärt auch das Auftreten von aus Methan abzuleitendem öligen Asphalt in den gleichen Gesteinen, welcher aber in wesentlich jüngerer (tertiärer) Zeit entstanden ist, ohne die durchgreifenden Mineralneubildungen zur Paragenese zu haben, wie sie die pneumatolytische Phase der permischen basischen Durchbrüche selbst auszeichnet. Demnach wäre auch Asphalt eine Lateralsekretion im Anschluß an die thermale, pneumatolytische Umwandlung basischer Eruptivgesteine in den Sedimentkomplexen des Oberkarbons, Unterrotliegenden und unteren Oberrotliegenden, wobei möglicherweise auch die gleichartige Verkieselung der benachbarten Schiefertone mitgewirkt hat. Es ist denkbar, daß die an Mineralmasse so viel reicheren, dichten Intrusivgesteine eine höhere Möglichkeit bieten zu derartigen Asphaltausscheidungen als die blasigen Gesteine der Effusivdecken, in welchen auch durch den Fluß und die Blasenbildung selbst die Konservierung eines ursprünglichen Gasbestandes als feinsten Mineraleinschluß ungünstig beeinflusst ist.

Als Nebenergebnis der vorstehenden Erörterungen ist auszusprechen, daß ein großer Teil der auch Asphalt führenden Erzgänge im Pfälzer Sattelgewölbe in Beziehung stehen zu einer im näheren und weiteren Hangenden befindlichen basischen Eruptivmasse und daß in einer die zeitliche Einheit der wichtigsten basischen Durchbrüche bestätigenden Regelmäßigkeit die Quecksilbererzmineralisationen der Sattelmittle genähert sind, während die Kupfererzmineralisationen sich nach dem Sattelrand zu, d. h. nach der unteren Grenze des Oberrotliegenden zu halten. Diese Verteilung wird als Folge einer während des Aufsteigens stattfindenden Zerlegung ursprünglich einheitlicher, in ähnlicher Weise wie die basischen Durchbrüche von den Sattel(Mulden)flügeln nach dem Sattelfirst aufsteigenden juvenilen Mineralösungen betrachtet.

Inhalts-Übersicht.

	Seite
1. Asphaltvorkommen zwischen Glan und Lauter	45
2. Asphaltvorkommen O. vom Alsenztal	47
3. Asphaltvorkommen im Appeltal	53
Vorkommen bei Gerbach	53
Tholeyit von Gerbach	54
Vorkommen bei Münsterappel	57
4. Vorkommen zwischen Kirchheimbolanden und Mörsfeld-Tiefental	58
Vorkommen bei Kirchheimbolanden selbst	58
Vorkommen bei Orbis N. von Kirchheimbolanden	58
Vorkommen vom Spitzenberg und Hollahaus	60
Vorkommen von Mörsfeld	60
5. Vorkommen am Donnersberg	63
6. Asphaltvorkommen am Hardtrand	64
Übersicht der Beziehung der Asphaltvorkommen zu Eruptivgesteinen	66
Schlußfolgerungen über die mögliche Herkunft des Asphalts	67
1. Mittelbar magmatische Herkunft des Asphalts in Eruptivgesteinen	67
2. Mittelbar magmatische Herkunft des Asphalts in den Erzgängen der Sedimentgebiete	69
3. Beziehungen der Erzgänge überhaupt zu magmatischen Durchbrüchen	72
4. Einheitlichkeit und örtliche Verteilung der Minerallösungen im Pfälzer Sattel	74
Zusammenfassung	78



Einzelheiten über Bau und Entstehung von Enhydros, Kalzitachat und Achat.

Von

Dr. Otto M. Reis.

Mit 30 Abbildungen und 2 Tafeln.

Die Studie über Blasenentstehung in Gesteinen und über Achatbildung (dieses Jahreshft S. 17—42) enthält eine kurze Erklärung der letzteren, welche von der gegenwärtig in den Vordergrund gerückten Diffusionstheorie abweicht und sich mehr an ältere Auffassungen anschließt, zugleich aber auch die geologischen Umstände und Gesichtspunkte gebührender berücksichtigt. — Da die in einer Anzahl von Schriften zur Achatbildung herangezogene Diffusionstheorie beansprucht, in sehr vielen, auch praktisch wichtigen Gegenständen der Mineralanreicherung in Gesteinen, ausschlaggebende Erklärungen zu liefern, schien es nötig, noch näher auf die jüngste Achattheorie einzugehen und Tatsachen im einzelnen zu behandeln, welche bisher wenig berücksichtigt bzw. nicht bekannt waren. Es wurde hierbei jede einzelne Tatsache, möglichst unabhängig von anderen schon festgestellten Ergebnissen, für sich auf ihre Verwendbarkeit zur Stütze oder zum Gegensatz zur Diffusionstheorie geschildert und erprobt. Die mitgeteilten Tatsachen lassen die Wagschale nicht auf die Seite der „Pigment“-Diffusionstheorie¹⁾ sinken. Ich habe auch in Geogn. Jahresh. 1913 die Anwendbarkeit der Diffusionstheorie auf die Entstehung der Toneisensteingeoden in den Lebacher Schichten und anderen Vorkommen geprüft, desgleichen (auch im Anschluß an eigene ältere Beobachtungen und Deutungen) die Entstehung der bänderartigen Eisenerzanreicherungen im Buntsandstein des Hardtrandes (entfärbte Buntsandsteinzone) in den Berichten der Pollichia (Bad-Dürkheim) 1915 S. 111—116 und hierbei mehrfach dargestellt, daß die geologischen Tatsachen bis jetzt der Anwendung der Diffusionstheorie auf diese schichtmäßig aussehenden Mineralausscheidungen zum mindesten beträchtliche Schwierigkeiten entgegenstellen.

Ich möchte noch hinzufügen, daß es mir nicht möglich war, die gesamte große Literatur über Achat in vollem Maße kritisch zu verwerten und durchzusuchen; es kam mir mehr darauf an, eine zum großen Teil selbst eingebrachte Belegsammlung auf das angegebene theoretische Ziel hin zu prüfen, unbekümmert ob diese oder jene Beobachtung schon von einem früheren Forscher veröffentlicht wurde; es mögen die Zeiten zur Entschuldigung dienen.

¹⁾ Dresden und Leipzig, Verl. Theodor Steinkopf 1915.

Bei einer Besprechung von R. E. LIESEGANGS „Die Achaten“ (Geol. Rundsch. Bd. VII, 1916, S. 84) wurde vermißt, daß daselbst der Enhydros nicht eingehender behandelt sind; dies veranlaßte mich, auch die oben in diesem Jahreshaft gegebenen, zu kurzen Darlegungen nach dem schönen und wichtigen Material v. GÜMBELS noch etwas zu ergänzen; es gilt auch zugleich die Paragenesis für diese Vorkommen festzulegen, wie dies LETTMEIER für die Blasenfüllungen des Basalts von Weitendorf (N. Jahrb. f. Min. etc., Beil.-Bd. 28 1909, S. 219) möglich war. Außerdem scheinen die Arbeiten v. GÜMBELS in den Sitzungsberichten d. K. bayr. Akad. d. Wissensch. math.-phys. Kl. 1880, S. 241 und 1881, S. 321 vergessen zu sein, da sie nirgends mehr angeführt werden. — Das Untersuchungsmaterial ist um zwei gute Stücke vermehrt worden.

1. Enhydros i. e. S.

Es wurde d. Jahresh. S. 30 dargelegt, daß die gewöhnlich unter diesem Namen gehenden Enhydrossteine nicht für sich Mandelfüllungen des Andesitblasengesteins sind, sondern nur Teile davon und zwar die innersten hohlen Kerne darstellen, welche bei den Untersuchungsstücken v. GÜMBELS meist noch mehr und weniger große Teile der übrigen Ausscheidungen, wie auch der umgebenden Eruptivgesteine aufweisen.

A. Ein neu erworbenes Exemplar ist in Ergänzung zu den GÜMBEL'schen Originalstücken völlig frei ausgelöst und zeigt ringsum die Chalzedonringe. Es hat den Längsschnitt des in Fig. 6 S. 37 abgebildeten Stücks, d. h. einen ganz ausgeebneten Boden; es zeigt hierin eine auch bei den anderen Stücken kenntliche, hier sehr auffällige Anpassung wie an eine vorgebildete Fläche als Gegensatz zu einem Wachstum ins Freie; so haben daneben auch an allen älteren Stücken die warzig-kugeligen Erhebungen der gewölbten Oberfläche überall die Glättungen und Abplattungen, womit sie an die ältere, teilweise schon gehärtete Oberfläche der „Zeolith-Sinterkruste“ anstoßen. Das neue Stück erweist sich ebenso in Ringsystemen von beiden Enden der Längsachse weg zusammengewachsen, von welchen eine Seite sehr unregelmäßig ist, die andere je oben und unten in der Brennpunktgegend einen Ringwachstums-Ausgang hat, das sich nach der Mitte zu vorstreckt. In den Mittelpunkten des Ringwachstums steckt hier kein Kalzitkristall (vgl. dieses Jahreshaft S. 31 Fig. 5), überhaupt kein Fremdkörper. Die Bodenlage greift randlich-seitlich über die obere hinaus und hat hier selbst „äquatoriale“ Wulstverdickungen erhalten; der Enhydros-Kern mußte hier natürlich ohne jede feste Wachstumsbeziehung in der äußeren „Zeolith“füllung des Blasenraums stecken.

B. Ein zweites Exemplar (vgl. Abbild. 1—3) weicht in anderer Hinsicht von den bisher beschriebenen etwas ab; es ist ringsum vom Gestein frei; die äußerste Kieselsäureschale ist sehr dünn und ist da, wo sie erhalten ist, mit der Kernschale enger verwachsen, während an den übrigen Teilen eine stark ockerig verwitterte Masse sich zwischen äußerster Schale und Kern befindet (verwitterter eisenreicher Zeolith — s. unten S. 84). Bodenfläche und Wölbung sind sehr scharf ausgeprägt. Eine „äquatoriale“ Zone läuft ringsum und erstreckt sich nach der Bodenfläche und der Wölbung; sie besteht hier (im Gegensatz zu den übrigen Stücken) aus deutlich voneinander getrennten, aber eng aneinander gefügten Ringsystemen, von welchen jedes ein unabhängiges Einzelwachstum mit wechselseitiger Überflügelung bzw. Verdrängung und Einengung erkennen läßt. Diese Ringwülste haben, von einer mittleren Polstelle ausgehend und auf die Hälfte der einen Seitenlinie Fig. 2 sich erstreckend, ziemlich große von unten und außen nach innen und oben gerichtete und von der Außenkruste ab gewachsene Kalzitkalenoöder völlig umhüllt. — Die Oberfläche

der Ringwülste zeigt breitflächige spitzigwarzige Rauigkeiten als Folgen der engen Verwachsung mit dem verockerten Mineral und daneben Teile mit glatteren Oberflächen offenbar etwas freieren Wachstums. — Der innere wasserhaltende Kern

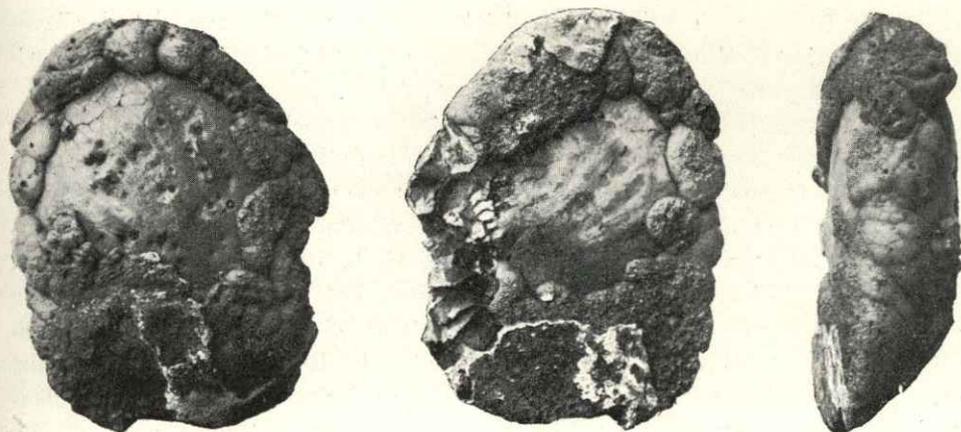


Fig. 1—3.

Drei Ansichten eines Enhydros-Kerns von der gewölbten Oberseite, von der flachen Bodenfläche, von dem Seitenrand, wobei die gewölbte Oberseite rechts ist; in Fig. 2 (Mitte) sind die Auslaugungs-Höhlungen der von den Ringwülsten umwachsenen Kalzitkalenoeder zu sehen.

ist nun dagegen in außerordentlicher Weise ausgeglättet, er zeigt keine Spur von Ringwülsten, dagegen die Glättung der Anlagerung an eine feste, geschlossen vorgebildete Fläche, besonders auf der Bodenseite, während auf der Wölbungsseite eine Anzahl Grübchen sichtbar sind, in welche sehr feine verästelte Furchen auslaufen; es sind das die Furchen des Zusammenstoßens des seitlich-umfangmäßigen „tangentialen“ Wachstums von Ringplatten, welche hier die einzigen Skulpturanzeichen davon bilden. — Befeuchtet man aber die Oberfläche, so erkennt man in der Durchsichtigkeit der Schale eine innere weißliche und grauliche Bänderung, welche so recht deutlich in der inneren Struktur ein dem Ringwachstum entsprechende, strahlig-tangentiales Vordringen nach der Art der oben S. 30 gekennzeichneten Enhydrosstücke (Fig. 7 S. 85) erkennen läßt. Man sieht auch, daß die Mittelpunkte welche man als Ausgangsstellen des seitlichen Ausbreitungswachstums betrachten kann, oben und unten nach der Seite der Kalzitanhäufung liegen; jenes findet aber auch noch gegen diese Kristalle selbst hin statt; an einer Stelle beobachtet man, daß gegen deren Zwischenräume und zwischen den Kristallen ein unregelmäßig kugelig-zapfiges Vordringen der Kieselsäure stattfand, welches aber diese Zwischenräume nicht ganz auszufüllen vermochte, sondern ins Freie hin vor sich ging (vgl. unten Näheres beim Achat). Dies Exemplar bietet so in mehrfacher Hinsicht wichtige Ergänzungen zu den bisher besprochenen Formen.

Die auffällige Ocker- und zum Teil dichte Limonit-Ansammlung leitet zur Frage nach der genaueren Charakterisierung des zeolithischen Minerals über.

C. Die mikroskopische Diagnose GÜMBELS über die äußere, sonst weiche, filzige Zeolithmasse ist noch kurz dahin zu ergänzen, daß nahezu die Gesamtheit des das filzige Fasergewebe bildenden Minerals aus schwach doppelbrechenden, gerade auslöschenden, einseitig zerschleißenden Fasern besteht, welche bei einem Präparat nicht sehr häufig, aber bei einem anderen zahlreicher durch kleine kugelige, auch untereinander verschmelzende Konkretionen sphärolithischer Struktur

mit lebhafterer Doppelbrechung zusammengehalten werden; diese Kügelchen halte ich für Quarz. Freie Quarzfasern, wie GÜMBEL meinte, sind in der Masse nicht festzustellen; die Kügelchen reichern sich nach der äußeren Peripherie der Blasenfüllung an.

D. Die früheren chemischen Feststellungen lassen erkennen, daß der Trennung des fraglichen Minerals von den beigemengten und eingewachsenen Kieselsäurekörperchen große Schwierigkeiten entgegenstehen.

Dr. A. SCHWAGER hat nun neuerdings mit etwas vermehrter, wenn auch immer noch beschränkter Stoffaufwendung das Mineral analytisch zu kennzeichnen versucht; er faßt folgende chemische Ergebnisse zusammen: „80% des Gemenges werden geglüht und ungeglüht in Säuren aufgeschlossen; die Summe der so erhaltenen Lösungen ergab: 56,72% SiO_2 , 13,93% Al_2O_3 , 7,61% Fe_2O_3 , 4,40% CaO , 3,70% K_2O , 6,12% Na_2O , 8,21% H_2O u. Glühverlust. Eine mangelnde starke Färbung der stellenweise etwas zersetzten Mineralbestandteile läßt schließen, daß das Eisen vorwiegend als Oxydul vorhanden ist. Der unlösliche Rückstand besteht zumeist aus Kieselsäure, deren größere und geringere Angreifbarkeit durch kochende alkalische Lösungen den etwas hohen Kieselsäuregehalt des Säurelösungsanteils erklärlich macht“. — Allem Anschein nach handelt es sich nach dieser Analyse um ein Mineral, welches chemisch dem monoklinen Mordenit (und Ptilolith) nahe steht; es sind (vgl. HINTZE, Min. I. S. 1824—25) das kieselsäurereiche Zeolith aus den Blasenräumen californischer Augitandesite in faserig schwammigen Massen mit Ca , K_2 und Na_2 mit bis 70% SiO_2 . Bei einer zweiten Probe unseres Materials wurde lediglich die Kieselsäure noch einmal bestimmt, wobei 60% festgestellt wurden. Bei dem Enhydros-Zeolith wäre ein Teil der Tonerde durch Eisenoxydul ersetzt. Nach dem Verhalten gegenüber Säuren kommt ein eisenhaltiges Ersatzmineral für Mordenit in Betracht. Als Augitandesit bezeichnet auch v. GÜMBEL das die Enhydrossteine führende Effusivgestein.

Nach dieser Feststellung, welche nochmals die Beteiligung eines Zeolithminerals an der tatsächlichen Schichtung der Achatmandeln bestätigt, sei nochmals (vgl. d. J. S. 27—28) auf den DAUBREÉ'schen Versuch der Umwandlung einer Glasröhre in den Dämpfen überhitzten Wassers verwiesen; es entstand hierbei eine wohlgeschichtete faserige Masse aus einem wasserhaltigen Kalk-Magnesia-Natron-Tonerdesilikat mit eingeschlossenen Quarzspärolithen, welche auf der Innenseite mit einer Kruste freieidigender Quarzkriställchen von bestimmtem kristallographischen Charakter besetzt waren; es zeigt sich eine große Vergleichbarkeit mit den Onyxachaten, auf welche schon DAUBREÉ aufmerksam macht. (Vgl. hierzu Zentralbl. f. Min. etc. 1906 S. 363.) Über die Entstehung der Schichtbänderung ohne Diffusionsannahme als Begleiterscheinung des Kristallisationsvorgangs vgl. S. 41 oben.

Im Hinblick auf die in Tafel III Fig. 1 mit Erklärung gegebenen Übersicht über die Grundlinien des Aufbaus der Enhydros-Blasenfüllungen seien weitere Einzelheiten in ein Übersichtsbild der Entwicklung der einzelnen Teile eingeflochten.

¹⁾ Eine zweite kleine, zum Teil sehr weiße Probe, welche vielleicht etwas gebleicht war, da auch nach anderer Seite hin sich kleine Limonitkonkretionen bemerkbar machen, hatte folgende annähernden Zusammensetzung: 53,41 SiO_2 ; 13,56 Al_2O_3 ; 4,71 Fe_2O_3 ; 5,12 CaO ; 10,24 Alk, 12,96 Glühverlust (100), wobei die Alkalien als das Fehlende bis 100 berechnet sind. Das spez. Gewicht dieser Probe ist 2,115. Auch hierbei zeigte sich, daß das Mineral, wie schon bemerkt, sowohl geglüht und ungeglüht, von Säuren HNO_3 , HCl und selbst H_2SO_4 nur unvollständig, aber größtenteils unter Ausscheidung schleimiger Kieselsäure zersetzt wurde (A. SCHWAGER).

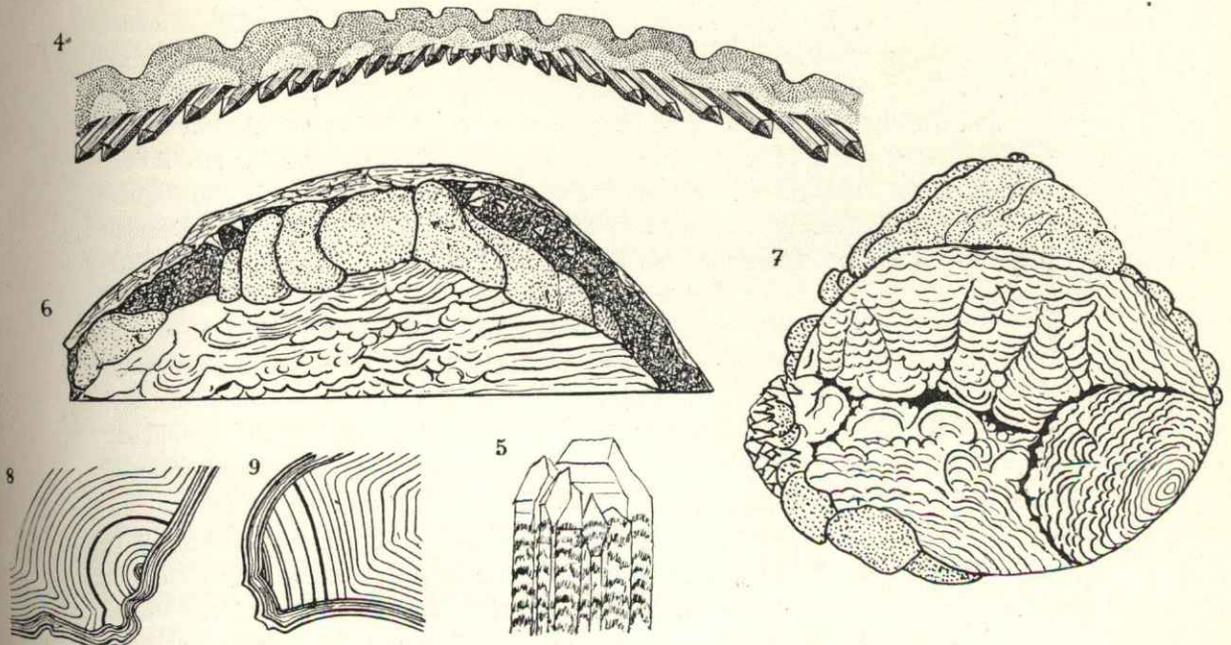


Fig. 4. Schematisches Bild des Querschnitts durch die Chalzedonkruste von Enhydros mit der Lage der Quarzkristalle, welche sich meist noch enger und flachliegend an die Hülle anschmiegen.

Fig. 5. Mehrere verzerrt endigende Quarzkristalle mit durchscheinender Chalzedonbänderung der Unterlage. Bild 7 zeigt halb schematisch einen aus der Zeolithhülle ausgelösten Enhydros (Innenschale) von der gewölbten Oberfläche mit von drei Seiten zusammenstoßenden Ringsystemen und etwas unmäßig ausgebildeten Schaltwülsten mit rauher Oberfläche, welche einen ursprünglich eckigen Blasenraum zu einem fast rein ellipsoidischen abrundeten; es zeigt sich ein großer Unterschied und Mangel an einheitlichem Wachstumsanschluß in beiden Chalzedonbildungen; links ist eine Gruppe Kalzitkristalle mit dicker Chalzedonübertünderung. — Nat. Größe.

Bild 6 zeigt ein anderes Bild der Schaltwülste und der Enhydrosschale mit ihren die Richtung und den Verlauf der Bildungslinien der ersteren kreuzenden Wulstlinien. Außen ist noch der Querbruch der äußeren Chalzedonhülle mit den in die darauf folgende Zeolithzwischenbildung hereinragenden Kalzitkristallen zu sehen; Blick auf eine Längsseite in der äquatorialen Umbiegungsregion von oben nach unten. — Nat. Größe.

Fig. 8—9. Abstoßen sphäroidischer Schichtung im Umfang des Achat II am Achat I beim Vollachat und Kalzitachat.

E. Der Gang der Entstehung der Enhydrosfüllungen mag folgender sein:

a) äußere Chalzedonschicht.

In einer ungleichmäßig ellipsoidalen, unten (Boden) ziemlich gut abgeplatteten, nach oben (Dachwölbung) stärker gewölbten Blase hat sich eng an die Blasenwandung anschließend im ersten Zeitabschnitt an manchen Stellen Opal-artiger Chalzedon abgeschieden; an gewissen Stellen sind mit diesem und auf ihm Quarz¹⁾ und Kalzit in zum Teil stark nach innen vorragenden Kristallen eingewachsen; diese letzteren, sehr rein, als Doppelspat zu bezeichnen, halten sich an den Boden und an die Nähe des Winkelraums zwischen Boden und Dachwölbung und sind an dessen engster Stelle — die beiden Brennpunktlagen des elliptischen Flachschnitts — verstärkt. Zu den letzten Entstehungen dieses ersten Zeitabschnitts kann noch das faserige Zeolithmineral gerechnet werden, das sich nun in größerer Stärke und ungemischter Häufung an die Dachwölbung hält, aber, wenn auch vermindert, in die

¹⁾ An einem Stück zeigen die schmalen, stark in die Länge gewachsenen Quarzkristalle auf den Seitenflächen bzw. auf zwei oder drei Rhomboëderflächen tiefe Nischen eines bei mangelndem Lösungsnachschub nicht ergänzten Skelettwachstums. Es ist das in dem auch (S. 89) unten durch seine auffälligen Anzeichen von Kieselsäuremangel an Außen- und Innenseite besonders bemerkenswerten Beweisstück.

Winkelgegend und auf den Boden übergreift. Es wäre ja nicht ausgeschlossen, daß dies in einer annähernd gleichzeitigen Ausscheidungsverteilung aus einer gemischten Lösung begründet ist, wonach der Kali-Kalkzeolith sich da bildet, woselbst Kalzit und Quarz von einander getrennt nicht auftreten, wobei erstere Ausscheidungs-möglichkeit noch später fort dauert, wie auch nochmals Chalzedon auftritt; macht doch v. GÜMBEL darauf aufmerksam, daß selbst das Enhydroswasser neben Kalk und Quarz auch Natron und Chlor enthält und in diesem Wasser schwebend ausgeschiedene Kieselsäure in Fasern sich findet, so daß es „auffallend sei, daß hier die Zeolithsubstanzen durchaus fehlen“ (vgl. hierzu S. 87 u. S. 93). Die Zeolithnadeln werden auch häufig durch feinfaserige Kieselsäuresphärolithe zusammengehalten, welche sich nach der Außenwand zu anreichern und letztere an einzelnen Stellen völlig allein zu bilden scheinen; es fand also während und nach der Zeolithbildung noch feinfaserige SiO_2 -Ausscheidung statt, welche nach der Sphärolithstruktur zu schließen, eine Ausscheidung aus verdicktem Lösungsmittel ist, also vielleicht von adsorbierten Teilen wirklicher Quarzlösung in kolloidaler Lösung.

In einer zwischen größeren Kalzitkristallen liegenden dichten Zeolithfüllung sind neben einem verhältnismäßig kleinen Chalzedonkern auch eine größere und mehrere kleinere Blasen erhalten, welche hohl sind, und woselbst die Zeolithmasse ohne Chalzedonnachbildung sich gegen den Hohlraum mit glatter Oberfläche absetzt; der hier abgeschnürte gasförmige Inhalt hat also mit einer gewissen Spannung der weiteren Ausfällung Widerstand entgegengesetzt. In ähnlicher Art muß man sich die Entstehung und Ausebnung der Oberfläche der Hauptzeolithfüllung gegen den Innenraum vor Bildung des Chalzedonkerns vorstellen, welche (vgl. unten S. 88) auch regelmäßig ausgerundet und geglättet war und sich so gegen den zunächst vor Eintritt weiterer Abkühlung noch etwas zusammengepreßten Hauptgasinhalt absetzte und erhärtete.

b) Winkelfüllungen.

Der zweite besonders durch die morphologische Einheitlichkeit strenger geschiedene Abschnitt beginnt meistens im Winkelraum der abgeflachten Blase und zwar in dessen durch die Ausscheidungen des ersten Abschnitts noch verbliebenen engeren und unregelmäßigeren Ausbiegungen. Diese gehäuferten Ausscheidungen in den Winkelräumen (wie Kalzitkristallgruppen oder auch Quarz) lassen nicht annehmen, daß etwa hier die Lösung in stärkerem Maße durchtrat, sondern es sind das wohl nur die Stellen, wo Flüssigkeit sich adhaesiv anhäuft und die nach der Mitte vorragenden Kristallzuspitzungen die beste Gelegenheit zur oberflächlichen Ableitung des Lösungsmittels nach dem Innenraum bietet. Eine Durchleitung der Lösung durch den hier gehäuften Kalzit und Quarz und zwar nur bis zu gewisser scharfbegrenzter Stelle zunächst der älteren Oberfläche ist ausgeschlossen. Die Zuleitung der Lösung muß überhaupt eine sehr ungleichmäßige gewesen sein, was auch für viele Achate gilt, in deren Umfang dicht gedrängt massenhafte Karbonatkriställchen sitzen (vgl. unten über Kalzitkristalle auf Achat I im Vollachat).

Diese neueren Chalzedonausscheidungen bestehen nun in reihenweise geordneten, dick und kurz zwiebelschalenartig gestalteten selbständigen Chalzedonwülsten; sie legen sich mit gewölbter, kleinkugelig rauher und selten gestreifter Außenseite in den Winkelraum, an diesen sich anpassend, haben aber, wie das fast alle Achatausscheidungen erkennen lassen, eine hohlförmige Innenfläche; es legen sich nebeneinander liegende Wulstsegmente sogar schuppenartig-schichtig nicht nur mit bloß rand-

licher Einschaltung von dünner Zeolithbildung, also offenbar in zeitlicher Aufeinanderfolge der letzten Stadien aufeinander; ein mittleres Wulstsegment scheint das älteste, seitliche scheinen enganschließend zu folgen.

Was die außen gewölbte, nach innen gehöhlte Form betrifft (gleichsam wie bänderartige Ausschnitte aus dickwandigen Hohlkugeln), so ist ersteres durch Anlagerung erklärbar; letzteres ist nicht selbstverständlich; sie könnte als Folge des Wasserverlustes nach dem gasförmigen oder doch gasreichen Innenraum aufgefaßt werden, welche hier eine Oberflächenverkleinerung verursachte und dabei die Ränder emporhob.¹⁾

Es ist mit besonderer Betonung hervorzuheben, daß die Chalzedonschaltstücke in den Winkelräumen der Blasen nicht etwa dem System und der Bildungszeit der Ringgruppen der inneren Hohlchale als morphologischer Zubehör zuzurechnen sind; abgesehen von den schon angeführten Merkmalen eigener Entstehung, geht dies auch daraus hervor, daß die Liniensysteme der letzteren ohne jede Beziehung zu den Rändern der ersteren sind und diese spitzwinklig überschneidend unter ihnen verschwinden (vgl. das Bild von außen in Fig. 6 u. Fig. 7 S. 85). Ebenso unvereinbar sind die Wulstlinien der ersteren, wo sie überhaupt auftreten, mit denen der letzteren. (Über vergleichbare Winkelschaltbildungen beim Achat vgl. unten.)

Die Auflagerungs-Trennungsflächen der Chalzedonausscheidungen dieses Zeitabschnitts in den Winkelräumen zerfließen nach innen zu wohl häufig, sind aber auch öfters noch gut in Fugungen zu erkennen. Die äußere Oberfläche dieser etwas dunkler gefärbten Ausscheidung ist auffällig rauhkörnig, es fehlen auch die feinen, oder eigentlich alle konzentrischen Zuwachs(?) - Streifen; es spiegelt sich hierin nicht etwa der Abguß einer rauhen Gegenfläche ab, sondern es ist eine selbständige Ausprägung der Besonderheiten des Ausfällungsvorgangs in den „Winkelräumen“. Ein Teil des engen Winkelraumes wird durch diese Chalzedon-Schaltstücke ausgefüllt, ein anderer Teil zwischen ihnen und nach oben zu wird aber durch die währenddem noch anhaltende Zeolithbildung erfüllt; es erscheint die letztere in eben demselben Verhältnis weiter zu wachsen, wie dies für die erste Generation angenommen wurde, d. h. sie ist hauptsächlich nach der Decke zu entwickelt und greift nur schwach und seltener ganz nach unten über; dann fehlen aber auch die Winkelschaltstücke; es könnte daher die Zeolithbildung mit den Schaltstücken auch ganz und gar zeitgleich sein und der zweiten Generation zugehören (vgl. unten S. 93). Durch beides wird nun der seitliche Winkelraum der am Boden abgeplatteten Blase sehr verkürzt und rundlich gebauert, der verbleibende Hohlraum ellipsoidisch ausgeglichen, wie dies auch schon in der ersten Generation durch Anhäufung von Quarz- und Kalzitkristallen eingeleitet ist.

c) Hohle Innenschale.

Darauf tritt nun die innere, schließlich einheitlicher auch Boden und Rückenwölbung ergreifende, gleichzeitig aber auch gleichmäßiger elliptische Chalzedonschale in Bildung; sie geht hauptsächlich von den beiden Brennpunktgegenden

¹⁾ Dies gilt in gewissem Sinne auch für die Entstehung der gewöhnlichen Hohlkugelinnefläche der Achatfüllungen, welche nicht eine Anpassung der Ausscheidungen der an der Gesteinswand rasch verdickt festgehaltenen Lösung an deren innere Oberfläche darstellt. In den Anfangsstufen des Achats II erkennt man oft, daß eine Neigung besteht, in mineralisch selbständigen, entgegengesetzt gekrümmten halbsphäroidischen Schalen und Oberflächen zu erhärten; es ist dies nur auf Mitwirkung der von dem Mittelraum der Blase ausgehenden, später stärkeren Austrocknung zu setzen, wenn die gegenteilige, viel häufigere Krümmung eintritt.

aus und rückt oben und unten nach der Mitte vor; hier ist ein auch verästelter Fugenzusammenschluß (vgl. S. 31 u. 85) deutlich, nicht selten mit vereinzelt kleineren Schaltplatten abschließend. Der Form nach sind es ebenfalls nach außen (der Gesamtwölbung entsprechend) schmalere, aber gestrecktere Zuwachsplatten und -ringe, welche, nach innen zu, jede für sich, eine der Gesamthöhlung (wie bei allen Achat-schichtungen) entsprechende Hohlfläche haben (vgl. Fig. 4). An letzterer Seite ist auch die Lösung für den Ausscheidungsersatz, nach der entgegengesetzten Seite befinden sich die älteren Ausscheidungen, an welche sich, soweit sie fest sind, auch die neuen Wölbungen in schwacher, gelegentlich auch starker (Fig. 1—4), jedoch deutlicher Abplattung anlagern, während die weniger nach außen gewölbten bzw. nach innen gebogenen Teile seitlich frei liegen und ihre kleinen Zwischenräume durch die nachdauernde Zeolithbildung noch erfüllt wurden. Diese zunächst freien Teile zeigen nun die allerfeinste äußere Ringstreifung. Hier zeigt sich ein Seitenstück zu der d. Jahresh. S. 40 erwähnten Erscheinung, daß in den radialen Winkelknickungen des Kalzitachats die folgende Schichtschale den älteren Winkelraum nicht ganz ausfüllt und eine Scheitellücke entsteht, die dann später mit Kalzit zuwächst.

Wo übrigens die Ringplatten selbst in noch nicht ganz ausgeglichene Teile des Winkelraums auswachsen, da zeigen auch sie eine den Äquatorialwülsten vergleichbare Verdickung und Vergrößerung der Oberfläche.

Die einzelnen Ringe zeigen sich an der Stelle der Wölbung stets am dicksten, wie sie auch von den Mittelpunkten der kreisringförmigen Anordnung nach der Fuge des schließlichen Zusammenwachsens zu merklich an Dicke abnehmen. Sie bestehen aus hyalinen Außenzonen und einer milchigen, opalisierenden Innenzone (Fig. 4), letztere ist oft deutlich unterbrochen entsprechend den außen zu bemerkenden Furchen. — Alles das spricht für eine gesonderte Entstehung der einzelnen größeren Ringwülste und -platten. (Vgl. beim Voll-Achat Näheres über Struktur.)

Eine sehr feine regelmäßigere Linierung scheint mit einer im Innern der Masse in der milchig-getrübten Lage auftretenden Bänderung zusammenzuhängen, insofern als diese innere, auf Kristallisationsunterschieden beruhende Bänderung, welche schief quer durch die Wanddicke der Schale zieht, auch nach der Oberfläche, soweit sie freiliegt, gestaltend wirkt; was aber nicht der Fall ist, wo wie in Fig. 1—3 S. 83 keine Faltenoberfläche da ist, dagegen das Anzeichen völlig ausgeglätteter Anlagerung an eine vorgebildete feste Nachbarfläche bzw. Unterlage erkennbar ist.

Es ist hier anzufügen, daß die oben erwähnte äußere Abplattung und Glättung aller der einzelnen Wülste und Buckelchen der Innenschale, welche so deutlich auf die Anlagerung an eine schon hart vorgebildete Innenfläche der Zeolithhülle hinweist und die Innenschale zur Letztbildung stempelt, bei den Schaltwülsten im Winkelraum völlig fehlt; zu dieser Zeit war also die Zeolithkruste, welche ja hauptsächlich von der Decke her stärker ausgebildet ist, hier noch nicht vorhanden bzw. in Anfängen gegeben; darnach wäre die Zeolithkruste zeitlich auch eine Zwischenbildung zwischen Schaltstücken und Innenschale, in deren Bildungszeit sie noch hineinreicht (vgl. oben).

Es wurde oben (S. 86) erwähnt, daß der Haupthöhle entsprechend kleinere an Quarzkriställchen sich haltende Teilhöhlen im Zeolithsinter an einem Stück zu beobachten sind, ohne daß eine Chalzedonauskleidung auf der glatten Oberfläche nachgefolgt ist; es weist dies auch darauf hin, daß von Anfang an keine vollständige Lösungsausfüllung der Blasenhöhlen stattgefunden hat, daß sie sogar derart rückständig bleiben konnte, daß der ganze Vorrat nach einer Haupthöhle ge-

zogen wurde. — Kennzeichnend hierfür ist, daß die erwähnte Gesteinsblase einen Chalzedonkern hat (vgl. auch S. 85 Anm.) von nur ein Drittel der ganzen Länge, daß zwei Drittel vom Zeolithsinter eingenommen sind und die äußere Chalzedonhülle sehr geringfügig ist, aus Sphaeroiden besteht und nur an einer kleinen Stelle dicht geschlossen ist. Die erwähnten Teilbläschen zeigen indessen statt Chalzedon einzelne Faserbündel der schon oben erwähnten Zeolithnachbildung.

Die Chalzedonausscheidung erscheint von außen her (makroskopisch) strukturlos und graulich durchscheinend; mehr nach der Innenfläche zu begrenzt sie öfters eine weißliche Bänderung, welche mit der Gesamthülle nicht konzentrisch ist, sondern dem seitlichen Vorrücken des Ring-Platten-Wachstums entspricht; ein diese Bänderung etwa erzeugender Diffusionsniederschlag ist durchaus nicht wahrzunehmen und auch nicht zu verstehen. An sie schließt sich nach der Höhlung zu entweder vereinzelt eine dünne weiße, dreimal scharf geschichtete Chalzedonausfällung an oder jene geht fast ununterbrochen in den ausnahmslos folgenden Quarzkristallüberzug als meist letzte Ausscheidung über. Gelegentlich ist der Überzug indessen so dünn, daß er auch von der hohlen Innenseite her die Absetzungen der Ringbildungen erkennen läßt.

Es wurde in diesem Jahreshefte S. 23—25 im Anschluß an Fig. 4 klar gemacht, daß bei den gewöhnlichen Achaten die zurückspringenden Winkel zwischen den kugelschaligen konvexen Vorbiegungen sehr oft eine erhöhte morphologische Bedeutung des radialen Wachstums der gesamten Blasenfüllung haben, indem hier die Stellen radialer röhrig-scheidewandartiger Unterbrechungen und diskordanten Anlagerungsüberzüge sind. Diese Stellen sind beim inneren Chalzedonkern der Enhydrossteine nicht radial zum Gesamtwachstum und dem Mittelpunkt der Blase, sondern tangential bzw. radial zu den seitlich-tangential vorwachsenden Schaltern und Ringgruppen gestellt (welcher Wachstumsrichtung auch die Quarze folgen, vgl. S. 90).

In verschiedene Zeitabschnitte dieser Chalzedonausscheidungen gehört auch die Chalzedon-Überkrustung der Kalzit-Skalenoëder, welche ohne jede nachteilige Einwirkung auf die Erhaltung der Kristallform vor sich ging; einzelne der Kristalle konnten schon zur Zeit der Chalzedon-Sphaerolithbildung umhüllt worden sein; die stärker vorragenden wurden aber erst von den starken Chalzedonringen des hohlen Kerns seitlich um- und überwachsen; in zwei Fällen und da nur teilweise wuchs an ihnen die innerste von drei Quarzkrusten in zum Teil ganz dünner Umhüllung hierauf zur Spitze empor. Die in ältester Zeit rasch nach innen gewachsenen Kristalle überragten die Niveauflächen (Lösungs-Gas-Grenzcheiden) der verschiedenen Ausscheidungsabschnitte. Man sieht hieraus auch, daß die Kieselsäure-Lösung nicht die Höhlung von vornherein ausgefüllt haben kann, sondern rings wandständig gehalten wurde, so daß nur in späterer Zeitstufe die Quarzauskristallisation eine gewisse Strecke weit an den weit hereinragenden Kalzit-Kristallen emporgekrochen scheint.

d) Die Quarzausscheidung an der Innenschale.

An einem Stück sieht man an der oberen gewölbten Decke (vgl. Fig. 4) und nur an dieser folgendes: Die Chalzedonringhülle geht ununterbrochen in Quarzkruste über, welche großkörnig deutliche Kristallendigungen hat; diese Quarzkristalle sind niedrig, aber länglich gestreckt und streng radial zu den Ringen gestellt. An einem Punkt des Zusammentreffens dreier Ringgruppen der Oberfläche, der außen

durch eine starke Eintiefung gekennzeichnet ist, steht eine Gruppe senkrechter Quarzkristalle von ebenso stärkerer Größe und Dicke, verursacht durch eine radiale Eintiefung von außen, welche einen Zapfen nach innen darstellt und das Wachstum der flach anliegenden Kristalle radial nach innen ausnahmsweise begünstigte.

Es zeigt sich an mehreren unserer Stücke diese auffällige Neigung der ersten Quarzkriställchen, statt der radialen Stellung nach dem Innenraum eine entschiedenere tangentielle Anlagerung an die Innenfläche anzunehmen,¹⁾ als ob der Lösungsersatz sich eng an die Innenfläche des Hohlraums hielte und von der Seite käme und das Spitzenwachstum schmaler Kriställchen beeinflusse; das Quarzwachstum scheint so genau wie das des Chalzedons zu sein, mit dem es auch trennungslos zusammenhängt. Hierfür erscheint nun die oben erwähnte strahlige Lagerung der ersten Quarzkristalle zu den Chalzedonringen bei tangentialer Anschmiegung ihres Längenwachstums an die Innenfläche von hervorzuhebender Wichtigkeit. Bei den deutschen Achaten habe ich dies nie in dieser Form beobachtet; hier scheint die zum Innenraum radiale Entwicklung der Quarze und Amethyste die Regel zu sein.

Die Quarzkruste ist bei diesem Stück besonders entsprechend der Deckenwölbung mit einer weißlich opaken, sehr fein gebänderten Chalzedonschicht überdeckt, welche die älteren grobkörnigen Quarzkristalle dicht umschließt und selbst wieder eine dünne kleinkristalline Quarzkruste trägt, welche auch endlich einen bis dahin 11 mm lang frei hereinragenden Kalzitkalenoöder mit gut erhaltenen Kristallkanten überkrustet und zugleich eine ältere feine Zersprengungsfuge schließt. — Man hat hier also sicher gegen Schluß zweimal eine frei sich entwickelnde Quarzoberfläche und eine Diskordanz der letzten Schicht über einen viel älteren Teil, was ebenfalls für Anlagerung spricht.

Die besprochene tangentielle Lagerung ist meist etwas stärker als es das schematische Bild in Fig. 4 darstellt, öfters sind die Kristalle derart liegend, daß sie vordere und hintere Endflächen aufweisen. Die enge Wachstumsbeziehung zwischen den gelagerten Quarzkristallen und der „tangentialen“ Chalzedonringelung zeigt sich an einem Stück in anderer Form darin, daß an einem nach dem Innenraum gerichteten Chalzedonzapfen, woselbst die Quarze größer wurden, also doch wohl durch einen Lösungsmittelentzug nach dem hohlen Innenraum eine Wachstumsverstärkung erhielten, die sehr durchsichtigen Quarze erkennen lassen, daß je ein Quarzindividuum auf eine Zapfenteilgruppe konzentrisch angeordneter Chalzedonbänder kommt, wie dies das Bild 5 S. 85 ganz schematisch angibt, d. h. das Quarzwachstum kann in der Anlage als mit beeinflusst gelten durch die gleichgerichteten Feinfaserbündel des Chalzedons, wie auch seine äußere Fortbildung völlig getrennt davon unter den gleichen Wachstumsbedingungen fortgeführt wird.

Dieses enge Anpassungswachstum der Quarzkristalle an die gehöhlte Innenoberfläche bewirkt bei langstengelig-säulig auswachsenden Kristallen eine merkwürdige gebogen-gebrochene Form dieser, wobei in zahlreichen Wachstumsabschnitten immer wieder ein schmaler Streifen des Rhomboöders auftritt und mit einer Knickung vom Prisma wieder abgelöst wird. — Es ist das ein besonderes Kennzeichen des eigenartigen Quarzwachstums in der Enhydroshöhlung und weist

¹⁾ Es erinnert das an die längsgestellten schmalen Quarzprismen, welche bei manchen körnig verkieselten Holzsteinen in Längsspalten der Holzfaserung entstanden und den Durchzug der Lösung in ganz schmalen Spaltzonen auch in anderen kapillaren Quarzadern kennzeichnen.

auf Besonderheiten in der Beschränkung der Lösung-Umlauf auf den Umfang der Blasenöhnlung hin.

Die Quarzkristalle bestehen im Innern einer der Drusen ausnahmslos aus der nicht gewöhnlichen Kombination ∞ P.R.; bei einer andern ist sie mit der gewöhnlichen Form gemischt, bei einer dritten ist letztere allein herrschend. — Die Quarze sind meist glashell; bei einzelnen Stücken haben sie eine opalisierende Färbung und auch tatsächlich einen etwas matteren Glanz, was auf reichlicheren Einschluß amorpher zum Teil Chalzedon-artig kristallisierter Kieselsäure hinweisen dürfte.

Trotzdem die als Enhydros bekannten Chalzedonmandeln bei ihrer Eigenart mit den übrigen südamerikanischen, auch unseren Obersteiner Achaten sehr ähnlichen Mandeln in mehrfachen Übergängen zusammentreten, sehen wir in dieser Art Erfüllung der Eruptivgesteinsblasen nichts, was irgendwie mit Pigment-Diffusionen zusammenhängen könnte, dagegen liegen deutlichere Appositionskennzeichen vor. Erstere könnten bei dem rheinischen Achat auch nur einen Teil der Färbungsbänder verursachen. Es fehlt also hier z. B. völlig der Eisenoxydniederschlag, der als „Schutzkolloid“ wirken soll, einerseits die gallertige Kieselsäure vor Kristallisation zurückhält und andererseits da, wo es nicht vorhanden ist, die Faserkristallisation eintreten läßt (was übrigens auch für die gewöhnlichen Achate nur in beschränktem Umfang als Erklärung angeführt werden kann). Beim Enhydros äußert sich unserer Ansicht nach gegenüber den übrigen Achaten ein langsamer und mangelhafter Nachschub von SiO_2 -Lösung, welche außerdem in mehreren Hauptabsätzen geschieht, während welcher Zeit sich die Kristallisations- und Ausfällungsbedingungen auch durch äußere Ursachen erheblich geändert haben müssen; der mangelnde Nachschub zeigt sich nicht nur in der geringen Masse der beigebrachten Kieselsäure, sondern auch in dem ganz seitlich-tangentialen, peripher gehaltenen Wachstum, welches sich sogar oft in den letzten Quarzen der Innenfläche der Hohlschale äußert. Außerdem ist durch die obigen Einzelheiten des Aufbaus der ganzen Blasenfüllung die Bildungsfolge von außen nach innen ganz unzweifelhaft dargelegt. Insbesondere ist das Hereinragen der Kristallspitzen der jüngeren Zone der Außenschicht durch die nächst innere Chalzedonschale hindurch in deren Hohlraum und die regelmäßige ringförmige Umwachsung jener durch die verschiedenen Schichtlagen der innersten Schalenhülle (neben der nach außen geglätteten Abplattung der Chalzedonwülste der Innenschale) hierfür von ausschlaggebender Bedeutung.

Gerade aus dem Bau des Chalzedonanteils bei Enhydros geht, wie mir scheint, auch unzweifelhaft hervor, daß der innere Hohlraum mit dem Luft- und Flüssigkeitsinhalt keine später entstandene Schrumpfungshöhnlung in der Kieselsäuregallerte sein kann, sondern ein fortbestehender Teil der ursprünglichen Blasenöhnlung ist, welche zuerst gas- und später lösungsführend ist, deren jüngsten Absätze aber immer auf der Innenseite der älteren nach dem Mittelraum zu erfolgen.

Ich bemerke, daß ich im vorhergehenden oft kurzweg von Kieselsäuregallerte gesprochen habe, wobei ich aber schon in diesem Jahreshfte (S. 28) betonte, daß man wohl ohne Annahme mindestens beigeesellter wirklicher Kieselsäure-Lösung nicht auskommen könne; vielleicht handelt es sich überhaupt nur um sehr viskose dick-

flüssige Lösung, deren chemische und physikalische Verhältnisse im Augenblick der Ausscheidung massenhaft aller kleinster Quarzteilchen mit den Eigenschaften der gallertigen Kieselsäure zusammenfallen.

LEITMAIER und CORNU bezeichnen den Chalzedon als in statu nascendi kristallin gewordenes Gel; ersterer erinnert daran, DOELTER, Handb. d. Mineralchemie 2. S. 177, daß die chemisch-geologischen Bedingungen der Gelbildung noch die thermale Phase streifen.¹⁾

2. Uruguay-Achate mit teilweise auch bodenständiger Achatausscheidung.

(Zu S. 34—37.)

Bei diesen Blasenfüllungen ist eine Seite meist stark abgeflacht, der übrige Umfang hoch gewölbt; bei den typischen Enhydros ist die gewölbte Seite stets niedrig, wie bei den gewöhnlichen Achatformen (vgl. S. 34 Fig. 6, S. 31 Fig. 5 und S. 83 Fig. 3).

Es gibt auch in Effusivgesteinen mit von oben nach unten abgeplatteten Blasen auch solche, die senkrecht verlängert erscheinen; es sind dies die Blasen, welche entweder durch Verringerung des Drucks von oben vor der Erhärtung (vgl. S. 13—15) einen sehr starken Auftrieb, vielleicht auch seitliche Einengung (S. 43) erfahren haben oder auch solche, welche aus der Vereinigung übereinander liegender abgeplatteter Blasen entstanden sind; für letzteres habe ich Beweise in mehreren bis zu 6 cm hohen Blasen von pfälzischen Fundorten. Viele Uruguay-Achatmandeln zeigen die erhöhte und seitlich verschmälerte Form mit ausgesprochener Bodenfläche. (Über die Entstehung dieser vgl. unten Näheres.)

Die erste Bildungsperiode eines Achats, wie er a. a. O. Fig. 6 dargestellt ist, umfaßt die äußerste Achatschicht, den nächsten Quarz und wohl noch die darauf abschließende Bänder-Achatschicht; ich glaube nicht, daß letztere entstand durch Verdrängung der bei der zusammenschließenden Auskristallisation zwischen den Kristallen noch befindlichen Gallerte. Das Längenwachstum der Quarzkristalle ist durch Verzahnung der auf das Prisma auslaufenden Pyramidenfläche, welche auf den Ablösungsflächen deutlichst zu erkennen sind, stets so dicht, daß an einen radialen Durchtritt von Lösungsresten nach innen zu nicht zu denken ist; ich glaube vielmehr, daß ein noch vorhandener Kieselsäure-Lösungsrest zum Schluß der Quarzbildung erst zur Gallerte wird, wie dies auch aus gewissen Versuchen bekannt ist. Ihre innere Schichtung erhielt die Gallerte entweder durch allmähliche Wachstumsapposition von innen nach außen oder durch innere bänderartige Ausfällung der Kieselsäure nach Art des DAUBRÉE'schen Versuchs; nach meiner Ansicht nicht durch Diffusion, welche überdies nur von innen nach außen stattfinden könnte, da der Quarzzusammenschluß schon vorher so eng ist, daß ein radiales Durchdringen von Lösungen von außen nicht angenommen werden kann.

Sodann beginnt eine zweite Achatgeneration, welche zunächst die Unebenheiten des Bodens horizontal ausfüllte und deren Lösungsvorrat an seitlichen Durchlässen einwanderte bzw. angesaugt wurde; diese Teilausfüllungen spielen etwa die gleiche Rolle wie bei den Enhydros die Winkelwülste in der äquatorialen Region der Innenkerne nahe am Boden; sie gehen auf eine Abrundung des Innenraums um die Gas-, „blase“ herum aus. Es bildete sich dann einseitig Quarz und zwar seitlich von einem Hauptdurchlaß, woselbst die Lösung durch ständigen Nachschub

¹⁾ Die vorläufige Darstellung von J. KÖNIGSBERGER, Paragenesis d. Kieselsäure-Min. in DOELTERS Handbuch der Mineralchemie Bd. II. S. 27—61, habe ich leider nicht mehr verwerten können, da sie mir zu spät bekannt wurde.

noch nicht konzentriert und verdickt genug war und wurde endlich abgeschlossen durch Lösung mit überwiegender Kieselsäuregallerte, deren Schichtung wieder (vgl. dem DAUBRÉE'schen Versuch!) bänderartig erhärtete, deren letzte Quarzlösungsreste endlich eine schwache innerste Quarzkruste bildeten. Der zweite Quarz zeigt sich hier ähnlich verteilt und gegen Chalzedon abgesetzt, wie beim Enhydros das Zeolithmineral, welches sich hauptsächlich an die stärkere Wölbung der Oberseite der Blase hält und von da nach dem Boden zu übergreift (vgl. S. 86 u. S. 88). Nach diesem Beispiel sollte man eigentlich beim Enhydros auch den Zeolith zur zweiten Bildungszeit rechnen, so, daß zur ersten bloß der äußere Chalzedon mit Quarz und Kalzit gehören würde, welcher auch eine gewisse Einheit bildet.

Wenn so auch das Eindringen der Lösung einseitig ist, kann man sie sich dadurch umfangmäßig verteilt denken, daß an der Berührungsfläche zwischen Gasinhalt und Gelflüssigkeit eine schwache Erhärtung stattfindet, zu deren aufgebogenen Seitenrändern erst wieder die Lösung ringsum (S. 87) beigezogen werden kann; so wird die Lösung schrittweise in immer größerem Oberflächenumfang angesogen, bis sie den Gasinhalt von der Wandfläche her umgibt.¹⁾ Es könnte so eine Wandauskleidung mit Kieselsäuregallerte gedacht werden, welche entgegen der Schwere von einzelnen Infiltrationspunkten ausging; wäre der Nachschub gering, so würde eine Ringbildung wie beim Enhydros auftreten; damit stimmt das ganze Verhalten der Enhydrosmandeln, daß ihre Bildung unter einem Kieselsäuremangel vor sich ging, der die Höhlung von der Blasenwand her nur in geringem Umfang eingengt hat.

3. Ergebnisse W. v. Gümbels über den Inhalt der Enhydrossteine und weitere Folgerungen.

Durch Untersuchung des gasförmigen Inhaltes der Gasblase des Chalzedonwassers hat GÜMBEL festgestellt, daß keine merkliche Menge von Kohlensäure, im übrigen nur Wasserdampf und wahrscheinlich atmosphärische Luft enthalten ist. Dieser Wasserdampf etc. hat bei 15,5° C. untersucht eine Spannung, welche GÜMBEL annehmen ließ, daß in dem Augenblick, in welchem die Chalzedonmandel sich schloß, sie in einer Atmosphäre von Wasserdampf und Luft sich befand, deren Temperatur so hoch war, daß durch die vorhandene Abkühlung die durch den Versuch festgestellte höhere Spannung eintrat; es müßte diese Temperatur etwa 100° betragen haben (unter Annahme, „daß der Druck der Atmosphäre, in welchem die Chalzedonmandel sich bildete, nicht sehr von dem Druck der atmosphärischen Luft an der Erdoberfläche verschieden gewesen sein dürfte“).

¹⁾ Was die Möglichkeit seitlicher Ausbreitung der Kieselsäure an Stelle von umfangmäßig radialem Vordringen und ohne Annahme ursprünglich völliger Blasenfüllung mit gallertiger Kieselsäure betrifft, wie ich solche seitliche Verbreitung in diesem Jahreshfte S. 25 seitlich von Einzugskanälen angenommen habe, so hatte ich dafür meine guten Gründe. Es liegen Achatdrusen vor mit älterem, ziemlich stark flächenhaft ausgebreitetem Kalzit in der Peripherie, der zweifellos älter ist als die Chalzedonschichtung und allem Anzeichen nach offenbar auch älter als die Kieselsäureeinwanderung selbst; diese ist sicher nicht durch die Kalzitkristalle durchgedrungen, sondern zwischen ihnen hindurch, meist um sie herum und auf ihre innere freie Oberfläche hinauf, wobei die Blase nur zu einem geringen (vielleicht $\frac{1}{8}$) des Halbmessers von Chalzedon eingenommen wurde; es muß also eine seitlich an der Wand sich hinhaltende, den Hohlraum der Blase von außen nach innen erst allmählich verengende Ausbreitung der Lösung möglich sein, auch ohne daß Lösung von allen Seiten radial eindringt, wie das Bild des Enhydroskerns darlegt; es muß außerdem rasch eine gewisse Festigung der Ausfällung eingetreten sein.

²⁾ Sitzungsber. d. Kgl. Bayer. Akad. d. Wissensch., math.-phys. Cl. 1880 S. 241 und 1881 S. 321.

Es hat sich nach GÜMBELS Ansicht darauf die Blase geschlossen und blieb der Inhalt unter unbedeutenden Veränderungen bestehen; es ließ sich durch Versuche feststellen, daß die Chalzedonhülle im ganzen völlig dicht ist; nur an vereinzelten Stellen wurde von v. GÜMBEL und KNOPP durch verstärkte Vornahmen feinste, etwa röhrig-spaltenartige Durchlässe nachgewiesen bzw. deren bestimmtes Vorhandensein gefolgert, welche, wie ich meine, sich entweder an die Kalziteinschlüsse im Chalzedon halten und durch deren kleinste Verwitterung bedingt, andererseits aber durch Erschütterungen beim Zerschlagen des Gesteins und der äußeren Hülle veranlaßt sein können. (Man kann nicht erwarten, daß derartige, oft sehr dünnwandige hohle Gebilde ganz ohne nachträgliche Fehler gewonnen und weithin verfrachtet werden, ganz abgesehen von den geologischen Einflüssen in dem durchaus nicht mehr frischem Gesteine.) Nachdem später die gesamte Temperatur des Muttergesteins und der Blase weiter gesunken ist — ohne daß durch die Chalzedonhülle hindurch ein Stoffaustausch stattfinden konnte —, mußte der Gasinhalt eine gewisse Spannung behalten.

Was die Ansicht GÜMBELS über die Entstehung der beachtenswerten Gasspannung betrifft, so kann diese Gasspannung, wenn sie lediglich einer hohen Temperatur entstammen soll, nach Abkühlung auf ca. 15° C. nicht mehr in unverkürztem Bestand angenommen werden. Lediglich dem Lösungsdruck bei der Kristallisation und dem des Kristallisationsvorgangs nach innen zu selbst kann sie bei ihrer Höhe kaum zugeschrieben werden. So glaube ich, daß der noch vorhandene dynamische Zustand des Gasbestandes nach dem festen Kristallisationsabschluß der zweiten Chalzedon-Quarzschaale einem allgemeinen Gas- oder Dampfdruck entspricht, unter dem diese postvulkanischen Vorgängen angehörige Bildungsstufe des Schalenaufbaus gestanden haben wird.

Was den flüssigen Inhalt betrifft, so glaubt GÜMBEL nicht an eine ursprüngliche Bildungsflüssigkeit (Mutterlauge) für die Quarzausscheidungen denken zu dürfen; er hält sie für einen letzten Rest der allseitig zuziehenden Lösung nach den mineralischen Ausscheidungen, welche durch Wasserverdunstung an den Außenwänden des Chalzedonkerns erfolgt, von welcher Lösung vor dem endlichen Abschluß mehr zuzug als verdunstete, später aber nicht mehr abgeführt werden konnte.

Einzelheiten zur Kenntnis und Deutung des Kalzitachats.

(Vgl. dieses Jahreshaft S. 28—29 und S. 40—42.)

Kalzitachat ist ein Achat mit deutlicher Feinbänderung und allen übrigen Anzeichen echten Achatwachstums, der aber nur zu 20% aus Kieselsäure, im übrigen aus Kalkkarbonat, Kalzit, besteht und wie dieser eine völlig regelmäßig rhomboëdrische Spaltbarkeit (Fig. 10, 12—14 S. 97) besitzt, so daß hier eine doppelte Zerspaltung der Masse möglich und zu beobachten ist; er ist bis jetzt in einem Mittellager der Effusivdecke Gangelsberg-Thalböckelheim in wenigen Stücken gefunden worden. Die früher zur Verfügung stehenden zwei Stücke habe ich inzwischen um 50 größere und kleinere von der gleichen Fundstelle vermehrt; ein einzelnes wichtiges Stück stammt aus dem Intrusivtholeyit gegenüber der Station Oberhausen—Duchroth a. N. (vgl. Geogn.

Jahresh. S. 137, Tafel II, Fig. 10 und Erl. z. Bl. Donnersberg), woselbst Kalzitachat in einem blasenreichen Zug des unteren Intrusivlagers vereinzelt in sehr guter Ausbildung vorkommt.

Als große Seltenheit wurden im Talböckelheimer Lager auch zwei Zerreißungsfüllungen mit Kalzitachat aufgefunden.¹⁾

A. Mittenhöhlung und röhrlige Septaleinschaltungen

(vgl. Fig. 10—12).

Die weitere Zubereitung des größeren der ersten Originalstücke ließ folgendes (vgl. Fig. 11) feststellen: 1. ist eine Mittenfüllung vorhanden, welche hier im Gegensatz zu dem lichtrötlichen Kalzitachat hell durchsichtiger bis durchscheinend milchigweißer Kalzit ist; sie ist völlig ohne Bänderung und vom gebänderten Kalzitachat überdies getrennt durch zwei dünne Schichtenblättchen sehr viel kalkärmeren Chalzedons; 2. ließen sich auch hier mehrere radiale Septalräume (Röhrensepten) nachweisen; sie beginnen ebenfalls sehr nahe am Umfang über sehr verdünnten Anfangsschichten; haben zuerst einen sackartigen Anfangsteil und erstrecken sich entweder schmal röhrenförmig oder dünn eckig-kaminartig nach der Mittenfüllung hin; die Schichtlinien des benachbarten Kalzitachats stoßen oben zum Teil an diesen Röhrensepten ab, zum Teil biegen sie sich tangential an sie heran, besonders im äußeren Abschnitt des Aufbaus; hier zeigt sich auch, daß von innen her eine diskordant aufgesetzte, rückläufige Kalzitachatschicht den Raum der Röhrensepten gegen den Körper des Kalzitachats absetzt, gleichsam den Raum auskleidet. — Während nun die Mittenfüllung wohl ganz aus Kalzit besteht, ist merkwürdigerweise die Füllung der Septalräume durchaus bis zum Eintritt in die Mittenfüllung von hellem Quarz gebildet, meist mit einem dichtem Anfangsbesteg von Eisenoxyd. Das Quarzwachstum ist das gewöhnliche der Achatmittenfüllung.

An dem zweiten Stück ist leider die mittlere Masse ausgebrochen; dagegen findet sich ein Röhrenseptum, welches innerlich mit sechs Kalzitachatschichten ausgestattet ist, deren letzter kleinster Höhlungsrest erst Quarzfüllung besitzt; das Septum reicht auch hier bis ganz nahe an die verdünnte äußere Achatrinde (I. Gen.) und es ist hier gleich zu bemerken, daß es neben einer reinen Kalziteinschaltung, welche von dem Außenachat zum Teil unmittelbar abgeht, liegt. In Fig. 12 rechts ist ein seitlicher Anschnitt dieses Septums gegeben.

Während bei dem letztbehandelten Stück das Septum in der Nähe der seitlichen Umbiegungsstelle der angenommenen Bodenfläche liegt, so ist dies bei dem in Fig. 11 gegebenen Übersichtsbild nur für ein Septum der Fall, die übrigen vier liegen im Gegenteil an der höchsten Stelle der Aufblähung (vermutlich) nach oben. Doch zeigt sich auf der einen Seite gut erhalten eine eigentümlich eckig gebogene Einschnürungsfurche, welche bei anderen Stücken darauf deutlich hinweist, daß hier eine kleinere höhere Blase mit einer größeren tieferen verschmolzen ist. Demnach zeigt sich auch hier eine Beziehung der Septalräume zu wichtigen Stellen der Form der Blasenfüllung.

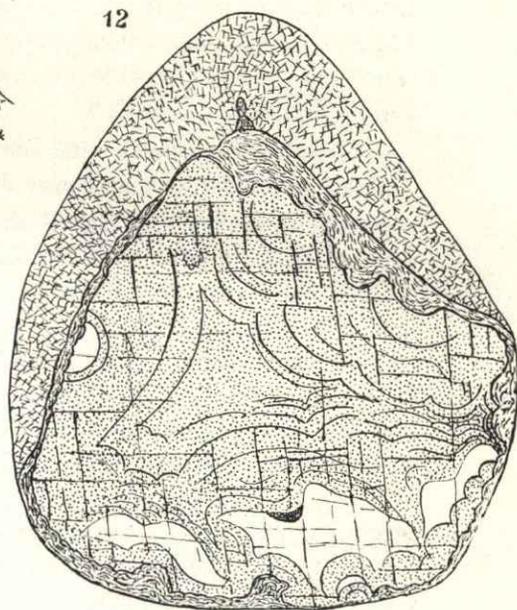
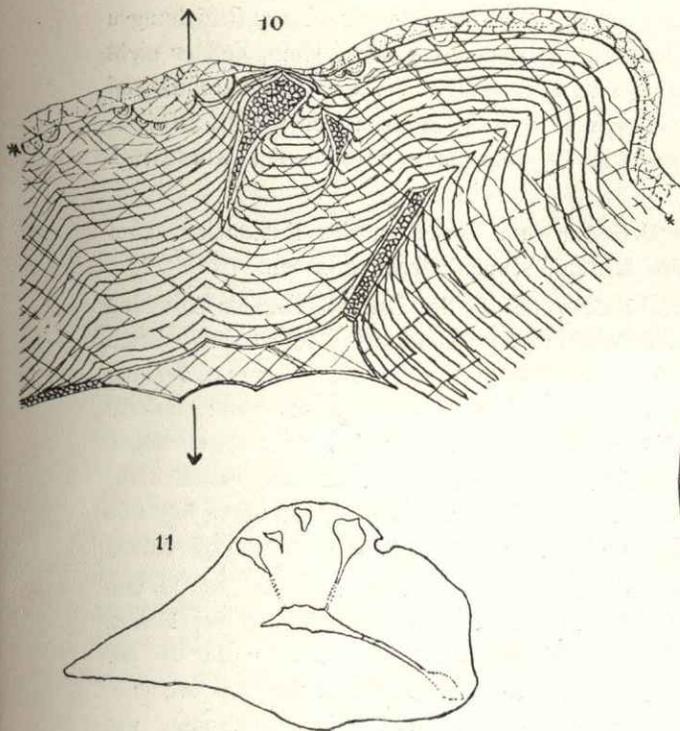
Das Ganze stellt also, bis in alle Einzelheiten morphologisch, eine völlige Vergleichsbildung mit dem gewöhnlichen Achat dar; die mineralischen Abweichungen sind aber derart gesetzmäßig, daß man hierin eine völlig selbst-

¹⁾ Es war nicht mehr möglich, die neuen Beobachtungen in dem schon gesetzten Text zu verarbeiten; sie werden am Schluß der einzelnen Abschnitte oder in eigenen Kapiteln angefügt.

ständige, für die Entstehung des Achats wichtige ursprüngliche Abänderung der Achatstruktur besitzt. — Was den Kalzit als Teilnehmer der Struktur betrifft, so glaube ich, daß er ganz anfangs in einer der bekannt gewordenen recht labilen Modifikationen des Kalziumkarbonats, vielleicht zum Teil des feinfaserigen Vaterits, ausgeschieden wurde, aber sehr bald und ohne äußeren Anstoß in einheitliche Kalzitkristallisation überging. Diese auch den völligen Einschluß der Quarzkörnchenmasse erleichternde Verzögerung des Wachstums gilt natürlich nicht für die Mittenhöhlung; hier wird die Kristallisation rascher vor sich gehen und fremde Lösung und beginnende Ausscheidung von Quarz verdrängen, was nur nach den Septalräumen als Hohlräumen möglich ist, welche schon vorher Aufnahmsorte für entsättigte und durch den Kristallisationsvorgang verdrängte Lösungsreste gelten können. Man ist zunächst nicht veranlaßt, diesen Quarz trotz der außerordentlichen Annäherung an die Außenwand hier von außen beziehen zu sollen und zwar gerade am Ende des ganzen Vorgangs bis zu dem Augenblick, wo die Mittenhöhlung von Kalzit erfüllt war. — Im Gegenteil erweist sich die Stelle der Wand, woselbst die Septalräume außen beginnen, als Orte mangelnder bis fehlender Lösungszufuhr von außen (vgl. hierzu Ergänzendes unten). — Es ist wahrscheinlich, daß sich Stücke von Kalzitachat finden lassen werden, welche im innersten Kern der Mittenfüllung auch noch reichlicher Quarz führen (s. unten S. 96, 97 u. s. w.).

Die oben angegebenen Eigenheiten lassen erkennen, daß eine Mittenhöhlung und ebenso radiale Höhlungen (Septalräume) bestanden; erstere wurde durch den rascher auskristallisierenden Kalzit ausgefüllt, welcher dann den noch vorhandenen Rest der Kieselsäurelösung in die radialen Räume seitlich verdrängte.

Von den 50 neu hinzugekommenen Stücken zeigten 22 — durch einen Querbruch nachgewiesen — die mittlere Region mit einer Mittenfüllung aus Quarz (dreimal Amethyst), welche sich mit glatter Oberfläche eng und scharf an den gebänderten Kalzitachat anschließt, ohne daß in letzterem sich irgendwie eine Art Übergang kenntlich machte; die Mittenfüllung nimmt hier einmal die Hälfte, zweimal ein Drittel und ein Sechstel des ganzen Durchmessers, ist durchschnittlich nicht groß. Bei dem ersten der letzterwähnten sind auch mehrere Septalröhrchen, leider nicht in radialem Durchschnitt zu sehen; sie haben eine Wandauskleidung aus Kalzitachat, welche nach außen an Stärke abnimmt und eine Restfüllung aus klarem Quarz. An dem mittleren Querbruch nach der kürzeren Achse einer ellipsoidischen Mandel von Kalzitachat zeigen sich neben einer Mittenhöhlung von Quarz die schmalen Anschnitte von Septalräumen mit Kalzitachat ausgekleidet und mit Quarz erfüllt in einer dem größten Querschnitt entsprechenden (horizontalen) Ebene mit starker Unterbrechung der Lamellenanordnung (vgl. d. Jahresh. S. 24 Fig. 4); dies ist noch in einem weiteren Stück ausgeprägt, an welchem die Septalröhren wie eine seitlich gelegene Abschnürung der Mittenhöhlung auftritt. An den sechs Stücken, an welchen die Septalräume mit Quarz erfüllt vorliegen, ist es auffällig, daß auch eine starke Anreicherung von Eisenpigment sowohl in den Schichtungsflächen als auch im Kalzitachat selbst stattfindet; es scheint als ob die Ausfüllung des Pigments hierher verdrängt sei, wie es gegenüber dem Voll-Achat überhaupt auffällig ist, daß auch die Quarzbildung an dieser Stelle verhältnismäßig häufiger auftritt. — Nur drei von diesen zeigen den sehr verzweigten schmalen Raum der Mittenhöhlung mit



13



14

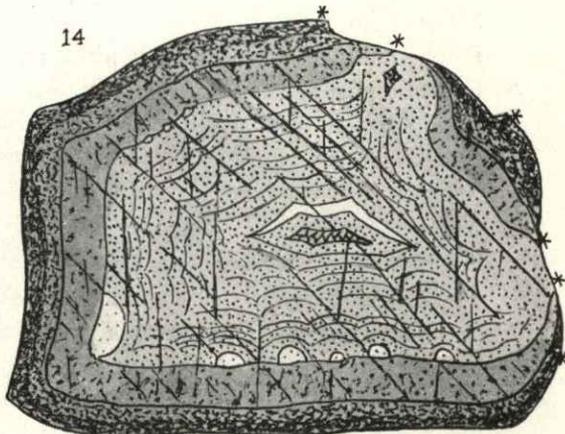


Fig. 10—13. Kalzitachat von Thalböckelheim; 11. Übersichtsbild im Längsschnitt (Bodenfläche unten) mit Andeutung der Lage der Mittenhöhle und der Septalröhren; 10. Skizze vom I. und II. Achat (*) mit sphärolithoiden Ansätzen, Schichtungsart, Form der Septalröhren und der scheinbar nur aus wenig trübem Kalzit bestehenden Mittenfüllung; 13. Photographie der Spaltbarkeit an einer Bruchfläche.

Fig. 12. Kalzitachat von ebenda mit der Verteilung des Klarkalzits. Das Bild ist irrigerweise aufrecht gestellt; nach Vergleichen wird die Lage im Gestein so gewesen sein, daß die nach oben weisende Spitze links halbschief nach unten gerichtet war (vgl. Kap. 0).

Fig. 14. Kalzitachat von Thalböckelheim. Der mit Sternchen bezeichnete Achat I, dunkel gehalten, besteht aus zwei Schichten; die II. Generation zeigt die sphärolithoiden Ansätze und Klarkalzit oberhalb der Quarz führenden Mittenfüllung.

klarem Kalzit erfüllt, dessen Grenze gegen den Kalzitachat mit zahlreichen halbkugligen Körnchen von Eisenerz besetzt ist, der aber mit dem letzteren die gleichen Spaltflächen besitzt. An einem der oben erwähnten, eine große Quarzmittenfüllung zeigenden Stücke (Taf. IV Fig. 14) fand sich ganz nahe an einem Seitenende im Quer-

bruch ein heller Kalziteinschluß an den Quarz dicht angeschlossen, dessen Beziehungen zu dem benachbarten Quarz eigentlich nur so gedeutet werden kann, daß er nicht Letztausfüllung einer Resthöhlung im Quarz war, sondern von der Seite hereinragend und auf dem Kalzitachat aufsitzend — mit welchem er auch völlig gleichlaufende Spaltbarkeit erkennen läßt — vom Quarz umschlossen wurde (vgl. Taf. IV Fig. 3 und Kap. C. 2.).

Durch diese Stücke sind die Brücken vom Verhalten des Kalzitachats zum Voll-Achat (Chalzedonachat), was die Mittenhöhlung betrifft, gegeben.

Noch nachzuprüfen ist, ob beim Kalzitachat in der Letztbildung als Abschluß der ganzen Füllung eine örtliche Zerteilung der Ausscheidungen derart anzunehmen ist, daß bei einem Überschuß von Kalkkarbonat in Lösung die Quarzausscheidung und mit ihr das Auftreten des Pigments nach außen verdrängt erscheint; hiermit stimme wohl überein, daß in den Fällen, woselbst Kalzit die Mittenfüllung bildet, diese überhaupt recht klein ist gegen die Fälle, wo sie von Quarz dargestellt wird; hier hätte die Kalzitachatbildung früher aufgehört. Es wäre das für unten folgende Tatsachen als Vergleich wichtig, wenn es eine ganz sichere Tatsache wäre (vgl. unten).

Eine Mittenfüllung aus Amethyst zeigt sehr deutlich eine bis zu 1,5 mm dicke Einschaltung von elfenbeinfarbenen Kalzitachat; die Kristallenden des älteren Amethyst sind wohl abgeformt, über der Kristallspitze zeigt sich weder in der Form diese Kalzitachatbands noch in der Einheit der Kristallisation des letzteren etwa die Einwirkung einer späteren Entstehung des Quarzes aus Chalzedon, wie diese Ansicht beim Voll-Achat geäußert wurde, wo die Einschaltungen von Chalzedonbändern im Mittenquarz und der Abschluß derselben durch Chalzedon keine seltene Erscheinung ist, woselbst sich aber auch keine Spuren einer so wirkungsvollen Umwandlung zeigen.

Hinsichtlich der Mittenfüllung ist noch als Besonderheit hinzuzufügen, daß an einem der neuen Stücke faseriger Goethit in kleinen Bündeln vom Quarz umwachsen ist, wie dies auch beim Voll-Achat recht häufig ist; es werden diese Ausscheidungen auch von einer starken Letztauscheidung von zum Teil lichtrötlich gefärbtem Kalzit überwachsen. Sonst zeigt sich solcher Kalzit in der Mittenfüllung des Kalzitachats selten; an einem Stück finden sich innerhalb einer dünnen aber scharf ausgeprägten Chalzedonwandung der Mittenhöhlung auf einer Seite kleine Kalzitkriställchen, welche von den die Höhlung hauptsächlich erfüllenden Quarzkriställchen als überwiegende Letztbildung umwachsen sind. Die Beteiligung von Kalzit an der Mittenhöhlung der Kalzitachate ist daher spärlich und zeigt sich an verschiedenen Zeitpunkten in deren Ausfüllung.¹⁾

Bei zwei Stücken tritt über einem ringsumlaufenden Kalzit I (vgl. S. 97) mit radial gestellten dichtgeschlossenen Kristallen eine ganz dünne Zone typischen Kalzitachats auf, welche in einem Fall von Quarz mit freieidigen Kristallen mit folgendem Kalzit, im anderen Fall von sehr feinkörnigem Kalk mit folgendem Dolomit bis zur völligen Raumauffüllung überwachsen ist; es sind das zweifellos besondere, seltene Formen der Mittenfüllung als Abschluß der zweiten Generation.

¹⁾ Bei der starken Vermehrung des Untersuchungs- und Belegmaterials wurde das früher einzigartige Stück (Fig. 11 S. 97) nicht weiter geschont und die vermeintliche Mittenfüllung gesprengt, wobei sich zeigte, daß doch ein kleiner, einseitig gelegener Quarzkern, von den Septalfüllungen abgeschnürt, vorliegt und daß die vermeintliche Mittenfüllung ein durch Klarkalzitbildung sehr aufgehellter Kalzitachat ist.

Über die in den „Septalräumen“ bei typischem Schichtverhalten der Nachbarschaft auftretenden selbständigen Kalzitkristalle als Zwischenbildungen, wie solche bei Voll-Achaten an diesen Stellen so häufig sind, finden sich unten bei der Sonderbeschreibung zweier Kalzitachate genauere Mitteilungen; ebenso werden in Kap. H. die an die Septalröhren gelegentlich sich anschließenden Tutenstrukturen beschrieben und erläutert werden.

Hier sei nur folgendes bemerkt: Kalzitkristalle über dem Kalzitachat I. Generation wurden an einem Fundstück in auffälliger Ausbildung beobachtet; es zeigen sich — in bemerkenswerter Weise — an einer Stelle, woselbst der Kalzit der I. Generation fast verschwindet und gegen welche sich nur ein schmaler Streifen von Kalzitachat II hinzieht, ein starker Kristall von klarem Kalzit, an welchen sich, gegen die Mittenfüllung zu, tafelförmig flache Rhomboeder anschließen. Diese werden regelmäßig von Kalzitachat stalaktitoid umhüllt. Es finden sich also bei dieser Einschaltung von Kalzit die Anzeichen der „Septaleinschaltungen“, wie sie unten für den Chalzedonachat ausführlicher erörtert werden. Es sei aber schon hier hervorgehoben, daß diese Kalzitausscheidungen auf einer seitlich abgeschnürten Abteilung der Blasenfüllung auftreten, woselbst der Kalzitachat fast zurücktritt gegenüber der Chalzedonentwicklung der zweiten Generation, als sei hier durch den massigen Kalzitverschluß mit der ersten Generation die Bildung von Kalzitachat in der zweiten Generation in irgend einer Weise gehemmt worden.

Die mit Kalzitachatmandeln so häufig vergesellschafteten Blasenfüllungen aus reinem bzw. nur schwach rötlich gefärbtem Kalzit in ausfüllenden Einkristallen oder in Stengelbündeln haben nie einen deutlich abgegrenzten oder auch nur angedeuteten Mittelraum; sie sind auch dem Kalzitachat II entstehungsgeschichtlich nicht gleich, sondern sind jenen im Voll-Achat so häufigen Kalkspatausscheidungen gleichbedeutend, welche als Zwischenbildungen zwischen I. und II. Achat oft einen großen Umfang einnehmen. Ihr überschüssiges Ausfüllungswachstum in einem früheren Zeitraum hat hier wohl die Entstehung des Kalzitachats II unmöglich gemacht. Die Färbung dieser Kalzitkristalle ist, wo sie auftritt, sehr schwach; sie fehlt aber meist.

B. Bänderungsaufbau und mikroskopische Struktur.

a) Die erste Achatgeneration beim Kalzitachat.

Die erste, äußere Achatgeneration ist an allen Stücken nachweisbar; bei den beiden älteren Stücken ist ihre Struktur d. Jahresh. S. 40—41 beschrieben. Sonst zeigen sich, wie nicht selten beim Voll-Achat regellose Karbonatkriställchen, welche öfters umkristallisiert scheinen und meist nach innen eine richtige, schalig gebaute Achat-hülle haben; das ist bei 15 Stücken von den 22 vorliegenden der Fall. Bei mehreren Stücken liegt nur dichtfaseriger, schwach gebänderter Jaspis-artiger Chalzedon und bei einem wenigstens an der Innengrenze vor. Bei allen anderen Stücken handelt es sich auch beim Achat I um einen auch nach innen zu auch fein gebänderten Kalzitachat. (Taf. III, Fig. 4 Polarisationsbild mit 1 Nicol.)

Bei einem dieser Stücke ist längs einer der flachen Unterseite entsprechenden Ausbreitung über einer zersetzten dünnen kieseligen Rinde eine Zone zuerst dichten, nach oben größer kristallisierten Karbonats zu erwähnen, dessen Kristalloberflächen

von dem folgenden rötlichen Kalzitachat gut abgegosson werden (Taf. IV, Fig. 15), wie das auch hier an der gleichen Grenze bei der Fig. 12 S. 97 deutlich ist, obwohl es nicht gezeichnet werden konnte. Es ist dies auch hier, wie bei vielen Voll-Achaten ein Beweis, daß die Kalzitkruste die ältere Bildung ist und nicht etwa einer Ausfüllung eines umfangmäßig verlaufenden Schrumpfraumes entspricht.

Das gleiche Stück (Taf. IV Fig. 15) zeigt auch entsprechend der gleichen flacheren Unterseite im Innern des Kalzitachats I kleine Einschaltungen von Quarz (S. 145, Fig. 17a bis c), welche eine charakteristische Form einhalten; sie sind entstanden an den nach außen zurückspringenden Winkelscheiteln der bogigen Achatstruktur; ihr oberer (innerer) Abschluß entspricht aber nicht mehr dieser unteren (äußeren) Begrenzung, sondern hat eigene Formgebung, welche von der ersten ziemlich verschieden ist; es hat den Anschein, als ob die in diesen Winkeln inselartig angesammelte Substanz für sich radial emporgewachsen ist und die neuen Oberflächenunregelmäßigkeiten durch die darauf folgenden gesamtumfassenden Kalzitachatschalen ausgeebnet wurden. Von einer selbständigen Abhebung der inneren Lamelle von der äußeren (vgl. S. 41—42) kann hier gestaltlich nicht die Rede sein. Gelegentlich tritt auch statt Quarz Jaspis auf, der auf der unteren Mandelhälfte die erste, also aus zwei Schichten wie bei Fig. 14 (vgl. unten S. 120) bestehende Generation nach innen ziemlich regelmäßig und scharf abschließt. — Es zeigt sich dabei also der Beginn des Abschlusses des schwach gebänderten Kalzitachats I, der gleichmäßig dicht und undurchsichtig rosa gefärbt endet, gegen den Anfang des Kalzitachats II, der seinerseits mit einer weißlichen, fein gebänderten Zone beginnt, darüber mit Klarkalzit auch noch dunkelbraunroten Achatkalzit gegen die Quarzmittenfüllung folgen läßt. Auch ein weiteres Stück zeigt den dicken I. Achat mit einer gleichmäßigen Chalzedon-(Jaspis-)Lage abgeschlossen.

Überblickt man alle verschiedenartigen Ausbildungen, wobei auch noch die mikroskopischen Schilderungen auf S. 115 bis S. 125 zu vergleichen sind, so erscheint beim Kalzitachat der Achat I für sich sehr scharf ausgebildet und als selbständige Ausscheidung ausgeprägt; im später folgenden wird noch dargestellt, daß auch die zweite Generation des Kalzitachats sehr häufig ganz selbständig beginnt, so daß die Innenfläche des Achat I nicht einmal „Formfläche“ für die Schichtung der zweiten Generation genannt werden kann.

Hervorzuheben ist auch, daß die den I. Achat einleitende oft dichte graue Karbonatmasse, welche auch Grünerde- oder (?) Delessiteinsprengungen enthält und oft ein ganz ursprüngliches Aussehen hat, nicht wie in Fig. 12 S. 97 angenommen ist, an der Seite der stärksten Wölbung der Blase, sondern meistens an einer ganz flachen Unterseite der Blasenfüllungen liegt, welche ich hier in zahlreichen Fällen bei der Einsammlung aus dem Felsgestein auch tatsächlich schichtmäßig als Unter- oder Liegendfläche der Blasen erkennen konnte (vgl. Kap. O.). — Es sieht aus, als ob sich hier am „Boden“ der Blase — woselbst das Magma von der Gasspannung nicht oder wenig beeinflußt sich horizontal ausbreitete (s. unten) — nachdem sich erstlingsmäßige feine Karbonatausscheidungen an den Wänden gebildet hatten, welche an ihnen herunterbröckelten bzw. heruntertriefen, mit dem Erzeugnisse der ersten Wandersetzung ein Bodensatz ansammelte, worauf erst später die Kieselsäure etc. eindringen konnte. Nach dieser Erklärung wäre gerade Fig. 12 umgekehrt zu stellen und hätte sich das Karbonatgebrösel an schief nach unten zusammenlaufenden Trichter-

wänden angesammelt.¹⁾ Auch hierfür habe ich nachträglich eine Blasenfüllung mit der Spitze schief nach unten und mit gleicher Art der Wandauskleidung angesammelt.

Es ist jedoch auch mit allem Nachdruck hervorzuheben, daß eine solche graue Karbonatmasse auch ringsum ein selbständiger äußerer Bestandteil der ersten Generation darstellt; so besteht diese bei dem durch Textbild 14 in Linien-skizze durchschnittlich gezeichneten Stück aus einer äußeren grauen dichten Karbonatmasse mit Andeutungen von Lagerung und — wie bei dem oben besprochenen Stück — aus einem inneren lichtrosafarbenen, wohl Manganspat-haltigen Kalkspat, über (innerhalb) welchem erst die zweite Generation mit einzelnen halb-sphärolithischen Ausscheidungen ansetzt, wie bei Fig. 10 (vgl. S. 97). Beide Schicht-lagen keilen nach gewissen Stellen des unverletzten (!) Randes aus, an denen der Kalzitachat II an die Oberfläche tritt. Dieses Auskeilen ist eine gesetzmäßige Erscheinung schmäler und auch breit „septaler“ Unterbrechungen der eigentlichen Ring-Achatstruktur (d. Jahresh. S. 23—26), worüber unten noch ausführlich zunächst in Besprechung zu Taf. III Fig. 18 und Fig. 9, 10, 13, 14, 17, Taf. IV Fig. 1, 5, 6, 7, 10, 11 beim Kalzit- und Voll-Achat gesprochen wird.

Ein weiteres kleines Stück zeigt in der stark rot gefärbten gleichmäßig entwickelten ersten Generation eine Anzahl gewundener Grünerdeschalen, welche offenbar zuerst zwischen den Schichtungsanlagen des Achat-Kalzits regelmäßiger eingeschaltet gewesen sind und durch die Umwandlung der Uranlage zu einem Einheitskristall (vgl. unten) etwas in Unordnung geraten scheinen. Zersprengte Reste grüner Schichtschalen von Röhren kommen in Bruchstücken im Bodensatz der ersten Generation bei vielen sonst nur noch eine Kalzitausfüllung ohne Fein-quarz und ohne Mittenhohlungen zeigenden Mandeln vor (vgl. S. 140 oben).

Bei mehreren anderen Kalzitachatstücken fanden sich vom Boden aufragende klobigere stalaktitoide Gewächse, aus der Braunspatmasse des Bodensatzes bestehend, deren Kristallspezichen gegen die Generation II zum Teil mit einer dünnen Chalzedon-lage überkrustet sind; feinverzweigtere, wohl vor der Generation II in Eisenoxyd umgewandelte Gewächse sind dabei gelegentlich an der Decke zu sehen und zeigen die Form der Kiesel-Seladonitgewächse beim Voll-Achat. Häufig sind statt der Gewächse einfache Halbkugeln stengelig-faserigen Eisenoxyds, welche auch beim Voll-Achat dieser Fundstelle auftreten; ich glaube, daß es sich hier um Oxydations-pseudomorphosen nach Goethit handelt; solche erfüllen auch (s. unten) in der Nähe größerer Kalzitachatfüllungen kleinere Blasen vereinzelt ganz und gar.

Bei dem in Taf. IV Fig. 4 dargestellten Stück besteht das erste Boden- oder Randkarbonat wie gewöhnlich aus kleinen Rhomboedern, welche aber nicht ganz mit ihren freien Flächen bis an die überkleidende Chalzedonschicht heranreicht, sondern von einer schmalen schaligen Karbonatkruste überwachsen ist; diese Rindenschicht bildet kurze gewächsartige Verzweigungen mit kugeligen Endigungen, welche, ehe sie vom Kalzitachat I umwachsen werden, mit der gesamten übrigen

¹⁾ Es sei hier hervorgehoben, daß (vgl. unten) Stücke von Voll-Achat vorliegen, in welchen zweifellos stalaktitoide Karbonatverzweigungen von den Blasenwänden her von Bänderachat umwachsen sind, und so innerlich der Eindruck von Achatstalaktiten entsteht. Ich bemerke, daß diese ursprünglich karbonatischen Achsen allerdings nur selten erhalten blieben, wie sehr häufig die früheren Karbonatausscheidungen in Achatdrusen ausgelaugt wurden. — Es ist zu betonen, daß das gleiche, einseitig auf einer Bodenfläche gelegene, fast ungeschichtete oder nur schwach geschichtete Karbonatsediment auch recht häufig in Blasen auftritt, in welchen die Füllung aus reinem Kalzit, ebenso aus reinem Chalzedon-Jaspis und sogar aus Quarz besteht (vgl. unten).

bis dahin bestehenden Oberfläche von einer dünnen sehr einheitlichen Chalzedonhülle umgeben sind. Die Querschnitte der kugeligen Endigungen sehen aus wie Chalzedonsphärolithe mit einem Kalzit- oder Braunspatkern; öfter ist auch statt dessen dichtes Eisenerz oder auch Quarz; beide letztere Stoffe sind Folgen einer Umwandlung, welche allen Achaten gemeinsam ist, wobei die äußeren Karbonatausscheidungen teilweise der Auslaugung und Umwandlung verfallen und statt dessen geringe Brauneisenabsätze mit zurücktretendem Quarz auftreten (vgl. unten).

Bei einem anderen Stück sind die gleichen kugeligen Endigungsknöpfe um rings öfters fast freie letzte Braunspatrhomboeder einer nach außen dicht geschlossenen Kruste schön entwickelt. — Es ist hier in größerem Maßstabe schon mit der Lupe die Beobachtung zu machen, daß diese Rhomboeder zwar Innkörper der knopfartigen Umhüllung mit Kieselsäure sind, welche aber nicht eine passive Übrindung dieser Rhomboeder darstellt; die kugelige Oberfläche ist selbstständig gegenüber den Ecken der Kristalle; es ist auch eine mit der Kugelfläche kongruente Schichtlinie im Innern sichtbar, welche aber an den Grenzen dieser Kristalle in verschiedener Weise an- und abstößt (vgl. Textbild 18a u. b S. 145).

Es sieht eher aus, als ob Kieselsäure (welche hier ja auch nach innen zu von Kalzitachat gefolgt ist) in zähflüssiger Tropfenform sich um die Kristalle in freier Oberfläche der zweiten Generation gerundet habe und die Innenschichtlinie eine von dieser Oberfläche beeinflusste Ausscheidungsgrenze darstellt; irgend eine Möglichkeit, diese Erscheinung durch Diffusion von außen im Sinne LIESEGANGS zu erklären, besteht nicht. — Vielmehr erkennt man bei polarisiertem Licht, daß Schichtung und Faserung sich inniger auf sehr feine röhrenartige Gebilde, welche unregelmäßig limonitisch erfüllt sind, beziehen, welche weiter nichts als die beim Kalzitachat selteneren Verzweigungsgebilde des sogen. Moosachats darstellen. Diese Gebilde sitzen hier auf den Braunspat-Rhomboederchen fest und scheinen von ihnen auszugehen; unterhalb der nach außen dicht geschlossenen Rhomboederkruste kommen diese Gebilde nicht vor; sie sind also offenbar Letztbildungen und scheinen mit ihrer noch öfter bemerkbaren ganz feinen Quarzhülle die Kugelform beeinflußt zu haben. Sie können also nicht so erklärt werden, wie LIESEGANG den Moosachat erklären möchte (vgl. hierüber unten, Vollachataufbau unter d).

b) Halbsphärolithen am äußeren Umfang der zweiten Generation.

Die zwei ersten Fundstücke von Kalzitachat zeigen über einer äußeren Achathülle (I), wie in sehr vielen Fällen der gewöhnliche Voll-Achat (vgl. Fig. III, Fig. 4—6), zunächst an diese äußere Hülle ansetzende halbkugelige Ausscheidungen von kleinem Radius, welche oft weit voneinander getrennt auftreten; sie sind ziemlich wohlgeschichtet und es ergibt sich, daß diese Gebilde rasch vor dem Beginn jener ununterbrochen ringsum laufenden Achatbildung eine endgültige Form und Innenfestigung erhalten haben müssen. Besonders bei dem Stück in Fig. 12 zeigt sich nun, daß entweder der Kern in größerem Umfang oder gewisse Zwischenlagen, auch diskordant aufgesetzte sphärolithische Teilschalen in Mondsichelform mit noch geringerem Radius aus reinem klaren Kalzit bestehen.

Es weist das darauf hin, daß sich zuerst ein sphärolithisch begrenzter Kern von Karbonat bildet und um diesen herum nun der Kalzitachat sich legt; da dieser aber keine ausgesprochene Radialstruktur hat, so muß diese wenigstens in Ansätzen dem reinen Karbonat eigen gewesen sein. Es läßt dies folgern, daß auch die Bildung des Kalzitachats derart erfolgt, daß innerhalb der Anlage der Schichten das Kar-

bonat sich zuerst in einer solchen feinfaserigen Form ausscheidet, welche die Neigung hat, bald zu einem einheitlichen Kalzitkristall sich zusammenzuschließen.

Hierbei ist hervorzuheben, daß die Halbkugelbildungen bei dem Stück der Fig. 12 mehr am Boden (?) und in der Nähe des Septums auftreten, bei dem zu Fig. 10 mehr im höheren Gewölbe in der Umgebung der Einschnürung, sohin auch in jener der Röhrensepten zugleich. Wenn nun dazu in Betracht gezogen wird, daß hier die Schichtung weiter fortgeschritten ist, als im nächst inneren geschichteten Teil, der innerlich von einer auch durch reineren Kalzit eingenommenen ungeschichteten Zwischenzone liegt, so spricht dies dafür, daß diese äußeren sphärolithischen Entstehungen von einer Unterbrechung oder Änderung in dem Aufbau gefolgt sind; hierbei wird man nun auch an ähnliche Achatausscheidungen mit kugeligter Oberfläche erinnert, welche an tatsächliche radiale Hohlräume im Voll-Achat sich anschließen und einer ganz gleichen Entstehungszeit im Aufbau angehören, wozu ich auf S. 85 Fig. 8—9 und Taf. III Fig. 9 bzw. Fig. 12 verweise. (Rings freie Chalzedonsphärolithe vgl. unten S. 131 in Kalzitachat und bei verschiedenen Stücken des Voll-Achats).

Auch die neuen Funde zeigen in einzelnen Stücken diese Halbsphärolithen über dem Kalzitachat I (vgl. S. 97, Fig. 14); besonders ein hervorragend erhaltenes Stück (Taf. IV Fig. 1) in länglicher (von oben nach unten) zusammengedrückter Form zeigt sie auffällig oben und unten in dichter Aneinanderreihung und sehr ausgesprochener Schichtung, deren Einzelheiten unten (S. 115—118) gegeben werden (vgl. Taf. IV, Fig. 6, 7, 14). Einzelne haben im Innern auch keine Schichtung. Gegen die hier in einer (horizontalen?) größten Ebenenregion der ellipsoidischen Gestalt liegenden Septalröhrchen hin (vgl. d. J. S. 23—26) sind die Halbsphärolithe völlig und breit unterbrochen und keilen an einer Seite die Lamellen gegen diese Unterbrechung hin aus, woselbst sich auch wie in Fig. 12 S. 97 im Achat I eine dichte kristallinische körnige Masse befindet (hier vielleicht irrig — s. S. 100 — nach oben gestellt!). — Bei mehreren anderen Stücken zeigen sich aber diese Halbsphärolithen an der einer Bodenverflachung (mit Bodenabsätzen) entgegengesetzten gewölbten Seite der Blasenwand, gleichsam als ob hier Neigung zu stalaktitoiden Entwicklungsanlagen vorläge, welche vielleicht durch die Beteiligung der Karbonatlösung etwas erhöht ist (vgl. S. 101¹); bei Fig. 14 ist das Gegenteil der Fall. Solche halbkugelige Achatwachsungen finden sich beim Achat I nicht selten um Spitzen von Kalzitkristallen.

Bei zwei Stücken, bei welchen das eine etwas stärker pigmentiert ist, das andere in der Außenzone der II. Generation Eisenkarbonat enthält (S. 123), findet sich in den Halbkugeln etwas klarer Kalzit und radial gestrecktes Eisenpigment von etwas klobigerer Form, welches wenigstens andeutet, daß hier radiales Gefüge bei der Anlage mitbestimmend gewesen ist.

Es erweist sich auch hier, wie bei den Voll-Achaten, daß diese sphärolithoiden Erstausscheidungen durchaus nicht immer auf den älteren Rundungen aufsitzen, sondern oft in den Winkeln zwischen ihnen, wie dies auch bei den Voll-Achaten deutlich ist, besonders in ganz kleinen Ansätzen. Etwas ähnliches liegt aber auch z. B. in einem Kalzit-Aragonitgängen von Friedelhausen in der Rheinpfalz vor, woselbst über einem älteren Kalzit der Aragonit zum Teil in sphärolithischer Struktur beginnt, deren Kerne gerade in den Vertiefungen der Kalzitoberfläche sich einnisteten, als ob hier die Lösung zuerst stockte und in das Maß der Übersättigung gelange, daß es zu raschwachsenden feinfaserigen Konkretionen käme, deren Winkel erst in weiterem Wachstum ausgeglichen wurde. Jedenfalls kann diese Wachstumsart als eine Anfangsform nach einer Unterbrechung gelten, was hin-

sichtlich der Deutung von I. und II. Achat von Wichtigkeit ist. Ich erinnere, daß dies wohl die Bildungen sind, deren Mittelpunkte R. E. LIESEGANG beim Voll-Achat: Infiltrationspunkte für die Diffusion der Eisensalze nennt. — Ich habe oben bei Besprechung der kugeligen Knöpfe bei der Innengrenze der ersten Generation darauf hingewiesen, daß hier an einer Fläche, welche mit Recht als eine lange Zeit freie Oberfläche gelten kann, die Kieselsäure zu zähflüssiger Tropfenform um die frei vorragenden Karbonathomboeder sich gerundet haben könne und daß diese Rundung Formfläche für die Innenschichtung wurde. Vermutlich zähflüssige Beschaffenheit mag auch die erste Ansammlung und Ausfällung der Kieselsäure der Voll-Achate beim Beginn der zweiten Generation gehabt haben beim Kalzitachat bzw. das Gelgemisch, welches diese Ausfällung bildete.

Es sei hierbei daran erinnert, daß anthrakonitische Stromatolithen (vgl. Geogn. Jahresh. 1902 XV. S. 268), oolithoide Sintergewächse mit schaligem Aufbau und häufig noch erhaltenem feinfaserigem Kleingefüge sehr oft mit Erhaltung des rundschaligen Bruchs doch so einheitlich kristallisieren, daß sie eine gleichartige, einheitlich rhomboedrische Spaltbarkeit aufweisen. Das Verhalten ist so ähnlich dem Kalzitachat, daß man auch hier eine ältere konzentrische Schalung und radialfaseriges Kleingefüge annehmen möchte, welches am ehesten zu einem einheitlichen Kristallindividuum überleiten konnte, besonders wenn man an eine labile Kalkkarbonat-Abart denkt, welche wie der Vaterit meist Sphärolithe bildet und leicht in Kalzit übergeht.

c) Struktur der Schichtung (Taf. III Fig. 5—7).

Die Schichtung zeigt bei beiden Ausgangsstücken S. 97 Fig. 10, 12 innerlich von jener Zone mit halbkugeligen Ausscheidungen schon im äußeren Umfang die feingezogenen Scheidungslinien, nach welchen aber nach innen zu eine viel schärfere Ablösung erfolgt. Die mikroskopische Untersuchung der Schichtung der äußeren (wie sehr häufig beim Achat) weniger scharf gebänderten Zone einschließlich der sphärolithoiden Gebilde zeigt nun die wichtige Tatsache, daß in diesem Kalzitachat die „Schichtung“ darin besteht, daß Bänder, in denen die Quarzkörnchen dichter gedrängt lagern, mit solchen wechseln, in welchen sie weniger dicht ausgestreut sind; auch bei starker Vergrößerung erkennt man, daß die Körnchen zwar gleichmäßig, aber, wie sie keine ausgesprochene Kristallform haben, auch nicht kristallographisch einheitlich geordnet sind. Man sieht hierbei deutlich, daß jedes Band mit einer lichterem Körnchenansammlung beginnt und einer dichteren, welche nach innen zu etwas schärfer absetzt, endet. Wie in der Ausscheidungsgröße der sehr kleinen, schon deutlich doppelbrechenden Quarzkörnchen (S. 29 u. 42 d. Jahresh.) eine Urform der Kieselsäureausscheidung gegeben ist, so erscheint hiermit auch die Schichtung in einem Anfangszustand erhalten. Es liegen daselbst noch keine Fugen vor; man sieht aber Übergänge hierzu in einer Verschmälerung der lichten Zone und durch verdichtete Körnchenausscheidung auf dem äußeren Anfangsring eines jeden Bandes. — Die Fugen würden vielleicht dann dadurch entstanden sein, daß nach genügender Ausfällung ein stärkerer Zusammenschluß der noch weniger dichten Randteile durch Kohäsion eintrat; wo indessen die Ausfällungen rascher nacheinander vor sich gingen, konnten auch benachbarte Bänder nicht mehr getrennt bleiben (d. h. die Kohäsion wirkte im Sinne der Verschmelzung); wo sie weniger dicht waren, konnten auch kleine Zwischenräume entstehen, wie auch in den Winkelscheitellücken, welche ebenfalls in jenem Anfangszustand der Schichtung ihre Vorstufen finden, wobei sich dreieckige Räume mit lichterem Körnchensetzung zeigen. —

Bemerkenswert ist, daß die Halbsphärolithe genau das gleiche erkennen lassen, aber in der Schichtfugung ausgeprägter sind, wie die nächst innere Schichtungszone.

Daß die Fugentrennungen im Achat II nach innen zu oft viel schärfer sind wie außen, weist wohl darauf, daß im Verlauf der Entstehung des ganzen Aufbaus die Lösung nach innen gezogen wurde und die Ausfällungen hier vollständiger vor sich gehen konnten, wie auch, daß von außen her die Anfangs- und Übergangsstufe durch eine rasch darnach einsetzende Kalzitisierung gehemmt und abgeschlossen wurde. Ich glaube nicht, daß diese selbst an dem Vorgang beteiligt ist, da das Wesentliche dieses Unterschieds auch beim Voll-Achat zu beobachten ist. Daß bei den sphärolithoiden Halbkugeln die Schichtung ausgeprägter ist als in dem nächst inneren Bereich, weist auf eine vorher abgeschlossene Eigenentstehung in dieser älteren Zone des Achat II hin.

In diesem Jahreshefte S. 40 wurde auf das Vorhandensein des eigenartigen Winkelscheitellücken in den Fugen des Kalzitachats, welche allerdings mikroskopisch klein sind, aufmerksam gemacht; sie wurden S. 30 als Anlagerungsanzeichen und S. 41 bis 42 als Anzeichen radialer Zusammenziehung gedeutet — es kann sich um beide zugleich handeln —. Diese Scheitellücken sind in den aufeinanderfolgenden Fugen ziemlich gleich (vgl. Fig. 3 Taf. III), an welche Erscheinung dann auch die öfter daneben deutliche, auch mikroskopische Öffnung der Fugen selbst anzuschließen wäre;¹⁾ es ist hierzu zu bemerken, daß beide Erscheinungen in den inneren etwas kieselsäurereicheren, gleichmäßiger dichten Lagen auffälliger ist, also dieser Zunahme zugeschrieben werden könnte. Dies würde auch im Vorhinein nahelegen, daß die Fugen in Trennungsanlagen schon vorgebildet gewesen sein mußten, also wohl Anlagerungsfugen waren, wie dies das mikroskopische Bild auch kennzeichnet S. 104. — Der Kalzitisierung dieses Stadiums der Achatbildung wäre es zu verdanken, daß es erhalten ist. Ich habe derartiges bei dem fertigen, ausgewachsenen Chalzedon-Achat (Voll-Achat) nicht beobachtet. Weiteres findet sich im Kapitel E. über Klarkalzit.

Für die d. J. S. 40 erwähnten Scheitellücken (Taf. III Fig. 3) in dem inneren Bereich ist auch die Gesetzmäßigkeit noch hervorzuheben, daß der stärker eingeknickte Rand je der äußeren Schicht sehr scharf begrenzt ist, während der weniger scharf gebogene mehr gerundet entgegenstehende Rand der nächst inneren Schicht bei aller Dichte der Körnelung doch der scharfen Abgrenzung, man möchte sagen, der Oberflächenhaut entbehrt; diese nur mikroskopische Polarität ist indessen wichtig (vgl. hierzu noch S. 127).

d) Klare Kalziteinsprengungen (zum Teil Doppelspat) und Beziehungen zum Aufbau.

Wir erwähnten schon, daß in den ersten halbsphärolithischen Ansätzen des Achataufbaus Einschaltungen von durchsichtigem Kalzit auftreten, welche auf radial-faserige bzw. rundschalige Anlagen des Raumgefüges hinweise, was auch wohl für den Kalzitachat überhaupt gelte. — In dem Stück, welches durch die Querschnittsskizze Fig. 11 S. 97 vor Augen geführt ist, zeigen sich aber in der äußeren Hälfte des Aufbaus Einschaltungen, welche dieses morphologische Kennzeichen weniger deutlich haben; es hat vielmehr den Anschein, daß der innen folgende Kalzitachat in seiner Bänderung öfter an diesem Kalzit abstößt (Taf. III Fig. 5), als sich in gleichsinnigem Schalenaufbau mit ihm anlegt. — Was hat nun dieser Klarkalzit für eine Bedeutung? Er tritt auf in einer

¹⁾ Ich schließe hiervon ausdrücklich die unbedeutende Erscheinung aus, daß in der Nähe dieser Biegungsstellen auch kleine Zerreißen in den Fugen und von da aus in dem Schichtkörper stattgefunden haben, welche weniger im Gelzustand als späterhin zur Zeit der Kalzitumwandlungen entstanden sein können (vgl. hierzu unten Kapitel F. über die Bedeutung des Klarkalzits).

Zone gegenüber einer Zuspitzung der Blasenform, woselbst im ersten Achat eine starke Braunspatausscheidung als Anfangsbildung über Seladonit eine Zurundung der inneren Resthöhle bewirkte, wie dies bei ähnlicher Ausbildung der Blasenform für den Enhydros oben dargelegt wurde. Gleichzeitig endet daneben aber auch ein „Septalraum“, welche wir (vgl. d. Jahresh. S. 23) als Folge einer mangelnden SiO_2 -Lösungszufuhr im Wachstumsradius erklärten und über deren Beziehung zu benachbarten Kalzitausscheidungen wir unten noch Näheres bringen werden. An einem Abbruchstück, welches in Fig. 12 nicht dargestellt ist, zeigt sich, daß diese Septalröhre in der Fortsetzung in etwas größerer Länge neben durchsichtigem Kalzit liegt, der unmittelbar auf verschmälertem I. Achat aufsitzt; es scheint also hier wieder mangelnde Lösungszufuhr in Bezug auf Kieselsäure angedeutet zu sein. Dann könnte diese durchsichtige Kalzitausscheidung eine Zwischenbildung während des Aufbaus zwischen I. und II. Achat im älteren Kalzitachat darstellen.

Die mikroskopische Untersuchung aber zeigt nun, daß dieser Klarkalzit nach beiden Seiten Übergänge (Taf. III Fig. 7—8) zu dem Kalzitachat besitzt. — In einer mittleren Zone ist er vollständig klar; hier sind nur zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse auffällig, welche in flächenhafter zügiger Verbreitung Richtungen einhalten, von welchen vereinzelt der späteren Spaltbarkeit nur ungefähr entsprechen, aber auch schief zu ihr verlaufen, an einzelnen Stellen auch in parabelartigen Linien in breiteren Abständen, die einzelnen jedoch mit größerem Parameter hintereinander angeordnet sind.

Diese im allgemeinen rundlichen Flüssigkeitseinschlüsse haben aber gar nicht selten ganz rhombisch eckige, sehr häufig mehr annähernd eckige Begrenzungen; nicht selten ist bei größeren Blasen das Auslaufen in zarte Spitzen, welche oft in einer Richtung verlängert sind, oft aber auch nach verschiedenen Richtungen, welche stumpfe Winkel bilden, ästig verzogen scheinen; die Ecken gegen die Flüssigkeitsräume erscheinen aber in allen Fällen zugerundet. Nahezu alle diese Flüssigkeitseinschlüsse, selbst sehr kleine, zeigen nun Gasbläschen; da der völlige Abschluß dieser Flüssigkeitsreste mit Kristallhöhlen-artiger Umgrenzung durch Kalzit außer Zweifel stellt, daß hier nach Abschnürung noch Kalk aus Lösung lediglich als Fortsetzung des Kristallisationsvorgangs ausgeschieden wurde, so konnte hierbei Kohlensäure als Gas frei werden.

Wenn nun zwar hierdurch nahe gelegt wird, daß der Kristallisationsvorgang ein genügend langsamer war, um Flüssigkeitsreste zu umwachsen, so ist doch andererseits kein Zweifel, daß auf diese im Sinne einer Gestaltung gewirkt wurde. Derartige nicht ohne Bewegungsvorgänge denkbare Erscheinungen sehe ich auch an den Grenzen des Kalzits gegen den Kalzitachat; man bemerkt hier (Taf. III Fig. 6—8) nicht nur die Einzelkörnchen wie zerstäubt in einem fein dendritischen Netz auseinandergezogen, sondern auch öfter die schon angelegten Schichten, soweit sie noch wenig gebunden waren, in zwei sich etwa stumpfwinklig kreuzenden Richtungen in kleinen Schmitzen unscharf zerteilt, zerschlitzt und unregelmäßig verästelt sowie zerfasert. Man wird an gewisse Kalzitausscheidungen in Tonen, bei ganz unvollkommenem Tutengefüge erinnert; manche der Zerschlitzungen sehen richtig aus, als ob sie unregelmäßig rhombisch begrenzt wären. — Derartige Wirkungen sind aber nur an den Stellen zu beobachten, wo durch den vermutlichen Lösungsverzug je nach innen die Quarzausfällung nicht die gehörige Dichte hatte; das trifft für die äußere und innere Umgebung der reinen Kalziteinschaltung in der Außenzone zu, wo eben

auch die Schichtung, wie beschrieben, noch in einer Anfangsstufe erhalten ist, gleichwie für die Einzelschichten.

Andere Störungserscheinungen liegen aber auf der Innenseite des durchsichtigen Kalzits, sie sehen aus wie Ablösungen einzelner nur schwach gefesteter Schichten und (Taf. III Fig. 8) von kleinen Teilen von Schichtverbänden und wie Nachbrüche über einem Hohlraum bzw. über inneren weniger dichten, sehr nachgiebigen Ausscheidungen. Es kann sich auch sehr wohl um den Stabilitätsunterschied zwischen einer im Beginn der Ausfällungen befindlichen, sehr viscosen, gallertigen Masse und einer dünnflüssigeren handeln. Dabei wäre zuerst an die Schwere als Ursache der Abreißung zu denken; es müßte dann die Mandel so gestellt gewesen sein, wie es die Zeichnung Fig. 11 zeigt, d. h. die breite und flache Seite müßte Unterseite, die spitze die Oberseite sein.¹⁾ Dafür würde auch die höchst auffällige Zweiseitigkeit im inneren Aufbau, wie sie auch für manche Uruguay-Achate mit ganz ähnlicher Form und Orientierung von oben nach unten gilt (vgl. indessen oben S. 97 Erkl. und S. 100), angeführt werden können.

Es ist aber nicht an allen Stellen so, daß nach außen (unten) weniger dichte Lösung (oder gar ein Hohlraum) bestanden hätte; ein Schliff (Taf. III Fig. 5) zeigt sehr deutlich, daß der innere Kalzitachat sich auch mit einer halbkugeligen Anfangs(?)bildung, wie wir sie auch für die äußere erste Anlagerung an dem I. Achat vorhin beschrieben haben, an eine geradlinige Kristallfläche anlegt; es sieht aus, als ob es ein schon völlig abgeschlossen gehärteter Kristall war, der hier die feste Unterlage bot; auffällig ist nun, daß dieses „Kristall“stück in seiner einen Hälfte klar ist, in der anderen Hälfte jedoch schon Kieselsäurekörnchen einschließt, welche von der Seite herangedrängt sind und zwar an einer Stelle, woselbst eine zapfenartige Vorrangung des äußeren Faserchalzedon eine Verbindung zwischen älteren und jüngeren Ausscheidungsstufen herstellt; der Kristall böte also selbst einen Übergang zu Kalzitachat?

Der Kristall müßte also als klarer Kristallisationskern in einer Karbonatlösung entstanden sein und hätte später nach der Seite wachsend noch ausgefällte Kieselsäure einverleibt; es wäre das also ein Kristallwachstum, welches in seinen Ansätzen jener Kalkspatgeneration angehörte, welche den I. Achat beschließt, wie dies für die Enhydros S. 85 festgestellt wurde, wofür wir auch unten Näheres bei unseren rheinischen Achaten ausführlich feststellen können. Es ist indessen auch eine andere, vielleicht einfachere Deutung für diesen Klarkalzit möglich (vgl. Kap. F. S. 125—126).

Von Wichtigkeit ist hervorzuheben, daß die so rein erscheinende Kalziteinschaltung tatsächlich auch Doppelspat ist; alle Flüssigkeitseinschlüsse zeigen bei einfachem Licht doppelte und gleichheitlich einseitig verschobene Umrißlinien, welche sofort verschwinden, wenn man den unteren Nicol einschaltet.

Es ist hier noch der Frage näher zu treten, was die verschiedenartige durch das Korngefüge des abgesetzten „Ur“quarzes deutlich werdende Auseinanderreißung in der Nähe der Doppelspatausfällungen eigentlich schließen läßt. Wenn wir, wohl

¹⁾ Leider habe ich mir bei der Einsammlung die Lage dieser Mandel von Kalzitachat im Gestein nicht gemerkt; von zwei anderen Achatstücken derselben Örtlichkeit und fast der gleichen Form weiß ich sicher, daß sie so „hochkantig“ gestellt waren; über die umgekehrte Stellungsmöglichkeit wurde schon oben nach neueren Fundstücken sowie nach Beobachtungen der Lage selbst Vermutungen geäußert; darnach käme die „Schwere“ als Ursache der Zerreißung nicht in Betracht

ohne große Anfechtung zu erwarten, annehmen, daß eine Karbonatmodifikation vor der einheitlichen Kristalldurchbildung vorgelegen habe, welche nicht Kalzit war, sondern zunächst etwa Gallerte oder Vaterit,¹⁾ so wäre zu folgern, daß eine solche Umwandlung zu Kalzit keine Verdrängungserscheinungen hervorgebracht haben kann, da diese Stoffe geringere Dichte haben als Kalzit, daß man eher denken könnte, es mußte eine Kontraktion erfolgen, was besonders anzunehmen wäre, wenn gallertiges Kalkkarbonat die Voraussetzung gebildet hätte. Der Zerreißungsvorgang könnte aber auch anders aufgefaßt werden, nicht als Verdrängung durch Ausdehnung, sondern als Verzerrung durch Schnelligkeit der Auskristallisation. Das wäre vielleicht dadurch zu erklären, daß noch kolloide Substanz im Innern des Kalzitachats, wie dies durch F. VETTER nahegelegt ist, die Umwandlung des Vaterits verzögerte, während an den Rändern gegen den durchsichtigen Kalzit, wie überhaupt in dieser ganzen Zone, alle Kieselsäurereste nach innen gezogen sind, daher ein Unterschied in der Kristallisationsgeschwindigkeit vorliegen kann; gegen Abschluß der Doppelspatbildung wäre auch eine Beschleunigung daraus zu ersehen, daß Scheidewand-artige flächenhafte Züge von Flüssigkeitseinschlüssen scharenweise von der Kristallisation umschlossen wurden, was auf ein Skelettwachstum, wenigstens auf einen rascheren endgültigen Ergänzungszusammenschluß der letzten Skelettlücken und -fugen hindeuten kann. — Es wäre damit auch eine Vorstellung gegeben, daß hier lediglich reinste, konzentrierte Karbonatlösung von außen eindrang und lang andauernde Zeit ein gleichmäßiger Zustand des Lösungsnachschubs für eine Kalzitbildung gegeben war, was uns für später zu besprechende Tatsachen wichtig ist. — Man ziehe aber hierzu S. 125 u. f. noch die unten gegebenen Ausführungen herbei, welche nach weiteren Voraussetzungen endgültigere Schlüsse über Kontraktion mit begleitenden Auflösungsvorgängen enthalten.

e) Färbungen im Kalzitachat.

Es wurde schon betont, daß eine ursprüngliche Form der Schichtbildung vorliege ohne Pigmentanteilnahme, weiter daß überhaupt die Färbung hier sehr gering ist. Es ist zu entscheiden, ob letzteres etwas Ursprüngliches ist oder durch spätere „Enteisenung“ geschaffen wurde. Es unterliegt keinem Zweifel, daß, wie schon LIESEGANG vermutet, die helle Färbung sehr vieler Voll-Achate erst nachträglich hervorgebracht und ursprünglich vorhandenes Oxyd wieder entführt wurde; ein auch notwendig zu fordernder Zusammenhang mit tatsächlichen anderen Erscheinungen hat bewiesen, daß dieser Vorgang mit einer gesteigerten Lösungs- und Wiederausfällungsperiode zusammenhängt, welche „orogenetisch-thermal“ auch z. B. die benachbarten Erzgänge betroffen hat und unter allen Umständen ein späterer Vorgang ist, der im Achat unter beschränkter Quarznachbildung auch den umfänglich eingeschlossenen Kalzit meist fortgeführt, selten sehr unregelmäßig umkristallisiert hat, wie ich dies auch für den peripheren Braunspat in Taf. IV Fig. 1 u. 4 als sicher annehme. Die Tatsachen sprechen aber nicht dafür, daß beim Kalzitachat ein den Kalzit doch in den meisten Fällen auflösender Entfärbungsvorgang eingetreten sein könne; auch andere äußere Anzeichen eines Eisenumsatzes fehlen. — Es wäre noch die Frage mikroskopisch zu prüfen, ob dieser pigmentarme Zustand ein ursprünglicher gewesen sein kann.

¹⁾ Ich ziehe zunächst die ganz labilen Modifikationen von Kalkkarbonat in Betracht, deren Umwandlung in Kalzit nur geringere Formenänderung mit sich bringen mußte, als dies z. B. beim Aragonit vorauszusetzen wäre.

a) Das bis auf einzelne scharf begrenzte Zwischenbänder von etwas hellerer Farbe gleichmäßig schwach-rötliche Kalzitachat-Stück (Fig. 10 S. 97) (zum Schliff gewählt ist eine Stelle mit sphärolithoiden Gebilden im Umfang).

Äußerer Kalzitachat-Bereich, bestehend aus lagenartigem Kalzitachat (I. Generation) mit sphärolithoiden Gebilden (II. Generation), Taf. III Fig. 4; ersterer ist schwach mit unregelmäßigen sekundären Kalzitäderchen durchsetzt; an einzelnen Stellen zeigen sich auch hier mehrere scharf umgrenzte Stellen, welche andere Achsenorientierung haben als die Gesamtmasse, was zwar wie primär aussieht, aber auch als nachträglich zugegeben werden kann. — Es zeigen sich hier drei Bänder sehr kleiner Pigmentkörnchen, welche seitlich in ganz gleichmäßiger Achatkörnelung mit sehr großer Kleinheit und Feinheit des Streifens beginnen, nach der Mitte der Streifen an Dicke und Stärke der Körnchen zunehmen, was auch in radialer Richtung gilt; es läßt sich gerade erkennen, daß die Ansammlung der Achat-schichtung angehört. Das sieht sehr ursprünglich aus und die Anzeichen werden dadurch gestützt, daß sowohl die erwähnte verschiedene Achsenorientierung als auch die erwähnten reinen Kalzitpältchen diese Pigmentzüge wie ältere Gebilde durchsetzen und überkreuzen. — Es ist an und für sich klar, daß auch die verschiedene Achsenorientierung in der Kristallmasse das ältere Bestehen des Pigmentzugs voraussetzt, sei sie nun primär oder sekundär; die ausgenommene Stelle müßte auch nicht durch Lösung und Wiederausscheidung sekundär geworden sein, sondern konnte z. B. als Folge von Druckumwerfung in Zwillingstellung gekommen sein.

Wenn nun die tatsächlich durch sekundäre Wirkungen mitgenommene äußere Zone noch so primäres Verhalten des Pigments aufweist, wie es nur gedacht und beobachtet werden kann, so dürfte an eine Umwandlung desselben im Innern der Blasenfüllung um so weniger gedacht werden.

Der innere Kalzitachat (II. Generation) beginnt jenseits des Bereichs der deutlich geschichteten Halbsphärolithoiden zuerst mit einer schmalen ungeschichteten Zone, an deren Innengrenze sich ohne eigentliche Ordnung, aber doch in einem ziemlich gleichmäßig hereinreichenden, etwa 0,75 mm breiten Band (mit Ansätzen einer zweiten innerhalb davon) eine Anreicherung größeren, oft fast kugeligen Pigments mit kleinerem gemischt einstellt; die kleinsten sind hier von der Größe der stärkeren der Außenzone, wenn auch die Dichte der Ansammlung der Außenzone bei weitem nicht vorliegt; eine gewisse Anreicherung gegen die weiter folgende Innenzone ist hier unverkennbar; in letzterer sind aber die Körnchen durchgängig in weiteren Abständen ziemlich gleichmäßig verteilt, daß der Gesamteindruck auf das unbewaffnete oder mit der Lupe sehende Auge der einer einheitlichen licht rötlichen Färbung ist.¹⁾

Im allgemeinen sind diese Körnchen rundlich, jedoch aber bemerkbar radial (Taf. III Fig. 2) verlängert; eine sehr beachtenswerte Gestalt nehmen sie aber an, wenn sie in den Schichtlinien sitzen, sei es, daß diese Schichtlinien dicht geschlossen sind, sei es, daß eine schmale Kalzitfuge vorliegt:

„sie sitzen in einer gerade bemerkbar größeren Anreicherung als im Schicht-
„innern mit einer scharfen Bodenabplattung als Grundfläche auf der Oberfläche je

¹⁾ Da unter dem Mikroskop diese Färbung nicht mehr sichtbar ist, so muß sie auf die hier dunkelbraunrot auffallenden Körnchen gesetzt werden; eine feinere Pigmentierung zeigt sich auch nicht unter größter Vergrößerung. Nur einzelne scharf begrenzte Schichten sind, wie bemerkt, von etwas hellerer Farbe.

„einer nächst äußeren Schicht und ragen mit der Spitze eines ganz flachen Kegels oder „mit dem verdickten Knopf statt der Spitze in die nächstfolgende Schicht hinein; „wenn die Fuge bei der Herstellung des Dünnschliffs sich lockerte, dann hebt sich „(Taf. III Fig. 2—3) mit der oberen Schicht ein größerer Kegelmantel gelegentlich von „einem kleineren ab, der fest auf der unteren äußeren Schicht sitzt.“

Von der Schichtablösungsfläche aus gesehen läßt sich erkennen, daß diese Scheibchen jene verhältnismäßig viel dichter besetzen, als man dem Querschnittsbild nach erwarten möchte; auch die Gleichmäßigkeit der Verteilung ist ziemlich groß. Es zeigt sich auch, daß sie im Flachschnitt völlig kreisrund sind, einen dichteren Glaskopf-artigen Kern haben; daneben kommen wohl viel seltener viel kleinere, hellgelb glänzende Kristallgruppen und Schüppchen vor, welche ihren Anlauffarben und ihrer Undurchsichtigkeit nach nur Markasit sein können; sie sitzen auch mit völlig frisch glänzender Oberfläche unmittelbar neben den Pigmentkörnchen, wie sie auch nahe der Schichtgrenzen im Kalzitachat selbst nebeneinander auftreten; es ist ausgeschlossen, daß das Eisenoxydpigment der Schichtfläche, das zudem auch etwas von radialem Gefüge erkennen läßt, etwa aus dem Kies entstanden ist.

Auch bei stärkster Vergrößerung erkennt man im Querschnitt, daß die Grundfläche der Scheibchen sehr scharf begrenzt ist, wie die Oberflächenlinie der nächst äußeren Schicht, daß aber der Kegelmantel unregelmäßiger ist durch schwache zapfig-faserige Fortsetzungen, wie solche überhaupt die eiförmigen Pigmentkörnchen im Innern zeigen; es könnten das Anzeichen einer nicht abgeschlossenen und ausgeglätteten Fortwachsung, aber auch einer Oberflächenschrumpfung sein, das läßt sich hier nicht entscheiden. Man könnte denken, daß die niedrige Kegelform dadurch verursacht sei, daß an Stelle einer vorhandenen Schichtlinie- oder -fuge die Fortwachsung nach innen und oben durch die Liegendfläche der nächstfolgenden Schicht beschränkt war; nun zeigt aber diese die geringste Dichtigkeit je des gesamten Schichtkörpers, in dessen Innern unmittelbar über der einen Grenzlinie, ebenso wie unter der anderen die Pigmentkörper eiförmig sind. Der erwähnte Gegensatz in Form und Schalen- aufbau beweist eine außerordentlich verschiedene Art der Entstehung beider Gestalten. Auch ohne auf die Tatsache Bezug zu nehmen, daß derartige kleine Kügelchen oder Kegeln sehr häufig auf der feinen Oberfläche von Quarz und Kalzitkristallen der Mittenhöhlung der Achate aufsitzen und nicht selten von der Grundfläche her noch von dem fortwachsenden Kristall mehr und weniger stark umwachsen werden, läßt dies alles wohl die Folgerung zu, daß die Pigmentkörnchen, soweit sie an den Fugenlinien sitzen, von der unteren Oberfläche einseitig nach oben gewachsen sind, während die im Innern der Schichten zusammengewachsenen rundlich radial verlängert gestaltet sind und eher das Bild allseitig wachsender Konkretionen bieten (vgl. unten für den Voll-Achat!).

Was nun die eiförmige Gestalt der Körnchen im Innern der Schichtkörper betrifft, so findet sie sich auch bei den erst beschriebenen Pigmentstreifen im I. Achat in noch mehr verschmälterter Form der dichtgedrängten Einzelteilchen; diese Gestaltung kann etwa dadurch erklärt werden, daß bei einem radialen Lösungsdurchzug das Wachstum als auch die Zusammenballung der Gelausfällungen hiedurch genetisch und mechanisch beeinflußt wurden. Diese Wirkungen fielen natürlich für eine Ausscheidung an einer freien oder schon für sich etwas gehärteten Oberfläche aus; hier konnte eine nur durchaus entgegengesetzte Formgebung stattfinden, wie solche die Kegelscheibchen zeigen.

b) Das weißlich gefärbte Fundstück von Kalzitachat (Textbild 12)

Hier zeigt sich wohl die bei dem ersten Stück zu beachtende gleichmäßige Körnchenausstreuung; sie ist vorhanden, aber in so großen Abständen, daß sie keine Gesamtfarbe erzeugt; mehr Pigment ist nur an einer Stelle zu sehen und zwar ziemlich gehäuft in einem schon mit bloßem Auge zu erkennenden kleinen Zug in der Mitte der als Unterseite angesehenen Breitseite (Fig. 12), an der Grenze zwischen der stärksten Dicke des klaren Doppelspat-Kalzits und dem inneren Kalzitachat; es könnte hier als nahe gelegt gedacht werden, daß an dessen Innenseite selbstverständlich radial vordringende Entfärbung trotz der Nähe der äußeren Oberfläche nicht wirken konnte. Die Verteilung der übrigen Körnchen durch den ganzen Kalzitachat läßt aber nicht erkennen, daß eine Verminderung des Pigments von außen nach innen von dem weniger geschützten Umfang her stattgefunden hätte.

Das Mikroskop zeigt nun hier eine Anhäufung kleinster Eisenoxydkörnchen in wenigen dünn mit Feinquarz bestreuten Zwischenbändern der Schichtungsanlage und zwar einerseits mehr in den Anfangsstadien der Schichten, wie andererseits gleichzeitig auch an der Grenze gegen die Doppelspateinschaltung, welche Stelle bei dem ersten Stück mit ungeschichtetem Kalzitachat auch größere Körnchen in etwas stärkerer Anhäufung enthält. — Die Anordnung und Kleinheit der Körnchen, der Zuwachs an Menge und Größe von der Seite nach der Mitte der einzelnen Streifen scheint so regelmäßig ursprüngliche Anlage zu kennzeichnen, daß an einen Enteisungsrest, wie man derartiges bei Voll-Achat kennt, hier nicht zu denken ist.

Die übrigen im innern Kalzitachat verteilten Körnchen sind sehr viel größer, zeigen nicht die oben erwähnten Besonderheiten, weiter auch keine Beziehung zu der Zusammensetzung des Kalzitachats im großen und kleinen. Das ist zu betonen, daß sie auch nichts anzeigen, was etwa auf eine sekundäre Vergrößerung oder auf eine Fortführung nach der Kalzitisierung deuten könnte. — Man könnte nur den Eindruck vertreten, daß jene örtliche Anhäufung an der Innengrenze von Doppelspat und an dieser Stelle auf eine Verdrängung oder einen erhöhten Abzug des Pigmentsalzes nach innen zu hinweisen konnte.

Das darf aber wohl entnommen werden, daß die Pigmentanhäufung hier nicht Ursache der Schichtung ist, sondern daß die ausgesprochene Kugelform hinweist auf die bei dem ersterwähnten Beispiel festgestellte Ausscheidung im Innern der Schichten, was hier auch in etwas höherem Maß den Anfang der Schichtbildung und zwar nur einzelne besondere Stellen in ihrem Bereich kennzeichnet. (Vgl. hierzu auch S. 128 unten.)

Eine stärkere Ansammlung von mit der Lupe zu erkennenden größeren Eisenkörnchen findet sich in den schärfer ausgeprägten Fugen der Kalzitachat-Schichten der Septalröhrenfüllung, was eine gewisse Vergleichbarkeit mit den ersterwähnten Schichtfugenkörnchen darstellt. Leider konnte das Bruchstück aus anderen Gründen nicht zur Herstellung eines Dünnschliffs verbraucht werden.

Die Unterschiede gegen das erstbeschriebene Stück bestehen darin: im ersten Achat keine Bänder, sondern wenig zahlreiche zerstreute Körnchen, in der Innenzone des II. Achats geringeres Pigment durchgängig in Kugelform ohne radiale Verlängerung, keine Kegelformen an den Schichtgrenzen (der innerste Bereich fehlt leider), dagegen Glaskopf-ähnliche Kügelchen in ähnlicher Verteilung wie innen; an einzelnen Stellen der Außenzone zunächst und randlich der reinen Kalziteinschaltung vereinzelte lagenartige Pigmentanhäufungen recht kleiner, hie und da unregelmäßiger kugeligter Körnchen.

Die Unterschiede lassen sich auf geringere Eisenoxydpigment-bildende Lösungszufuhr zurückführen, welche einerseits schwächere Färbungen verursacht, andererseits auch ein radiales Längenwachstum nicht begünstigt; die einzigen Ansammlungen von Eisenoxyd sind in gewissen undichten Zwischenzonen außen liegender Schichtung zugleich neben auch an SiO_2 -Ausscheidungen freien oder armen Einschaltungen bemerkbar.

Die neuen Stücke zeigen hinsichtlich der Färbung ein sehr bemerkbares Übergewicht der wie elfenbeinweißen Kalzitachte; nur drei sind viel stärker gefärbt (vgl. unten über Klarkalzit etc.), vier lichter rötlich, die übrigen alle weiß. Trotzdem fehlt in letzteren das Pigment nicht, beim Zerreiben zu Pulver stellt sich häufig eine lichtrötliche Tönung ein. Im Charakter der Pigmentbildung ist nichts wichtiges zu bemerken; die Körnchen sind meist rundlich bis verlängert; bei einem auch in der sehr regelmäßig und dicht gestellten Schichtung ausgezeichneten Stück zeigen sich auch, wie oben, regelmäßig und reichlich die Pigmentscheibchen in den scharfen zum Teil durch Verwitterung fugenartig erweiterten Grenzlinien neben dem gewöhnlichen Pigment. — Manche Stücke lassen auch im Dünnschliff kein Pigment erkennen, außer im Achat I, soweit er von Feinquarzkalzit gebildet ist.

C. Zustand des Kieselsäuregels.

Die morphologisch wie endgültig und abgeschlossen aussehende, mit leichter völliger Schichtablösbarkeit verbundene feinste Bänderung des Kalzitachats kann einen Teilzustand anzeigen, der den Schichtungsanlagen auch aller echten Voll-Achate ursprünglich ist. — Da ist nun hervorzuheben, daß die Anteilnahme der Kieselsäure an dem Mischmineral nach Dr. SCHWAGERS Analyse nur rund 20% beträgt.¹⁾ Wir versuchen darauf einige Folgerungen zu gründen.

Es gelte als Voraussetzung, daß die Bänderungs-(Schichtungs-)anlage der Kieselsäureausfällung angehört, daß diese verhältnismäßig geringe Mengen die Strukturmerkmale in völliger Ausprägung enthalten haben und daß in diesem Zustand keine Raumveränderung (Volumenänderung) eingetreten sei. Weiter sei zu einer Erörterung des etwaigen Zustands des Kieselsäuregels im Hinblick auf den gewöhnlichen Achat die mit dem Gesagten zusammenhängende vorläufige Annahme gemacht, daß im Kalzitachat die Kieselsäureausfällung zuerst stattfand und das Karbonat erst nachträglich hinzugekommen sei.

Da nun das spez. Gewicht der beiden Mineralteilhaber mit 2,677 und 2,653 annähernd gleich ist, so darf ausgesprochen werden, daß auch die Raumeinnahme und Raumverteilung beider Stoffe sich den Gewichtsanteilen ungefähr entsprechend verhält, d. h. daß der Raum, den das Karbonat im Kalzitachat beansprucht, ungefähr viermal so groß ist, wie der, den die quarzige Substanz einnimmt. — Nimmt man nun, wogegen nicht viel einzuwenden ist, an, daß aller ursprüngliche Kieselsäuregehalt in Lösung oder als Gel voll in den körneligen Quarz des Kalzitachats hinüber-

¹⁾ Der Einschluß der Kieselsäure (einschließlich Tonerde) beträgt bei den kristallisierten Mergelkalken und Tutenmergeln (vgl. Geogn. Jahresh. XV 1902/03 S. 214) 8,5 bis 18,5%, bei den feinfaserig kristallisierenden Seesinterkalken (Stromatolithen) 10—13%; in beiden Fällen zeigt sich eine quere Bänderung, welche auch zu konvexschaligem Bruch neben dem spätig-faserigen Bruch nach dem Kristallisationsverhalten des Karbonatanteils Anlaß gibt.

gegangen ist, so erhält man eine gewisse Schätzung für das Verhalten der Lösung vor Eindringen des Karbonats; es können z. B. 80% Wasser oder Wasser mit CO_2 zur allmählichen Aufnahme von Kalkkarbonat vorausgesetzt werden. Nach den Feststellungen über die Beschaffenheit des Kieselsäuregels nach VAN BEMMELEN (vgl. ZSIGMONDY, Kolloidchemie 1912 S. 150) würde ein Gel mit 20% SiO_2 und 80% H_2O (20 bis 10 Mol. H_2O auf 1 Mol. SiO_2) zwischen dem „ziemlich steifen“ und „bröckelig werdenden“ Zustand liegen. Dies würde mit dem Verhalten des Kalzitachats stimmen, in welchem eine Kieselgallerte trotz der Möglichkeit, 80% andere Substanz in sich aufzunehmen, schon als völlig formbeständig und durch die Aufnahme als nicht mehr wesentlich verändert betrachtet werden muß.

Man kann auch andererseits berechnen, wie viel Molek. H_2O auf 1 Molek. SiO_2 dem Verhältnis von 20% SiO_2 und 80% CaCO_3 den Gewichtsgrundlagen nach entsprechen würden; man kommt hierbei auf 6 Molek. H_2O für 1 Molek. SiO_2 ; dies würde nach den Tabellen VAN BEMMELENS einen noch wasserärmeren Zustand des Kieselsäuregels darstellen, indem es scheinbar trocken zu feinem Pulver zerreiblich wäre. Gleichzeitig würde das Gel sehr nahe dem sogen. „Umschlagspunkt“ (1—3 Molek. H_2O auf 1 SiO_2) stehen, unterhalb welchem kein weiterer Wasserentzug eine Volumänderung mehr hervorbringen könnte! Etwas Derartiges wäre ja eigentlich für alle Achatstrukturen anzunehmen, denn es zeigen sich ja z. B. nirgends erhebliche oder deutlich merkbare Zusammenziehungen der Masse nach dem Zeitpunkt der Entstehung jeder Bänderung, am wenigsten beim Voll-Achat. Diese Bänderung mußte daher entstanden sein in den letzten Stadien vor dem „Umschlag“, wobei aber zu bemerken ist, daß das trockene Gel nach ZSIGMONDY S. 163 kein kolloidales Eisenoxyd aufnimmt, sondern solches auf seiner Oberfläche ansammelt. — Es würde dies für die Entstehung der Bänderung durch Anlagerung von Einzelschichten sprechen, auf deren Oberfläche beim Kalzitachat (ebenso wie wir sehen werden beim Voll-Achat) die Kegelscheibchen von Eisenoxyd sich wie an einer freien Oberfläche festsetzen konnten. — Dieses trockene Gel würde aber kristalloide Lösungen durchlassen, auch kristalloide Kieselsäure, welche dann zum Teil durchgelassen würde und auf der Innenseite austretend zum Kolloid würde, wobei sich ein ganz regelmäßiger „Rhythmus“ einstellen könnte, in welchen auch die Pigmentanhäufungen eine natürliche Stelle finden könnten.

Diese sich stützenden Schätzungen lassen folgern, daß Kieselsäure nach ihrer Ausflockung, in trocken gelartigen Zustand formbeständig, dennoch anderen, besonders kristalloiden Lösungen einen sehr starken Durchlaß gewähren kann, seien es nun Kalkkarbonatlösungen, sei es — insbesondere nach Ausfällung von ersten Kristallanlagen — gelöster Kieselsäure selbst, welche beim Voll-Achat erst später die 80% Zwischenräume in faseriger Auskristallisation nachfüllen und dessen dichtere Chalzedonlagen schaffen konnten.

Dies läßt natürlich keinen Rückschluß zu über die ganz ursprüngliche Form der Kieselsäure im Achat, ob kristalloide (vgl. ZSIGMONDY l. c. S. 148) oder kolloide Lösung und in welcher Konzentration sie angenommen werden muß. Bekannt ist, daß schon verdünnte Kieselsäurelösung durch CO_2 oder durch Spuren von Natriumkarbonat sofort als Gallerte gefällt wird (vgl. v. RICHTER, Anorg. Chemie 1895 S. 269).

Der letztere Fall liegt um so näher, als wir bei der Bildung des Kalzitachats bei so reichlicher Einwanderung von Kalkkarbonat in dem Wassergehalt des Kieselsäuregels auch die Kohlensäure voraussetzen haben, wie die Annahme ihres Vorhandenseins und ihrer Einwirkung überhaupt greifbar nahe liegt.

Die mögliche Entstehung des ausnahmsweise auftretenden „Kalzitachats“ könnte also darin gesehen werden, daß, während sonst in die erste äußerste Achatülle Karbonatlösung eindringt und in von der Kieselsäure getrennten Kristallen im Falle rascherer Ansaugung nach innen (vgl. d. Jahresh. S. 19 u. 36) auswächst und später sonst nur Kieselsäure als Nachschub vordringt, beim Kalzitachat letztere irgendwie in Rückstand bleibt und auch in späteren Stadien ständig reichlich Karbonatlösung eindringt. Das Vorkommen von Kalzitachat ist auch an eine Örtlichkeit gebunden, woselbst im Grenzmelaphyr in größerer Häufigkeit (abgesehen von einer dünnen äußersten Zone) die gesamte Füllung der Blasen von Kalzit gebildet wird.

Nicht so fernliegend ist, daß bei der Ausfällung des Kieselsäuregels aus verdünnter Lösung überhaupt und stets Kohlensäure eine gewisse Rolle spielt.

Wir haben uns im Verlaufe der Erörterungen (vgl. dieses Jahresh. S. 28) vorgestellt, daß wirkliche kristalloide Lösung bei der Entstehung der Achatstruktur mitwirkt; es ist bekannt aus mehreren Versuchsfällen, daß Kieselsäure erst aus kristalloider Lösung in die kolloidale übergeht; es sind also Übergangs- und Mischungsstufen denkbar. Beim Nachschub der Lösung zur Verdichtung der ersten Strukturanlage (s. oben) wird da, wo das Kolloid vorwiegt, das Kristalloid durchgelassen; so konnten Wechselschichten entstehen aus den Opal genäherten Zonen, und solche aus Chalzedon und dem reinen Quarz genäherten (Quarzin und Quarz).

Im allgemeinen ist noch hervorzuheben, daß 20% Kieselsäure, welche ein so gleichartiges Ausfällungserzeugnis im Kalzitachat darbietet, bei künstlicher Bildung von Kieselsäuregel sehr hochprozentig ist; schon 14%ige Lösungen sind hochgradig instabil und werden durch Einleiten von CO_2 zur Koagulation gebracht; es läßt sich daraus vermuten, daß beim Achat keine störenden Umstände die Gleichmäßigkeit der Anreicherung hindern durften und daß die noch große Instabilität bei hohen Wärmegraden vielleicht gleich aus dem Hydrosol zur raschen gleichmäßigen Gesamtausfällung der kleinsten Feinquarzkörnchen (wahrscheinlich noch Chalzedon) führte.¹⁾

Im Voll-Achat könnte dann die Kieselsäure aus verdünnterer Lösung bei rascherem Zuzug durchs Gestein möglicherweise durch die gleichen, vielleicht auch nur in geringeren Mengen vorhandenen Ausfällungsursachen, aber langsamer ausgefällt worden sein.

Die Anlagen von Quarzlamellen könnten sich da bilden, wo der Übergang in kolloidale Lösung länger gehindert wird, wo kein Anlaß vorliegt zu allseitiger und rascher Fällung, wo sich also im Innern (Innenwand) der Blasenöhhlung (oder Füllungsöhhlung) reichlicheres Lösungsmittel angehäuft haben und ausflockende Temperaturwirkung äußerst vermindert sein kann, also in mehr und minder scharfen Zwischenzeiten des Zuzugs. Solche Einwirkungen, daran darf festgehalten werden, gehen aber immer vom chemischen und physikalischen Zustand des Innenraumes aus; hier an der Grenze nach innen geschieht der Ausschlag, wozu wir im Nachstehenden noch weitere Beiträge zu liefern haben. Für Quarz darf auch Temperaturabnahme als Ursache angenommen werden (vgl. KÖNIGSBERGER, Centralbl. f. Min. 1906 S. 370, dessen Untersuchungsergebnisse in umfassendem Maße mit den gefundenen Tatsachen und gezogenen Folgerungen erst nach Abschluß dieser Untersuchungen vielleicht noch in diesem Jahresh. verarbeitet werden müssen).

¹⁾ Es ist hier hervorzuheben, daß diese hier angestellten Erörterungen weiter unten nach neueren Untersuchungsergebnissen wesentliche Ergänzungen erhalten werden.

Die hier vertretene Anschauung der Anlage der Schichtung durch die Ausfüllung des Feinquarzes hat ihre morphologische Stütze in einem Zufallspräparat bei der chemischen Untersuchung einer Chalzedonpseudomorphose nach Pyrit aus einem Achat von Oberkirchen (Weiselberg) erster Generation (vgl. unten). Es war ein schwach gelblich gefärbter Würfel, der mit Flußsäure aufgeschlossen und dessen sehr schwacher Rückstand nochmals durch Schwefelsäure aufgenommen wurde. Bei der Verdampfung bildeten sich in der Urschale jene beim Eindampfen von Lösungen so bekannten absätzigen Ringe. Diese bestehen hier in einem nach innen, d. h. nach der zurückweichenden Lösung zu gerichteten schärferen Rand, bestehend aus größeren Körnchen, welche nach der Außenseite an Größe abnehmen und, wenn auch dichter gesetzt, allmählich und unscharf zu einer an Ausfällungen freien Zwischenzone überleiten, worauf wieder dieselbe Folge beginnt; die Körnchen sind so klein, daß die größten gerade eben quadratisch-kubische Kristallgestalt erkennen lassen und lebhaftere Polarisationsfarben zeigen, während die kleinsten ganz mattes Licht haben. — An Stellen, wo Fremdkörper — Fasern — eingeschlossen sind, treten öfters Verschmelzungen der sich einander nähernden Linienzüge an; hier an den Fremdkörpern hält sich das Lösungsmittel länger; es sind gleichsam septale Einschaltungen. Die morphologischen Ähnlichkeiten mit der Kalzitachatstruktur sind im allgemeinen sehr groß. — Auch ist an einer Stelle deutlich, daß quer durch die gesamte Ausscheidung hindurch auch keine breiteren Bänder der beschriebenen Art entwickelt sind, sondern nur Einzelreihen von Körnchen, welche selbst wieder nach innen zu in eine ordnungslose Setzung von Körnchen an einer anderen Stelle übergehen.

D. Einzelbeschreibung wichtiger Stücke von Kalzitachat.

Eine nachträgliche Einsammlung zeigt wie die beiden (S. 40—42 d. Jahresh.) erstbeschriebenen Stücke die „Schichtung“ in höherer und geringerer Schärfe der Ausbildung; es ist dies wie bei den Vollachaten, es wechseln Funde mit sehr feiner Bänderung und solche, in welchen keine solche, vielmehr eine einheitliche Masse zwischen dem Außenrand und der Mittenhohlung vorzuliegen scheint. Dabei machen die Proben mit letzterem Anschein durchaus nicht den Eindruck etwa einer Verwitterung oder nur mineralischen Umsetzung, erstere macht öfters die Schichtung erst deutlich, wenn sie vorhanden ist, letztere beeinflußt die Einheitlichkeit des Einheitskristalls, als welcher sich stets die Kalzitachatfüllung erweist; auch mikroskopisch zeigt sich im Verhalten des Kalzits, des Kornes und der Verteilung des Fein-(oder Vor-)quarzes nichts was auf Umwandlungsvorgänge hinweisen würde, ebenso spielt die Färbung keine Rolle dabei; stark braunrote und gleichmäßig gefärbte Stücke sind ebenso schwach geschichtet oder ungeschichtet wie ganz weiße, elfenbeinartig gefärbte. — Zur Kenntnis des Kleinstaufbaus sind zu den obigen Darstellungen noch bemerkenswerte Nachträge möglich, wobei zunächst nur die Beobachtungen mitgeteilt werden, welche an gut ausgeprägter Schichtung gemacht wurden.

1. Ein hervorragend schönes Stück (Taf. IV Fig. 1) stellt eine flachelliptische Mandel dar, mit einer einseitig gelegenen, etwas kantigen Zuschärfung in der größten Ebene, wie dies oft zu beobachten und offenbar Folge einer Druckerscheinung ist bei zurückgebliebener Erhärtung auf der Längsseite des Bodens (vgl. unt. S. 144). a) Der Achat I (als Kalzitachat) ist unscharf gebändert, außen dicht braunrot, innen weißlich; die Färbung besteht unter dem Mikroskop in einer dichten Setzung feinsten, strahlig etwas verlängerter Erzkörnchen; die Schichtfugung ist im inneren weißlichen Teil des Achat I

besser ausgeprägt als im pigmentierten; b) es zeigt sich hier schon auch, daß der innere Rand der einzelnen Schicht schärfer ist wie der folgende Außenrand der nächstinneren Schicht, besonders schön an einer „Scheitellücke“ mit Kalzit zu sehen.

Ganz unverkennbar deutlich ist hier in diesen inneren Schichten des Achat I eine quere Faserstruktur; diese Fasern haben indessen kein eignes optisches Gepräge, die Masse ist Kalzit, der über die ganze Schlifffläche hin einheitlich auslösch und hell wird; die Faserung besteht lediglich in einem dicht gestellten, streng radialstreifigen Anordnungs- und Ansammlungswechsel der kryptokristallinen Bestandteile des Fein- oder Vorquarzes im Kalzitachat; sie ist demgemäß nicht scharf, aber immerhin sehr bemerkbar deutlich in dem sonst sehr gleichmäßigen und einheitlichen Gemengkristall.

Der Achat II beginnt mit einer Reihe nahezu rings um das Ganze verlaufenden, mit ihren inneren Schichten zusammenlaufenden Halbsphärolithoiden von ausgezeichneter Schichtungsschärfe, welche schon unter der Lupe durch ein nach innen scharfes feines Grenzband hervorgehoben ist; ihre Mittelpunkte liegen durchaus nicht alle auf der Grenze von Achat I, sondern zum Teil sogar über ihr.¹⁾ Die Hauptmasse der Schichten besteht aus Feinquarz-Kalzit, das schärfer abgrenzende Bändchen aber ist eine nach dem Mittelraum des Sphärolithgefüges öfters bei nicht radialem Schnitt nur unscharf angewachsen scheinende Schale von feinfaserigem, dichtem Chalzedon. Diese Schalen lassen sich mit Säure bloßlegen und von der Fläche betrachten; die einzelnen Faserindividuen sind also im Faserquerschnitt unregelmäßig verlängert und durch Verzäpfung und Verzinkung dicht ineinandergeschlossen. Diese Chalzedonabschlüsse der einzelnen Kalksphärolithoide werden in Richtung nach dem Mittelraum der Mandel zu dünner und fehlen bei den übrigen Schichten in etwa zwei Drittel des Halbmessers, ungefähr von der Stelle an, wo die Winkelkerben zwischen den Halbsphärolithen sich ausgleichen und die Schichten sich strecken; sie werden auch schwächer in dem Maße als die Schichten dicker werden. — Hervorzuheben ist, daß da, wo die sphärolithischen Gebilde groß scheinen, d. h. im medialen Schnitt getroffen sind, die zahlreicher auftretenden inneren Schalenschichten, seien sie nun wie öfter sehr scharf liniert bzw. fugig abgesetzt oder nicht, der Chalzedonverschalung entbehren, daß diese letztere daher ebenso an Dicke nach außen wie nach innen abnimmt, wie dies auch gleich von einem anderen Stück erwähnt wird. — Die Schärfe der Absetzung der Schichten ist daher nicht durch den schaligen Quarzabschluß bedingt, sondern gehört dem Kalk-Quarzabsatz an. — Andeutungen von einem faserigen Ansammlungswechsel des Feinquarzes in den Kalzitachatschichten II habe ich hier nicht bemerkt.

Im Gegensatz zu der scharfen Abschlußbegrenzung dieser äußeren Ringzone ist der Neubeginn der nächstinneren Schicht unscharf und hier zeigt sich wieder, was ein früher beschriebenes Stück kennzeichnet: 1. die Ausfällung von Quarz ist in diesem Anfangsteil gering; 2. der reichere und breitere Anteil an Kalzit läßt die Schicht hier heller erscheinen; dies ist besonders auf der gewölbten Seite der ungleich dicken Mandel der Fall. — Auf dieser Seite zeigen sich auch nach innen von der Gegend, woselbst sich die Sphäroidschichten strecken und die scharfen Winkel ausgleichen, dickere Einschaltungen von Klarkalzit. Während nun die vorher erwähnten Schichtlinien breit gerundet sind, haben die nächsten Schichten scharf-

¹⁾ Das scheint ein selbständiges freies ooid-sphärolithisches Wachstum wenigstens für die Anfangszeit einzelner der Halbsphärolithe zu beweisen, in welcher Hinsicht auf das vereinzelt Vorkommen von rings freien Sphärolithen im Kalzitachat (S. 131) hingewiesen sei.

eckige Begrenzungen. Diese Zuspitzungen und Knicke setzen sich nach der mit Quarz erfüllten Mittenhöhlung zu fort, als ob hier die Schichten an Stelle der breiten Rundung nach der Blasenmitte zu in Gesamtheit geknickt wären. Der Klarkalzit dieser Zone ist nun nicht gleichmäßig klar, schon die Lupe zeigt gegen die Spitzen hin, d. h. gegen den Abschluß der zugehörigen Kalzitachatschicht, schief quer gespannte spinnwebartige Fasern von Feinquarzzügen in der Form, wie wir sie oben S. 106 für Taf. III Fig. 7—8 in etwas dichterem Anordnung gekennzeichnet haben; das bestätigt auch das Mikroskop. Es setzt hier von außen her mit dem Beginn jeder Schicht bei geringerer Feinquarzausfällung (Kap. F.) und stärkerem Kalzit auch die Klarkalzitbildung ein, welche stets mit einer Auseinanderreißung und Zerstäubung des Feinquarzes in halb regelmäßig bis unregelmäßig scheinenden welligen Zügen verbunden ist (Taf. IV Fig. 2). — Hier treten also besonders in der einen Schicht deutliche Aufbiegungen der einzelnen Schichten nach innen zu in wechselnden Knickungsformen auf. Auch zeigt sich hier (Fig. 3) deutlich das Verlaufen schwächer werdender Feinquarzsichten in den Klarkalzit, gelegentlich auch eine Aufreißung und Abbiegung einer Schicht nach innen diesseits eines Winkelscheitels, jenseits welches die Folge eine nahe zu dichte geblieben ist (Taf. IV Fig. 3); in den nach innen folgenden Schichten findet das gleiche, aber in viel geringerem Maße statt; es besteht aber nicht der Eindruck, als ob durch das ins äußerste getriebene Maß der Umordnung besonders in der äußeren Schicht eine räumliche Zusammendrängung der nächst inneren erfolgt wäre. — Nur eines ist hervorzuheben: während die Schichtung des Kalzitachats nicht scharf gefügt aber deutlich ausgeprägt ist, erscheint die Quarzbegrenzung der Mittenhöhlung außerordentlich scharf und hierbei ist zu bemerken, daß die Ecken und Winkel dieser völlig unberührt erscheinenden Quarzfällung nicht ganz so scharf den Ecken und Winkeln der Schichtung entsprechen, wie es sonst stets der Fall ist; es hat den Anschein, als ob kleine seitliche Verschiebungen stattgefunden hätten und als ob hierbei auch an der Grenze beider im Winkelraum eine größere Faltungslücke entstanden wäre, welche sich dann mit einem ganz dicken Eisenoxydkorn ausgefüllt hat, wie solche Ausscheidungen auch auf den Quarzspitzen als Letztbildungen aufsitzen. Anzeichen solcher seitlichen Verschiebungen zeigt auch ein Dünnschliff Taf. IV Fig. 4. — Voraussetzung hiezu wäre, daß die Quarzfällung in der Mitte schon völlig fest war, ehe die Wirkung der zu einem Einkristallgefüge führenden Umkristallisation stattfand; das halte ich für ebenso sicher, wie daß die Chalzedonfaseräume in der Sphäroidhülle schon vorhanden waren, zum mindesten ehe die Kalzit-Umkristallisation stattfand. Von nach innen zu deutlichen Wirkungen seitlichen Drucks in Knickungen ist hier nichts zu bemerken, man sieht hier bei bester Erhaltung der breiten Wölbung nur radiale Abhebungen (Fig. 3) von immerhin bemerkenswerter Größe; diese Wölbungen waren offenbar geschützt durch die schon in gewissem Umfang wenn nicht ganz eingetretenen Erhärtungen wie bei der Mittenhöhlung. Deswegen ist aber nicht anzunehmen, daß die darauf folgenden Knickungen in im eigentlichen Sinne plastischen Schichten vor sich gegangen wären, wie man dies auch unter dem Mikroskop bei schwacher Vergrößerung meinen könnte. Bei starker Vergrößerung sieht man sehr wohl, daß stark gebogene Teilstücke der Knickungen innerlich aufgerissen und bruchartig aufgelöst sind (vgl. hierzu Taf. IV Fig. 2).

Weiter ist zu bemerken, daß auch in diesem Stück das Einkristallgefüge nach einheitlicher Spaltbarkeit noch den Achat I einschließt. Es ist hiermit freilich nicht

gesagt, daß der Kristallisationsvorgang ein gleichzeitiger war; die Kristallisation eines Kalzitachats I kann auch als ältere für die Orientierung des Kalzitachats II maßgebend gewesen sein, abgesehen davon, daß eine gleichheitliche radialfaserige Vorstufe allein für sich eine spätere einkristallische Umkristallisation hervorrufen muß. Nachzutragen ist noch, daß der Klarkalzit ebenso Doppelspat ist und ebenso Züge von Flüssigkeitseinschlüssen mit Bläschen enthält, wie oben S. 106—107 erwähnt wurde. Zwei Septalröhrenscheiden sind zu bemerken, welche sich auch in der Nähe der Gleicherebene größten Durchmessers halten; sie sind durch den Schnitt nicht in ihrer Mitte getroffen, lassen aber eine erste Verschalung mit Achatkalzit erkennen, in welchem und in dessen Nähe sich auch hier das Pigment anhäuft, das im Achat II hier, ausgenommen in weit zerstreuten länglich rundlichen Körnchen, im Gegensatz zur Außenzone des Achat I fast fehlt. — Diese Verteilung des Pigments läßt ganz ursprüngliche Verhältnisse annehmen.

Die hauptsächlichste Pigmentansammlung in der Septalröhrengend ist besonders auf der zugeschärften Seite der Blase (links) stärker, woselbst auch der Achat I eine Gruppe älterer radialfaseriger Kugeln von Hämatit umhüllt, welche in der Außenhülle der Kalzitachate noch öfter beobachtet wurden und erwähnt werden.¹⁾

Wenn diese Seite der Mandel für das Pigment bevorzugt scheint, so ist die entgegengesetzte Breitseite die des Klarkalzits; auch bei einzelnen anderen Stücken zeigt sich eine ähnlich zu deutende Zweiseitigkeit, welche aber bei einem Fundstück auch auf oben (Klarkalzit) und unten festgelegt ist, wobei die an Eisen reichere Seite zugleich die Seite der älteren Karbonat-Blasensedimente zu sein scheint (Kap. F).

Eine zweifellose, beide Kalzitachatzonen einheitlich ergreifende Kalkspat-Umkristallisation aus einer primitiven Form des Kalkabsatzes hat stattgefunden, welche sich zwar in unregelmäßigem Auftreten und Maße aber durchgehends in allen Schichten in gleicher Weise, in jeder Schicht an einem äußeren weniger Feinquarz haltenden, nach außen weniger scharf begrenzten Ringstreifen stärker als in dem hierin dichteren inneren und nach innen scharf abgesetzten Ringstreifen der Schicht, am stärksten außen und zwar innerlich des Sphäroidringbands äußerte. Es sind hierbei sichtlich Auseinandertreibungen des Feinquarzzusammenhalts im Innern der Schichten und vermittelnd auch zwischen den Schichten eingetreten und zwar in dem Zwischenraum zwischen den mit häutigen Quarzschalen schon wie gepanzerten Sphäroidringband und der innersten Mittenquarzfüllung, in welchem Zwischenraum schwache Verschiebungsbewegungen noch möglich waren, auch Lüpfungen stattfinden konnten, welche sich gleichzeitig mit Kalzit bzw. Pigment ausfüllen konnten. — Die stärkste derartige Wirkung konnte unmittelbar außerhalb des Sphäroidringbands stattfinden, in der Übergangszone der zwei verschiedenen anzunehmenden Urkrümmungen des Schichtaufbaus, woselbst Spannungen nach verschiedenen Seiten wirkten oder wirken konnten!

2. Die Strukturschilderung eines zweiten sehr wichtigen Stückes folge unmittelbar hier; es handelt sich um ein besser ausgebildetes Stück Kalzitachat aus dem in Gestein und Lagerform der vorhergehenden reichen Fundorte sehr verschiedenen Intrusionstholeyit von Oberhausen (vgl. Geogn. Jahresh. 1905 S. 137 Taf. II Fig. 10 und Erl. z. Bl. Donnersberg), woselbst weniger gut erhaltene und

¹⁾ Diese Roteisenkugeln finden sich auch im Vollachat dieser Gegend vor zwischen dem Gestein und dem Chalzedon I, z. B. an einem Stück vom Gangelsberg, woselbst die ganze zweite Generation über den Chalzedon I (in ganz gewöhnlicher Entwicklung) durch eine einheitliche normale Amethystmittenfüllung ersetzt ist. Die Kugeln sind wohl Umwandlungen aus Goethit.

kleinere Fundstücke zahlreicher sind. Achat I und Achat II sind deutlich getrennt, ein Sphäroidringband in äußerer Zone mit Chalzedon ist schon mit der Lupe erkenntlich, eine innen scharf begrenzte Schichtung, welche einen damit verbundenen Mineralwechsel an der Grenze vermuten läßt und eine nicht ganz geschlossene Mittenfüllung aus kleineren Quarzkristallen ist gut sichtbar, in welche von der Seite her ein wohl erhaltener großer Kalzit hereinragt, der auf dem Achat I aufsitzt und gegen dessen Wurzelfläche hin die Schichten des Achat II — wie dies unten für Taf. IV Fig. 6 u. 7 vom Kalzitachat und für Fig. 9—14 der Tafel III vom Voll-Achat ausführlich beschrieben ist — auskeilen — das ist das Bild unter schwacher Lupenvergrößerung (vgl. Übersichtsbild in Taf. IV Fig. 5).

Der mikroskopische Befund ist folgender: Der Achat I besteht außen aus einem schmalen Band feinschuppigen Delessits, dann aus sehr feinem Kalzit und Faserchalzedon mit einem feinschichtigen Abschluß, an welchen die Schichten des darauffliegenden Sphäroidringbands der zweiten Generation abstoßen bzw. quer aufsitzen; die darauf nach innen folgende regelmäßiger gestreckte Schichtung der zweiten Generation, welche zum Teil am Stück an zwei Stellen in Klarkalzit übergeht, hat folgendes sehr Bemerkenswerte: α) Die Schichten haben wie bei 1. (S. 116) erst einen zu-, dann nach innen wieder abnehmenden, im einfachen Lichte ganz glashellen Schalenabschluß mit Faserchalzedon, der auch nach außen an Dicke zunimmt — scheinbar auf Kosten des Kalzit-Feinquarzkörpers der Schicht, als ob ein Ersatz stattgefunden hätte; dies wiederholt sich in einem Strich, der quer durch alle Schichten hindurchsetzt und der auch auf der Gegenseite deutlich ist; diese „Chalzedonfazies“, die einen Teil der Schichten betrifft, ist gegen eine starke quere und seitliche Verengung des Blasenraums hin gewendet und offenbar hierdurch ebenso verursacht, wie eine auf der äußeren Gegenseite befindliche dickere Quarzeinschaltung über dem Sphäroidringband hier ihr Ende erreicht. — Die Faserindividuen sind sehr regelmäßig strahlig, wie bei dem Stück zu Fig. 1, kurz und dick und ebenso spitzzapfig und im Querschnitt zackig miteinander fest verwachsen, wie dies oben für 1. geschildert ist. Die ältesten Schichten sind wie bei dem angeführten Stücke Taf. IV Fig. 1 außerordentlich feinschichtig und scharf abgesetzt; die dunklen Trennungs„fugen“, wie man sie auch ohne Vorhandensein eigentlicher Ablösungsräume nennen kann, erscheinen bei schiefem Anschliff etwas breiter; es handelt sich nicht etwa um dunkle Einschaltungen zwischen den Kalzit-Quarzkörpern.

β) Der Feinquarz-Kalzit ist bei auffallendem Licht milchig weiß ohne jedes Pigment, unter dem Mikroskop bei einfachem Lichte ebenmäßig lichtgrau und löscht zwischen \times Nic. ziemlich gleichmäßig durch die ganze Blasenfüllung hindurch aus. Bei stärkerer Vergrößerung erkennt man im einfachen Lichte in dem scheinbar gleichbleibenden Grauweiß, welches der Kalzitachat auch bei recht dünnen Schliffen noch zeigt, eine regelmäßige, dunkle Querstreifung, welche auch hier nicht in einer kristallographisch festgelegten Faserstruktur beruht, sondern in einer — soweit es überhaupt möglich sein kann — streifenweise dichteren und weniger dichten Aufreihung der den Kalzit beim Kalzitachat stets etwas verdunkelnden Feinquarzkörnchen; diese bei etwas dichterer Setzung hie und da wie unscharf begrenzte Verunreinigungen aussehenden Körnchenstreifen sind ganz regelmäßig senkrecht quer zur Bänderung gerichtet; die Regelmäßigkeit ist trotz der schattenhaft unbestimmten Umgrenzung so deutlich und gesetzmäßig, daß diese Streifen den Stellen entsprechend, an denen die Schichtgrenzen nach außen winkelig zurückspringen, an

einer Scheitelhalbierungslinie unter gleich großem Winkel zusammenstoßen und daß diese ebenso unscharf begrenzt deutlich ununterbrochen durch mehrere Schichten hindurchsetzen. — Es ist dies das gleiche Bild, welches beim Vollachat die ausgebildeten Chalzedonfasern (vgl. z. B. Taf. II Fig. 20) einschließlich der verlängerten Pigmentkörner bilden; nur ist es außerordentlich viel feinstreifiger, von einer Zartheit der Linien, wie sie Quarzfasern von dieser Länge im Achat nicht leicht besitzen. — Man könnte meinen, daß man hier eine frühe Vorstufe des Vollachats erhalten hätte, die um so bedeutsamer wäre, als hier auch wirklicher Faserchalzedon in größerem Umfang stellvertretend auftritt. Da aber diese Urelemente des Faserquarzes in linearen Streifenzügen auftreten, die das Mehrfache ihrer Breite und schätzungsweise das 10—15fache der Länge besitzen, so kann die Ursache ihrer streifigen Anordnung nicht in ihnen selbst gefunden werden, sondern in dem Mineral, welches auch an Masse überwiegt und seine weiteren Gestaltungswirkungen später in einer vereinheitlichenden Kristallisation äußert: d. h. in einer vorgängigen Faserstruktur des Kalkabsatzes, wogegen der Feinquarz sich leidend und fortbewegt verhält, wie er auch in seiner weiteren Ausgestaltung nach Ausfällung abgeschlossen ist. Es ist also das nächst ältere Stadium des Kalkspats, das sich in der Faseranordnung erhalten hat, nicht etwa eine abhängige Form des Feinquarzes, sondern für sich selbständig; die Feinquarzanordnung ist aber nicht eine selbständige Äußerung der Kieselsäureausfällung. Beim Kalzitachat wäre im großen und ganzen ein Weiterwachsen dieses Quarzes durch die rings umgebende Karbonatmasse ausgeschlossen und könnte nur da auftreten, wo die Körner auf einer Art nach innen freien Fläche, also saumbildend lagen. — Die Flächen, woselbst also faserige SiO_2 -Auscheidung auftritt, wäre darnach wenigstens zeitweise eine Art freie Oberfläche gewesen, wonach der Gesamtzuwachs ein Anlagerungs-Rindenzuwachs wäre; dies gälte also zum mindesten auch für die sphärolithische Zone des Achat II in den beiden letztbesprochenen Fällen, während es bei dem vorliegenden Stück auch für die Gesamtheit des Kalzitachats anzunehmen wäre.

3. Ein drittes Stück (Taf. IV Fig. 3) ergänzt die gemachten Angaben in mancher Beziehung, als es im kleinen auch ein mikroskopisches Bild des gesamten Blasenaufbaus ermöglicht; es hat den Querschnitt von Taf. IV Fig. 1, ist also ungefähr elliptisch, einseitig zugespitzt, gegenseits breit gerundet (S. 144). Ein I. und II. Achat ist als Kalzitachat sofort zu erkennen, doch zeigt sich zwischen der eigentlichen völlig mit ausgeglätteter Oberfläche versehenen, einheitlichen Blasenwand und dem eigentlichen I. Achat an den beiden Seitenwinkeln des länglichen Querschnitts, besonders an der zugespitzten Seite noch ein Blasensediment, bestehend aus Bruchstückchen des Eruptivgesteins, welche hier vor abschließender Erhärtung der endgültigen Blasenwand als Reste einer öfters wieder zertrümmerten Wanderhärtung hereingedrückt wurden (vgl. unten), und aus zahlreichen schalig-lamellös gewachsenen Karbonatrhomboederchen, welche beide umhüllt und verkittet sind, von ganz feinkörnigem zapfig verwachsenen Quarzkriställchen; nach der Blasenöhlung zu sind die Karbonatkriställchen zunächst noch einmal zum Teil mit einem an Eisen reicheren Karbonat umhüllt, ehe sie einen gegen den regelrechten Kalzitachat II dünnchaligen Abschluß von grobfaserigem Chalzedon — immer auch bei der ersten Generation der Kalzitachatfüllungen optisch-negativer Chalzedon — erhalten. Der Kalzitachat der Generation I ist eine nahezu ungeschichtete Masse, welche zum Teil von außen her eine andere kristallographisch-optische Umstellung erfahren hat (vgl. z. B. Taf. III Fig. 4), so daß nur ein

innerer Teil mit dem inneren Kalzitachat I einheitliche Spaltflächen-Auslöschung besitzt; in einiger Entfernung von der Innenoberfläche ist eine Reihe von zackigen Räumen von der Form wie sie im Innern einer Chalzedonachatschicht in Taf. III Fig. 21 dargestellt sind; sie sind zum Teil mit Quarz, zum Teil mit Eisenpigment erfüllt. An einer Stelle rechts oben, wo diese dicke Erstschrift in langem sackförmigen Zwischenraum zwischen dem erwähnten Blasensediment und Blasenwand hereinrückt, zeigen sich drei selbständige mit Quarz erfüllte, den Umriß abformende Mittenhöhlungen: eine erste Beobachtung derartiger Bildung im Achat I, wodurch nicht nur dessen selbständiger Entstehungsgang beleuchtet wird, sondern auch die Bildung solcher Mittenhöhlungen als ein von einer schichtartigen Zuwachsung unter Abschnürung durch diese Schichten verbliebener Überraum dargelegt wird, der offenbar seine eigene mineralische Ausfüllung erfuhr.

Dieser Achat I ist nun auch vollständig feinstfaserig angelegt, wie dies von den oben angeführten Beispielen in allen Einzelheiten dargestellt wurde; die völlige Gleichheit in der Art der Erhaltung und Strukturfeinheit von doch so unbestimmten Einzelformen, ist in hohem Grade erstaunlich. Die Kalzitisierung ist auch im Außenachat begleitet von Klarkalzitbildungen mit Zerstäubung des Feinquarzes, besonders neben jenen hervorragenden sphärolithischen Chalzedon-Zapfen; dieser Klarkalzit liegt also sowohl am äußeren Rand gegen das beschriebene Sediment als auch im Innenraum gegen die selbständige Mittenfüllung I mit Quarz; er tritt allerdings auch an der Seite, auf welcher im Achat II der Klarkalzit liegt, auf; hierin scheinen also beide Phasen einem einheitlichen späteren Vorgang unterworfen gewesen, nachdem der Achat II völlig ausgebildet war.

Der Achat II zeigt auch eine nur schwach ausgeprägte, aber recht deutliche Schichtung (mit den gewöhnlichen Anzeichen: außen hell, innen dunkel) mit Mittenhöhle aus Quarz; von Faserungsvorstufen ist hier aber nichts zu sehen, da wo die Klarkalzitbildung nicht Platz gegriffen hat, ist die Feinquarzkörnelung sehr gleichmäßig. Klarkalzitbildung hat fast im ganzen Umfang des Achat II, ganz besonders aber an der höheren Seite des Blasenquerschnitts stattgefunden; hierbei ist nicht nur der Feinquarz des Achat II gleichmäßig abnehmend zerstäubt, sondern es sind auch Teile der jüngsten Schicht des Achat I und zwar immer an den Wölbungen nach der Mitte emporgehoben, mitgerissen und zerstückelt; beide Achatphasen sind also zu gleicher Zeit von diesem Vorgang ergriffen worden und nach den Zerstörungsanzeichen hätte jedenfalls ein Teil der gewaltsamen Bewegung mit Druckanzeichen von außen nach innen stattfinden können.

Es wurde indessen oben schon erwähnt, daß auch im Achat II in der eignen Mittenfüllung Klarkalzitbildung mit ihren Begleiterscheinungen beobachtet sei. Dies ist nun hier auch im Achat II der Fall; auf einer Seite der Längsrichtung der Mittenfüllung, woselbst sich auch am höher gewölbten Umfang die Klarkalzitbildung von der einen Seite am stärksten äußert, ist auch hier ganz beträchtlicher Klarkalzit aufgetreten, welcher scheinbar in entgegengesetzter Richtung als außen der Feinquarz zu beobachten ist, von der Mittenfüllung weg abdrängt. Hier wie außen zeigen sich die Züge von Flüssigkeits-Gaseinschlüssen, welche außen deutlich mit gewisser Radialrichtung in die Körnelzone verfolgt werden können. — Bemerkenswert ist, daß die stärkere Auseinandertreibung sich auch hier an gewisse nicht so unregelmäßig quer die Kalzitachat-Schichtung überschneidende Linien hält, wie dies auch z. B. Taf. III Fig. 8 darstellt. Hier wie fast stets ist,

wie dies an den Flüssigkeitseinschlüssen gut zu sehen ist, der Klarkalzit Doppelspat; bemerkenswert ist, daß hier wie bei dem in Fig. 1 abgebildeten Stück in der Grenzregion zwischen Klarkalzit und aufgehelltem Achatkalzit ein Zug großer Pigmentkörnchen auftritt.

Zur allgemeinen Kennzeichnung der Lagenverteilung der Kalzitformen ist hinzuzufügen, daß der Raum der geringeren Klarkalzitbildung auf der Seite liegt, welche als der engste Blasenabschnitt bezeichnet werden muß; dies gilt auch für Fig. 1 und Fig. 5 in auffälliger Weise (wozu auch Textfigur 12 S. 97 nach richtiger Stellung der Blase — vgl. S. 103 — und andere nicht gezeichnete Stücke zu erwähnen wären). Es sieht aus, als ob allgemein ein Zug nach dieser Enge hin und von der größeren Breite weg gewirkt hätte; hiermit stimmt auch die Lage des Klarkalzits neben der Mittenfüllung und die höchst eigenartige, ganz steile Zusammenfaltung der Kalzitachat-Schichtung nach der Enge zu. — Es wurde oben für Taf. IV Fig. 1 festgestellt, daß die bogige Ursprungslagerung der Schichtbänder, welche den Bogen der Umgrenzung und den stärksten der Mittenfüllung sonst völlig entsprechen, stark geknickt sind und daß nach den Seiten Verschiebungen stattgefunden haben. Dies ist hier womöglich in stärkerem Umfang festzustellen; da durch, daß ein Zug nach der engsten Stelle wirkt, können hier, in dieser Gegend der Füllung, soweit dies nach der vorhandenen Plastizität noch möglich ist, Zusammenpressungen stattfinden, andererseits müssen diese auch an der Gegenseite wirken, wohl weil dort die vorher breiteren (höheren) Füllungsteile in eine etwas größere Enge hereingezogen werden; dies ist für Fig. 1 und besonders Fig. 4 augenfällig. Die glatte, fast restlose Abhebung in Fig. 4 von der rechten Seite hat, abgesehen, daß vom Achat I Randteile abgebrochen sind, auch bei der Zusammenpressung von oben nach unten den Knick vermehrt und die ganze Masse zerrissen; hier muß die Masse schon spröder gewesen sein, wie überhaupt an der Peripherie, während die nach innen gereihten Knickfalten fast mehr plastisches Gepräge haben. Ich war zuerst geneigt, den Kristallisationsvorgang und seiner Geschwindigkeit den größten Teil der Auflösungswirkung zuzuschreiben; die mikroskopischen Bilder für Fig. 1 und Fig. 4 sind aber unzweideutig. Hierdurch werden auch Schlibfbilder klarer, welche oben auf S. 107 zu deuten versucht wurden, woselbst neben dem Kristallisationsvorgang auch mechanische Ablösungen wie durch Schwere über einem Hohlraum in Betracht gezogen wurden; es hat sich aber bei neuen Funden feststellen lassen, daß die Blasenfüllung gerade umgekehrt gelegen hat; ein Schichtungsknick nach außen hat in einem von der Achat I-Wand abgelösten und weggezogenen Teil eine völlige Zersplitterung und Zerteilung mit einer keilartig sich nach außen öffnenden Auflösungssektor verursacht, von welchem in Taf. III Fig. 8 ein kleinerer Schenkelabschnitt dargestellt ist; ebenso gehören zu dieser Stelle Taf. III Fig. 6 und 7 als am äußeren Rand (am Achat I) verbliebene Sphärolithe, deren Aufreißungs-Abbiegungen mir im Gesamtbild der Abreißung mit einseitig noch angewachsenen Resten nun leicht verständlich wird als Folge einer (Textfigur 12) von der Breitseite der Blasen (Achat I mit Sphärolithen der zweiten Generation) stattfindenden Ablösung und nach der zugespitzten Seite vorgehenden Zusammenziehung in einer Masse, welche zum Teil wie plastisch ist, deren Wirkung nach dem Umfang zu aber infolge gewisser Festigkeit und Sprödigkeit mit Zerreißen verbunden ist.

Auch hierbei wird ersichtlich, daß hinsichtlich der Kalkausscheidungen wie bei Enhydros an jenen Stellen größerer Enge des Blasenraums eine gewisse Bevorzugung stattfand und Konzentrierungsvorgänge vorliegen, welche eine raschere

Umwandlung hier begünstigen. Nochmals sei hervorgehoben, daß der Vorgang jünger gewesen sein muß, als die feste Anlage der Quarzmittelhöhlung.

Zugleich bezüglich des Verhaltens des Pigments wurde eines der wenigen (3) stärker gefärbten Fundstücke mikroskopisch untersucht. Der Achat I besteht außen aus Faserchalzedon, innen aus zwei mehr oder weniger deutlich getrennten Lagen von Kalzitachat, der sich scharf vom Achat II abhebt; der erstere Kalzitachat hat noch deutlich gebliebene Strahlenfaserstruktur, wie sie oben gekennzeichnet ist; die Kalkkristallisation ist indessen nachträglich nicht so sehr vereinheitlicht wie innerlich (Achat II) und so erscheinen hier tatsächliche helle Kalzitfasern an einzelnen Stellen neben breiter flächigen Stellen, wo die Faseranlage sich nur noch in der schattenhaften Körnchenreihung des Feinquarzes andeutet. Auch hier zeigt sich in einem seitlichen Teil des Achat I eine selbständige Quarzmittelfüllung; die wenigen Pigmentzüge bestehen aus sehr dicht gesetzten, verlängerten feinen Eisenoxydflockchen. Der Außenachat ist indessen hier wie öfters von sekundärem Quarz und Kalkspat durchsprengt. Die zweite Achatgeneration ist einheitlich kristallisiert und schwach bzw. fast ungeschichtet; nur zunächst der Außengrenze zeigen sich deutlich und regelmäßig in dem Helligkeitsunterschieden abgeschattierte aber nicht scharf gefugte oder begrenzte Halbsphärolithe, in welchen sich ein mittlerer hellerer, ziemlich breiter Halbkreis, der vereinzelt fast als Klarkalzit zu bezeichnen ist, und zwei äußere dunklere Schichtbreiten hervorheben. Das Merkwürdige ist, daß in dem bisweilen fast Klarkalzit-artigen Mittelteil nach der Rundung der Halbsphärolithe zu strahlig gestellte (hier auch zum Teil dick eiförmig verlängerte) Pigmentkörner angereichert sind, während die darauf folgenden Schichtbreiten fast pigmentfrei bleiben. Der innerlich folgende, einheitlich mit den Halbsphärolithen kristallisierte Kalzitachat ist außen schattenhaft, nach innen zu nicht geschichtet; die Pigmentierung beginnt mit zuerst spärlich gesetzten sehr feinen Körnchen, welche rasch dicker werden und in einem schmalen Streifen vor der scharfen Grenze der Mittelfüllung aufhören; sie sind radial-eiförmig-rundlich verlängert und stoßen in Winkelhalbierungslinien (entsprechend den Winkelecken der Mittelfüllung) zusammen, als ob die Grundmasse des Achatkalzits scharf faserig und schalig aufgebaut gewesen wäre; davon ist aber tatsächlich nichts mehr zu sehen. Die Körnchensetzung des Feinquarzes ist außerordentlich gleichmäßig fein und dicht. — Unter dem Mikroskop zeigt sich in der äußeren Region, daß die „schattenhafte Schichtung“ in einem gerade erkennbaren Wechsel der Absatzdichte des Feinquarzes besteht und das Pigment auf die Züge der helleren feinquarzarmer Substanz ausgestreut ist, wie dies auch schon einmal beobachtet wurde (S. 111).

E. Gangartige Vorkommen von Kalzitachat.

Neben den Gasblasenhohlräumen entstehen in den Effusivmassen in frühester Zeit auch andere Hohlräume, wie von Lava unausgefüllte Schlackenfladenzwischenräume oder auch Zerreißen, welche in Ergüssen durch die Böschungslagerung der Lava kurz nach der Erhärtung bei vielleicht noch bestehender Plastizität der Masse eintreten und sonst noch verschiedenartige andere Ursachen haben können. Solche Hohlräume sind nicht selten zu beobachten, wenn sie nicht, näher der Oberfläche gelegen, durch den hangenden Tuff etc. geschlossen sind, wofür ich eine bildliche Darstellung an anderer Stelle geben werde; sie können auch, besonders wo keine

Verbindung nach außen möglich ist, durch Achat, auch hier mit zwei Generationen und einer Mittenhohlung, von Quarz erfüllt werden; derartige Bildungen gibt es auch in dem Mittenlager mit Kalzitachat von Talböckelheim, zum Teil mit Achat und Quarz erfüllt, zum Teil mit Kalkspat und Baryt, zum Teil auch von Kalzitachat; zwei Stücke dieser Art wurden gefunden. Die Beschreibung erfolgt nach Querbrüchen, welche bemerkenswertes erkennen lassen.

1. Die erste Generation besteht aus Kalzit und Kalzitachat mit zwei dünnen Häutchen von Chalzedon, welche bei der Anwitterung sichtbar werden; der Kalzitachat ist rötlich und ziemlich fein geschichtet, die Oberfläche flach kugelig. 2. Die zweite Generation ist weißlich und zeigt an dem dickeren Abschnitt eine Mittenfüllung aus hellem Kalkspat, welche gegen erstere durch eine dickere Haut von Chalzedon abgesetzt ist; an einer engeren Abzweigung der Spaltenfüllung besteht eine kleine Mittenhöhle aus Quarz, vielleicht als Septalabzweigung zu deuten wie bei dem Stück (Fig. 10—11 S. 97). Neben der regelmäßig bogig begrenzten Kalkspat-Mittenfüllung tritt ein langer mittlerer Zug von Klarkalzit auf, der sich von jener noch dadurch unterscheidet, daß er eine unregelmäßige Grenze und keine scharfe Absetzung mit dünner Chalzedonscheide wie jene hat und in mehreren Stellen in den benachbarten Kalzitachat übergeht; auch hier ist die in Taf. IV Fig. 1 und Fig. 4 beobachtete Erscheinung deutlich, daß der Achatkalzit sich von einer Winkelseite der Füllung zurückzieht und den Platz dem Klarkalzit überläßt. 3. Die erste Generation des zweiten Fundes (zwei verschiedene Teile eines mehrfach stark eingeschnürten Spaltes) besteht aus zwei Lagen, einer unregelmäßigen Lage dichten Karbonats mit vereinzelt kleinen Quarzdrusen und einer neuen Lage mit tafelig verlängerten Braunspatkriställchen, welche mit ausgesprochenen Rhomboederendigungen (vgl. Taf. IV Fig. 9) in deutlicher Trennung vom weißlichen, schwach rötlich angehauchten Kalzitachat der zweiten Generation überwachsen sind. Die zweite Generation zeigt in einem Teil einer selbständigen Abschnürungsausfüllung in einem schmalen Seitenzweig Quarz als Mittenfüllung mit anschließendem Klarkalzit und stark mit Eisenoxyd gefärbtem Rotkalzit, in dem breiteren Hauptzweig tritt aber innerlich nur Klarkalzit und „Rotkalzit“ auf; obwohl in mittlerer Lage, ist der Klarkalzit doch keine Mittenfüllung; er ist vom benachbarten Achatkalzit zwar recht scharf abgesetzt, aber nicht durch eine Chalzedonscheide getrennt; die Absetzungslinie hat auch nicht den bekannten buchtigen Verlauf der Achatlinie. — Dabei läßt sich an mehreren Stellen erkennen, daß die recht unregelmäßige Grenze des Achatkalzits der einen Seite des Querbruchs in Ecken und Biegungen der anderen Seite noch ungefähr entspricht, daß man eine Abhebung der beiden Flächen voneinander und Ersatz des entstandenen Mittelraums durch Klarkalzit annehmen kann; auch bei radialen, an einzelnen Stellen merkwürdig zapfigen Abzweigungen sind die Seitenflächen, offenbar aus ähnlichem Grunde anzunehmen, voneinander abgerissen. Diese Zerreiβungsflächen haben mit den Spaltflächen des Kalzits nichts zu tun. — Auffällig ist, daß in den sich verengernden Teilen ein dunkelblutrot gefärbter Kalzit auftritt, der inniger mit dem Klarkalzit zusammenhängt, als ob von diesem hier alle Färbung, welche sich bei der Umkristallisation ergeben hätte, aufgenommen worden wäre und zwar an der Grenze gegen den Achatkalzit in feiner Verteilung und außerdem stärker in besonders abgegrenzten Gebieten, doch so, daß die Färbung sich auf beiden Querbrüchen auf der gleichen Seite befindet.

Der Achatkalzit bietet so hier in seinen Grenzen gegen den Klarkalzit das Bild der Zerreiβung einer durch Zusammenziehung in sich berstenden Masse,

in welcher aber nach der Zerreißung noch weitere Zusammenziehungen stattgefunden haben, so daß die Zerreiungsunebenheiten nicht mehr ganz aufeinanderpassen, wobei zu bemerken ist, daß das Bild, welches in den Stücken vorliegt, immer nur das Bild einer (noch dazu etwas ungleichmäßig gebrochenen) Ebene ist und eine körperliche Zusammenziehung die Teilstücke nach drei Dimensionen von einander entfernt.

Dieser Befund bildet nun ganz eigenartige Ergänzungen zu den oben beschriebenen und Taf. IV Fig. 1, 4 und Fig. 8, 14 abgebildeten Tatsachen, wie auch vergleichbare größere Zerreißungen ähnlicher Art auch aus Blasenfüllungen vorliegen!

Eine Teilabzweigung der gleichen Gangfüllung zeigt reichlichere Quarzmittenfüllung; der Kalzitachat springt hier in breit halbkugeligen Bildungen vor, ähnlich wie oben von den äußersten Schichten des Kalzitachats (und ebenso beim Voll-Achat) erwähnt wurde. Das Bemerkenswerte ist, daß diese zum Teil von Klarkalzit, zum Teil von Rotkalzit erfüllt sind, als hätte sich der Kalzitachat aus diesen kleinen Gewölben herausgezogen und sei der entstandene Raum mit beiden offenbar in näherer Beziehung stehenden gar nicht bzw. stark gefärbten Ersatz-Kalzitformen erfüllt worden. Auf das nachbarliche Nebeneinandervorkommen der beiden „Ersatzkalzitbildungen“ wurde oben schon S. 123 aufmerksam gemacht und ist weiter darauf zurückzukommen. Zu bemerken ist, daß an diesem Stück sich auch die Anzeichen der Tutenstruktur erkennen lassen, welche unten in besserer Entwicklung von einem anderen Stück beschrieben werden.

F Zusammenfassendes über das Auftreten des „Klarkalzits“ im Kalzitachat.

Es ist oben S. 108 auf Grund der zuerst noch nicht vollständigen Beobachtungsreihen schon ausgesprochen worden, daß eine Umwandlung des gesamten Kalzits aus einer früheren Modifikation stattgefunden haben me, daß diese frühere Modifikation zum Teil Neigung zu festen sphäroidischen Formen besessen haben müßte bzw. auch strukturlos gewesen sein könne. Aragonit schien nicht angenommen werden zu dürfen, für ihn war die Notwendigkeit einer raschen und völligen Umwandlung zu Kalzit nicht so sehr gegeben,¹⁾ es blieb daher Kalkgallerte oder Vaterit. Noch war die Frage, ob die zu beobachtenden Strukturstörungen nicht auf diese Umwandlungen bzw. auf die Schnelligkeit einer solchen zurückzuführen wären; es konnten daher hierüber die damaligen Beobachtungen kein abschließendes Urteil ermöglichen.

Wir wissen aber nunmehr sicherer, daß in der Tat der Kalzitachat der ersten Generation und auch der äußeren wohl ausgeprägten Schichten der zweiten Generation eine außerordentlich feine Faserstruktur gehabt hat, daß diese Struktur sehr hinfällig war, was aber nicht ausschließt, daß gewichtige Teile dennoch gallertig gewesen sind. Die Annahme, daß Vaterit vorlag, ist hierdurch wieder um einen gesicherten Schritt nähergerückt.

Wie verhält sich nun zu dieser Frage das Auftreten von Klarkalzit; sind das selbständige Ausscheidungen oder haben sie Beziehungen zu den Umwandlungen? — Das letztere scheint der Fall zu sein. Für den auf S. 107 zu Fig. 5 Taf. III beschriebenen einzigartigen Befund lag die Schlußfolgerung nahe, daß hier ältere und jüngere voneinander selbständige Klarkalzitstadien angenommen werden müßten;

¹⁾ Aragonit hat sich ja auch als Fllung in Blasenräumen so mancher jüngerer Eruptivgesteine gut erhalten.

es ist aber nach neueren Präparaten die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, ja sogar viel näher liegend, daß jenes Halbsphäroid (Fig. 5) von der Peripherie abgerissen und durch klaren Kalzit dabei unterwachsen wurde; es konnte ja auf Unregelmäßigkeiten der Lagerung S. 107 hingewiesen werden. Hierzu noch folgende Tatsachen:

Klarkalzit tritt durchaus nicht überall in größeren Abschnitten auf, ist also keine notwendige Begleiterscheinung der Umwandlung einer ersten Ausscheidung; ich zähle jetzt in meinen Untersuchungsstücken, soweit sie makroskopischen Einblick in einen größeren Teil der Struktur zulassen, 35 ohne solchen, zumeist auch mit gleichmäßig dichtem Gefüge und Farbe, in welchem Klarkalzit nur fein verteilt auftreten kann, weiter 21, welche in sehr wechselnder Weise, Umfang und Stärke die reinen kristallklaren Ausscheidungen aufweisen.

Der Hauptbefund ist folgender: Der Klarkalzit zeigt sich besonders beim Achat II im kleinen in der äußeren „Anfangs“zone der Schichtenbänderung, woselbst auch bei fehlendem Klarkalzit die Setzung mit Feinquarz eine lichtere, schwach aufgehellte, keine abdunkelnd dichte ist; dementsprechend tritt er auch innerlich vor der kleinsphäroidisch gebauten Anfangszone auf, welche im allgemeinen und in größerer Breite eine lichte Setzung von Feinquarz hat. Die Zerreißungsvorgänge zeigen sich fast stets insofern, als sehr häufig ein schmaler sehr unregelmäßiger Saum von federig wolkig verteiltem Feinquarz an der vorhergehenden Schicht fester anhaftet, also hier schon etwas festere Bindung erfahren haben mußte. Die Erscheinung des Klarkalzits in den Winkelfüllungen bei sonst sehr gleichmäßig verteiltem Feinquarz mit gelegentlich anschließenden Zerreißungen, wobei eine Abhebung der äußeren unteren Schichtzone von der oberen vorhergehenden nach der Mittenhöhlung zu sich in der weniger dicht und scharf abgeschlossenen Grenzregion der ersteren und eine Zurundung des abgehobenen Teils bemerkbar ist (vgl. Taf. III Fig. 3), ist eine wichtige Tatsache. Bei einem Stück treten, abgesehen von äußeren breiteren Klarkalziteinschaltungen nach innen zu unregelmäßig verteilte, längliche, ziemlich scharf begrenzte, kürzere und schmalere Einschaltungen mehr im Bereich des mittleren Teils der Schichtbänder auf, nicht in dem sonst weniger an Feinquarz reichen Abschnitt, als ob die Ursache lediglich im dichter besetzten Schichtabschnitt liegen könne und hier eine Kontraktion ähnlich einer Septarienzerreißung stattfinde.

Wichtig ist die Tatsache, daß auch in einer kleineren Anzahl von Fällen der Klarkalzit noch an der Grenze gegen die Mittenfüllung auftritt; wie er auch gelegentlich an der äußersten Grenze von Achat I und II sowie in den sphärolithischen Gebilden in dessen Innenzone öfters sehr deutlich ist; in einem einzigen Fall war Klarkalzit überhaupt nur neben der Mittenfüllung zu beobachten. An den erwähnten Stellen im Innern des Achat I um die sphärolithischen Chalzedonknoten herum und an der Grenze gegen Achat II zeigen sich gemäß den Wölbungen Abhebungen von Schalen mit Zerreißungen, welche auf einen umfangmäßig umlaufenden (tangentialen) Seitendruck deutlich (als Nebenwirkung) hinweisen, wobei ein Ausweichen nach innen zu noch möglich war (vgl. Fig. 4).

Bei Taf. IV Fig. 1, Fig. 4 und Textfigur 12 findet sich der Klarkalzit auf der breiteren und höheren Blasenseite, der Achatkalzit dagegen nach der niedrigen und zugeschürften Blasenkannte verzogen. Fig. 4 zeigt auch, daß in dieser Richtung hin die Schichtung hoch aufgefaltete ist; es scheint die Mittenfüllung dabei seitlich verlagert und gegen die Schichtung etwas verschoben zu sein; bei einem ähnlichen nicht gezeichneten Stück ist das Ganze nach der Seite und nach unten gezogen, der Klarkalzit nach dem übrigen Umfang; alles weist auf unleugbare

Bewegungserscheinungen hin. Bei anderen Stücken findet sich der Klarkalzit mehr in der Wölbung; es sind das gleichmäßig gebaute Blasenformen, bei welchen gleichsam die Konzentration des Kalzitachats nach den niedrigen schmalen Seiten zu (und somit auch nach der ausgesprochenen Bodenfläche) in der hohen Wölbung für den Kalzitachat Luft schafft. Höchst merkwürdig und hinweisend ist die allerdings vereinzelt Tatsache (Tafel IV Fig. 8), daß in einem gebogen geschichteten Abschnitt, in welchem auch die Faserstruktur noch erkennbar ist, längs eines radialen Sprungs, der daneben in einen Schichtungsstreifen umbiegt, der neue Sektor an beiden Rißstellen sich beträchtlich entfernt und daß in den Streifen einer Verschiebung eingetreten ist, als ob die Masse durch mittenstrahlig gerichtete Zusammenziehung geschrumpft wäre, wonach dann der Riß durch Klarkalzit erfüllt wurde. Solche radiale Zerreißen sind im allgemeinen selten, jedoch an einzelnen Stücken mehrfach vorhanden.

Diese Befunde lassen die nachstehende Folgerung zu: Es ist sowohl von den Körpern der Schichtbänder nach deren weniger dichten Außenzone, als auch von der Gesamtheit der Schichtbänder hauptsächlich nach außen, aber auch ebenso nach innen, also nach der Mittenfüllung zu eine Zusammenziehung erfolgt, welche bewirkte, daß zu einer Zeit, woselbst der Nachschub von gemischtem Kieselsäure-Karbonatgel nicht mehr möglich war, reine Karbonatlösung nachgezogen wurde, welche nun in die Zerreißenlücken der Kontraktion einwanderte und den Klarkalzit bildete. Die Ursache der Zusammenziehung darf in der Umwandlung von Vaterit bzw. Gallerte in Kalzit gesehen werden; es darf auch weiter angenommen werden, daß in den Fällen, woselbst das gemischte „Kalzitachat“gel nachdringen konnte, ein gleichmäßiges Gefüge von Kalzitachat in unregelmäßigem Ergänzungswachstum nachfolgen konnte.

Hieraus läßt sich vielleicht auch erklären, daß auch ohne nennenswerte Anzeichen von außen kommender Veränderungseinwirkungen oft in der nächsten Umgebung der Mittenfüllung eine auf Kalkarmut beruhende Mürbheit und Undichtheit der Kalzitachatschichten zu beobachten ist; es scheint hier durch den Kontraktionsvorgang zur Bildung des Kalzits ein Kalkentzug auch aus der noch nicht ganz gehärteten Schicht stattgefunden zu haben, der hier wegen der Innenlage und geschlossenen Verbindung nach außen auch nicht wieder ersetzt werden konnte, wenn auch der Ersatz öfter möglich war.¹⁾

Hier anschließend ist kurz auf die d. Jahresh. S. 40 und oben S. 105 erwähnten Scheitellücken (vgl. Fig. 3 Taf. III) zurückzukommen. Nach den über die Bedeutung des Klarkalzits gewonnenen Ergebnissen und nochmaliger Präparatenherstellung ist es kein Zweifel, daß die Entstehung dieser Lücken bei dem sonst an Klarkalzit so armen Belegstück eine Folge der Zusammenziehung bei der Umwandlung der instabilen Modifikation des Kalkkarbonats ist. Man sieht, daß sich in den Winkeln je die innere Schicht nach innen zu abgehoben hat und noch Abreißungsfasern in den Klarkalzit entsendet, der die entstandene Lücke ausfüllt; die nachbarliche, gelegentliche Öffnung der Fugen und die Abzweigung von kleineren Zerreißen-sprünge ist jetzt verständlicher, wie sie auch infolge der sonst ziemlich gleichmäßigen Dichte der Schichtkörper etwas auffälliger wird.

¹⁾ Ich möchte hervorheben, daß etwas Ähnliches allerdings selten auch beim Voll-Achat zu beobachten ist, wobei Kieselsäure hier entzogen worden sein mußte, entweder nach dem Mittenquarz oder nach dem Achatkörper zu (vgl. unten: Über Durchsinterung).

Es ist hier noch die Frage zu erwägen, ob diese Wanderung von Karbonatlösung zur Bildung von Klarkalzit ganz ohne weitere Spuren stattgefunden haben könne; es schien auffällig (vgl. S. 111 und S. 123), daß im Klarkalzit einzelner Schichten und zunächst stärkeren solcher Ausscheidungen öfters ungewöhnlich große kugelige oder verlängerte, zum Teil auch gehäufte Pigmentkörner auftreten; ich glaube, daß diese Vergrößerung in Einzelstärke und Zahl auf diese Vorgänge zurückzuführen ist; die Tatsache, daß beim Kalzitachat Eisenoxydpigment überhaupt nur in den helleren, dem Klarkalzit etwas näheren Teilen der Schichtbänder auftritt, könnte im Hinblick auf die sonst gleichmäßige Verteilung von Eisenoxyd bei den bestgeschichteten Stücken auch auf einen solchen Vorgang hinweisen.

Ich möchte hierbei besonders auf die für Fig. 9 Taf. IV mitgeteilte Beobachtung starker Anhäufungen von Rotfärbung im Kalzit hinweisen, welche an der Grenze zwischen Klarkalzit und Achatkalzit (in ähnlicher Stärke bei einer anderen Blasenfüllung [Taf. IV Fig. 14] im Stück der in Fig. 17(a—d) mitgeteilten Quarzschmitzen) auftreten und zwar so, daß eine Verdrängung des Pigments nach gewissen Abschnitten erfolgt. Man kann daran denken, daß beim Eindringen der an Gas reichen Lösung auch ein Mitführen spärlich verteilten Pigments aus der der Kalzitumwandlung unterliegenden Vaterit-(Gallerte-)masse erfolgt und sich unmittelbar neben dem Kalzitachat anhäuft, während die reine Kalzitlösung sich weiter ausbreitet, die Höhlung erfüllt und schließlich noch das Eisenoxyd durch den Kristallisationsvorgang einseitig zusammendrängt.

Es sei hierbei nochmals darauf hingewiesen, daß vier Fünftel der gemachten Funde von Kalzitachat gleichmäßig elfenbeinweiß sind. Ein einziges dunkelkupferrot gefärbtes Stück zeigt diese Färbung nicht gleichmäßig, wobei eine Anzahl nicht gerade kleiner Klarkalzitpartien festgestellt werden konnte. Die Zerspaltung nach den Spaltflächen ist aber hier ziemlich auffällig und ungleichartig; Schichtung ist keine zu erkennen; da nun die Quarzmittenfüllung ganz eisenarm ist und ebenso die ringsum stark entwickelte äußere Karbonatzone der ersten Generation, dagegen der diese abschließende Chalzedon ebenso tief dunkelrot gefärbt ist und ohne Bänderung zu zeigen einen etwas ungewöhnlichen Bruch erkennen läßt, so glaube ich, daß hier bei der Kalzitmetamorphose mit Bildung von Klarkalzit eine außergewöhnliche Heranziehung von Pigment stattgefunden hat. — Die erwähnte Elfenbeinfärbung ist ein bei gewöhnlichem Kalzit kaum gleichartig zu beobachtendes Kennzeichen.

Eine ganz vereinzelt Erscheinung ist noch zu erwähnen; bei einem Stück, bei welchem, wie oben erwähnt, eine große Anzahl kleinerer mit Klarkalzit erfüllter schmaler Zersprengungsfugen nicht näher der Außengrenze der einzelnen Schicht, nicht in der mit Feinquarz weniger dicht besetzten Außenzone der einzelnen Schichten liegt, sondern in der dichten Mitte selbst — was darauf schließen läßt, daß erstere schon bald auch eine gewisse Festigkeit erlangt hatte, ehe die Kontraktionsspannung die Zerreißen mehr nach der reinen Mitte der Schicht zu verlegte — bei diesem Stücke zeigen sich auch größere und dickere Zerreißen, welche mit Klarkalzit gefüllt sind, welche aber an ihren Rändern gegen den unveränderten Kalzitachat eine mehr und weniger dicke Krustenanhäufung von verdichtetem und mit dem Messer schabbarem, nichtkristallisiert-kalkig gebundenen Feinquarz haben. Ich möchte annehmen, daß bei der Einwanderung der Kalklösung, wie sich im Klarkalzit auch Flüssigkeit- und Gasreste finden, auch Auflösungen der schon

gebildeten Kalkabsätze durch überschüssigen Gasinhalt stattfanden, welche gelegentlich stärker werden und dann auch durch die Auskristallisation des Klarkalzits beiseite gedrängt werden; sie sind kalkig gebunden, aber nicht miteinkristallisiert. Aber auch die in den Klarkalzit einbezogenen feindendritisch aufgebröselten und verstreuten Einschlüsse von Feinquarz sind als mit der Kalkspatumwandlung und der Klarkalzitbildung entstandene, umgelagerte Auflösungsrückstände zu betrachten, welche bei der entosomatischen Umwandlung von Kalkgallerteabsatz bzw. Vaterit in Kalzit eintreten müssen.

Anschließend ist die Frage nicht abzuweisen, ob die äußere Zone jeder Schicht, welche sich durch lichtere Setzung der Feinquarzkörnchen auszeichnet, nicht durch Klarkalzitentwicklung dadurch umgewandelt ist, daß nach der inneren Schichtgrenze hin die in Rede stehende Zusammenziehung stattfand; es wäre denkbar, daß hierbei der oben erwähnte Umstand, daß die Zusammenziehung nach den Raumengen hin und von den Raumweitungen weg stattzufinden scheine, auch hier gelten würde, insofern als die Innengrenze der Schicht die kürzere „innere Linie“ darstelle. Diese Gestaltung kann aber auch bei der Ausfällung des Feinquarzes wirksam gewesen sein (vgl. S. 115 oben die Besprechung des Verdampfungspräparats) und beide Umstände können sich gegenseitig gesteigert haben.

Die oben behandelte Aufreißung der Winkelscheitel der Achatstruktur zeigt sich in etwas größerer Form bei dem mit dem mergelig entwickelten Feinquarzurückständen neben dem Klarkalzit versehenen Stück, das gleich darnach S. 128 beschrieben wurde. Eine ähnliche, wie Aufreißung aussehende Unterbrechung des Kalzitachats, zeigt ein anderes sonst völlig normal, aber ohne Spur von Klarkalzit entwickeltes Stück mit größerer aus Quarz mit Göthit und Kalkspat als Letztbildung bestehender Mittenhöhlungsfüllung; die Winkelaufreißungsfüllung besteht aber hier aus weißlichem Chalzedon. Die Möglichkeit einer solchen Ausfüllung als Ersatz für Klarkalzit ist ohne weiteres zuzugeben, wie wir ja auch oben ausführten, daß ein Ersatz durch nachträglichen Kalzitachat höchst wahrscheinlich ist.

Zum Schluß sei noch hervorzuheben, daß häufig eine äußerste Schicht von hellem Kalzit die erste Generation einleitet und vielleicht ebenso als Ausfüllung eines Kontraktionsraums zwischen Blasenfüllung und Blasenwand betrachtet werden könnte; es ist aber diese Schicht auch vorhanden, wo der Achat I nicht aus Kalzitachat besteht, andererseits in unmittelbarer Nachbarschaft Blasenfüllungen aus Quarz und Delessit auftreten. Diese Karbonatschicht, welche wohl oft eine Umkristallisation erfahren haben mag, ist daher unabhängig von der Art der Füllung und von selbständiger Bedeutung für die Zusammensetzung der ersten Generation.

G. Kalkkarbonat in kolloidaler Lösung.

Es ist nun noch die nicht unwichtige Frage zu besprechen, ob der nicht faserige, geschichtet oder ungeschichtet erscheinende Kalzitachat nicht etwa einem Absatz aus der Kalkgallerte entsprechen könne und die erwähnten Kontraktionen mit Nachziehung von Klarkalzit etwa den Schrumpfung der Gallerte als

solche zuzuschreiben wären, wozu man vielleicht hinsichtlich des für Fig. 4 Taf. IV Mitgeteilten berechtigt sein könnte. Zunächst ist gar nicht einzusehen, daß, wenn die Faserstrukturanzeichen dem Vaterit angehören sollen, die amorph scheinenden Ausscheidungen nicht auch aus einem gallertigen Vorstadium der Kalkausscheidungen stammen könnten; es fehlen durchaus alle Anzeichen dafür, daß vielleicht Struktureigenheiten eines Vaterit-Vorstadiums hier etwa zerfallen wären; vielmehr ist anzunehmen, daß die an Masse und Häufigkeit überwiegend strukturlose und amorphe Form des Niederschlags (durch die völlig gleichmäßige dichte Verteilung des Feinquarzits gewährleistet) auch der ursprünglicheren Form der Ausfällung angehören wird, welche im Innern der Masse und als mögliche jüngere Bildung auch die erste und einfachste Art der Ausfällung aus der Lösung darstellen kann. Das schließt aber nicht ein, daß auch die zu beobachtenden Formveränderungen der Gallerte an und für sich zugeschrieben werden müssen. Aus dem Verhalten nahezu aller Zerreibungen, welche mit dem Klarkalzit eng zusammenhängen, geht hervor, daß die Masse schon eine gewisse Härte und Sprödigkeit besessen habe, welche in verschiedenen Stadien bis zur eben noch geltenden Plastizität mit zähem Zusammenhalten zu beobachten ist. Diese kann nicht als ein nicht mehr veränderter Zustand schon vorausgesetzt werden bei einem Kontraktionsvorgang, welcher erst diese Sprödigkeit zum Endzustand haben kann; eine reine Gallertekontraktion würde auch nicht die charakteristische Erscheinung der randlichen Aufbröselung mit sich führen, man müßte eher das Gegenteil verlangen. Wir sind daher zu der Annahme berechtigt, daß alles, was etwa Gallertekontraktion heißen könne, bei der Bildung der Bänderung und Schichtung, welche einen Abschluß bedeutete, erledigt sei. Wir dürfen annehmen, daß die außen öfters beobachtete Vateritbildung gefördert ist durch den längeren radialen Durchzug des Hydrosols und daß im Innenraum der Blase diese Ursache abnimmt oder fehlt und das Gel dann den amorphen Niederschlag bildete; dieser ging erst später gemeinsam mit dem Vaterit in Kalzit über. Die schwach verlängerte Form des Pigments könnte vielleicht auch für eine entschwundene Faserstruktur sprechen, welche möglicherweise in geringen Ansätzen vorlag. Es ist aber schon jetzt darauf aufmerksam zu machen, daß es im Voll-Achat dieser Pigmentform sehr ähnliche, völlig vergleichbare Konkretionen von Chalzedon selbst gibt, welche sogar mehrere randlich gelegene Kerne haben und zusammengesetzt erscheinen, ohne daß vorher eine entschiedene Faserung bestanden hat, daß also wohl die Tatsache eines radialen Durchzugs der Lösung allein für die Form aller dieser Gebilde maßgebend sein kann.

Nach NEUBERG (Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wissensch. math.-naturw. Kl. 1907 II. S. 821) entsteht Kalkgallerte in Lösungen von CaO in Methylalkohol, Holzgeist durch Einleitung von CO₂, welches Kolloid mit einer Reihe org. Solvenzien (Benzol etc.) mischbar wird. Nun finden sich gerade in basischen Gesteinen als Produkt der Diagenese¹⁾ und Metamorphose Petroleum und Asphalt, sowie in Lava Kohlenhydrate; es wäre denkbar, daß verwandte Vorgänge hier die Entstehung von gallertigem Kalkkarbonat beförderten.

¹⁾ In Blasen eines Ergußgesteines bei Dannenfels kommt Asphalt vor (vgl. REIS, Über das Vorkommen von Asphalt in Mineralgängen und Eruptivgesteinen der Rheinpfalz, Geogn. Jahresh. 1916). Neuerdings wurde auch Asphalt als Spaltfüllung im Porphyrit des Grenzlagers an der oberen Nahe bei Fischbach in Verbindung mit Erzgängen aufgefunden.

Andererseits glaube ich auch klarlegen zu können, daß bei manchen anderen mit eigenartigen Kontraktionen verbundenen Kalkgesteinsstrukturen die Umwandlung labiler Kalkkarbonatniederschläge zu Kalzit mitwirkte und zwar bei Absätzen, welche einfachere Karbonatlösungen mit organischen kolloiden Zersetzungsprodukten enthalten konnten.

Endlich ist nicht außer Acht zu lassen, daß physikalisch-chemische Bedingungen, welche die Löslichkeit des kohlensauren Kalks bei höheren Temperaturen verhindern, gerade bei einer Möglichkeit stärkerer Kalkentstehung die kolloide Form der Lösung begünstigt.

Außergewöhnliche Funde von Kalzitachat.

H. Kalzitachat mit Kiesel-Ooiden und Silikateinschlüssen.

1. Einen höchst eigenartigen Fund von Kalzitachat machte ich ebenfalls in der Grenzlager-Mittelzone von Duchrot-Talböckelheim im Bereich des Vorkommens der Kalzitachatfüllungen; es ist leider nur ein Bruchstück mit Resten des Eruptivgesteins mit deutlichem Achat I und dem Achat II, letzterer jedoch nicht bis zu einer Mittenfüllung reichend.

Der Achat I besteht nach einer unregelmäßigen ersten, mit feinen Kieselausscheidungen schwach geschichteten Lage aus zwei regelmäßigen Lagen von Kalzit, von welchen die innere nach innen volle Rhomboederecken aufweist, die äußere, von jener durch ein braunes feinschaliges Karbonatband getrennt, aus größeren, fast radialen Kristallen besteht. Die erwähnten Rhomboeder sind entweder von Kalzitachat (II. Gen.) unmittelbar umwachsen, teils erst von dünner Chalzedonrinde in Form kleiner, zusammenhängender sphärolithischer Anlagen. Der Kalzitachat selbst zeigt Bruchflächen einheitlicher rhomboedrischer Spaltbarkeit mit recht mattem Glanz in grauer bis graurötlicher Farbe; letzterer Ton stammt von feinem Eisenpigment, ersterer von zahlreichen feinen Einschlüssen, welche sich an der Bruchoberfläche zeigen: 1. in rundlichen Kieselsäurekugeln, 2. in viel kleineren kleinbuchtig begrenzten, mineralisch gleichartigen „Zwischenfüllungen“, 3. von zahlreicheren kleinen, bis zu 1,5 mm großen länglichen Einschlüssen. Bei der Auflösung eines Bruchstückchens in Salzsäure blieben zurück: 1. das feinste Quarzmehl, das, wie gewöhnlich, den Kalzitachat kennzeichnet, 2. ringsum freie Chalzedonkugeln und ebenso freie buchtig begrenzte Zwischenfüllungen, 3. faserig-stengelige Einschlüsse von weißlich grauer, etwas rauhlicher Oberfläche, 4. feine rundliche Eisenpigmentkörnchen, sowohl frei als an die Kieselstückchen gebunden.

Im Anschliff erkennt man, daß im äußeren Umfang die Chalzedonkugeln von etwa 1 mm Durchmesser aus 2—4 Ringschalen bestehen können, daß 2—3 miteinander verschmelzen und von weiteren gemeinsamen Schalen wieder zusammengefaßt umhüllt sind; die Kugeln reichern sich nach dem Achat I zu an und bilden an einer Stelle die erwähnte erste Lage über den freien Kristallenden des Achat I; sie nehmen mit der Entfernung von dieser Außengrenze des Achat II an Zahl ab, sind aber in diesem gar nicht gleichmäßig verteilt. — Die buchtig begrenzten Chalzedoneinschlüsse sind viel weniger zahlreich und auch ohne bestimmte Kennzeichen der Verteilung.

Die länglich faserig-stengeligen Einsprenglinge scheinen dagegen gleichmäßiger im Kalzitachat verteilt zu sein, welcher seinerseits sonst gleichartig gefärbt und

getönt ist, d. h. eine ziemlich gleichmäßige Verteilung von Feinquarz (und Eisenpigment) erkennen läßt.

Unter dem Mikroskop zeigen 1. die Kieselsäurekugeln ein grobstrahliges Gefüge kurzer dicker Individuen von Quarz, hie und da verwachsen mit größeren Pigmentkörnchen, 2. die buchtigen Einschaltungen bestehen aus sehr viel feineren und randlich regelmäßig strahlig verlängerten faserigen Quarzkörnchen; sie unterscheiden sich deutlich von den Kugeln und schließen höchstens ein feineres Pigmentkorn ein; sie erscheinen als in ihrer Form abhängige Zwischenfüllungen von kugelig begrenzten und mit Pigment randlich besetzten Restlücken: sie könnten vielleicht dem Kalzitwachstum angehören, von dessen kleinkugeligem Wachstum sonst keine Spuren mehr vorhanden wären, aber auch auf ähnliche Bildungen zu beziehen sein, welche näher am Außenrand zwischen den Quarzkugeln deutlich auftreten. 3. Die stengelig-faserigen Einschlüsse sind leider nicht mehr gut erhalten; ihre Interferenzfarben sind aber wesentlich andere wie die des daneben vorkommenden Quarzes; sie löschen aus wie einachsige negative Kristalle. Da die länglichen Kriställchen sich aus mehreren längs gerichteten Teilstücken zusammengesetzt erweisen, sogar sehr feinfaserig, wie sphärolithisch erscheinen, wobei auch kürzere, hie und da schief, nicht senkrecht oder strahlig eingewachsene, aber in die Stengelform eingepaßte Teilindividuen oder Sektoren bemerkt werden, so liegt es nahe, daß es sich um Pseudomorphosen handelt, wobei ich an solche denke, wie z. B. von Prehnit nach Laumontit im Intrusiv-Lagerstock von Niederkirchen oder Chalzedon bzw. von Quarz nach Skolezit in Talböckelheim selbst und in Wendelsheim.

Was diese Ansicht einigermaßen stützt, das ist die Tatsache, daß die Kristallteile an gewissen mittleren Ausgangsstellen ihrer gekreuzt oder faserig strahligen Gruppierung stärkere Eisenpigmentansammlungen von einer Körnchengröße besitzt, wie sie weder in den Quarz-Chalzedoneinschlüssen noch im reinen Kalzitachat des Stücks zu beobachten sind. — Die Kriställchen selbst sind nachträglich durch Eisenausscheidungen fleckig getrübt, wonach es sich also um ein eisenhaltiges Silikat handeln könnte. Der Form nach könnte das Mineral in vierseitigen Stengelchen mit rhombischem bis rechteckigem Querschnitt Laumontit oder ein Mesolith sein.

Dr. A. SCHWAGER hat sich der Mühe der schwierigen Untersuchung unterzogen, die einzelnen Teilchen chemisch und mechanisch voneinander zu trennen; er hat unzweifelhaft festgestellt, daß die stengeligen Einschlüsse keine Zeolithe mehr sind oder sonstige mineralisch verwandte Mineralien, welche vermutet werden konnten; sie bestehen tatsächlich aus Kieselsäure; vom Feinquarz wird 4,55% SiO_2 in KOH aufgelöst, von den drei anderen nicht zerkleinerten größeren Einschlüssen 4,10, was teils die Sphärolithen teils die Stengelchen betrifft und jedenfalls den Chalzedonteilen anderer Bildung angehört, während die Auflösbarkeit des Feinquarzes zum Teil auf dessen hohe Feinkörnigkeit zurückzuführen ist. — Die Stengelchen sind also unregelmäßig sphärolithisch in Chalzedon umgewandelt, da bei ihrer Auflösung in Fluß- und Schwefelsäure noch 3% Al_2O_3 und ungefähr 3% CaO_2 nachgewiesen wurde, so dürften diese Reste auf ein Kalktonerdesilikat, wahrscheinlich Skolezit, zurückzuführen sein. Der Gesamteisengehalt der Silikatbeimengung, welcher erst bei der Auflösung frei wurde, beträgt 2,07% und daneben 0,1% Mangan.

Wir sehen in diesen Einschlüssen in erster Linie eine deutliche Vergleichbarkeit mit gewissen Eigenheiten bei Enhydros, das faserige Silikat und die Chalzedon-

kügelchen weiterhin als frühe Ausscheidungen; es darf aber auch darauf hingewiesen werden, daß beim Kalzitachat bei einzelnen Stücken freie oder nahezu freie vollsphärolithische Bildungen auftreten (vgl. Fig. 4 Taf. IV), wie auch ebenfalls im Anfang der zweiten Generation bei beiden Achatarten Neigung zu Halbsphärolithen im großen und kleinen außerordentlich häufig ist.

Die stellenweise zweifellose Tatsache, daß solche Sphärolithe hier dem ältesten Teil der zweiten Generation angehören, daß ferner die Buchtenzwischenfüllungen auch daselbst auftreten, als Verbindungsmittel der Sphärolithe, möchte ebenso wie die nicht deutlichen Kristallendigungen der Stengelchen auf den Gedanken bringen, daß diese Gebilde samt und sonders als Zwischenbildungen zwischen erster und zweiter Generation entstanden sind und bei Beginn der letzteren vom äußeren Rand losgelöst und in den Kalzitachat vertrieben und da eingeschlossen wurden. Hiefür spricht auch noch ein sehr bemerkenswerter Umstand der chemischen Zusammensetzung; nach Dr. SCHWAGERS Feststellung besteht das, was Kalzitachat genannt werden kann, aus 68,02% Kalkkarbonat und 17,94% Feinquarz; wenn hierbei trotz mikroskopischer Prüfung noch vereinzelte Feinstteilchen der gröberen Einschlüsse sich beim Abschleimmen beigemischt haben mögen, so bleibt doch die Tatsache, daß hier wieder, wie in den anderen Fällen, Karbonat zu Feinquarz sich verhält wie 4:1. Die Kieselsäure der gröberen Einschlüsse wäre also überschüssig gegen die Menge, welche fast gesetzmäßig beim Kalzitachat beständig auftritt. Dies scheint zu beweisen, daß diese Einschlüsse dem Vorgang der Kalzitachatbildung nicht eigentlich angehören; da nun die Chalzedonpseudomorphose des Silikatminerals auch nicht im Innern des sonst unberührten Kalzitachats vorgegangen sein kann, sondern älter sein muß, so wird obige Anschauung sehr erheblich hierdurch gestützt. Daß in den Zeitzwischenräumen zwischen den beiden Generationen mit einer sphärolithischen Neubildung auch Umwandlungen an der Grenze der ersten Generation vorgehen, das ist für Fig. 4 Taf. IV schon betont worden und zeigt sich auch bei verschiedenen anderen Stücken im Voll-Achat (vgl. unten).

Das Vorkommen von Zeolithen in den Blasenräumen der Grenzmelaphyr-effusion der Pfalz ist mir aus der Gegend von Niedermohr bekannt, wo solches sowohl im Melaphyr selbst in Quarz-(Chalzedon-)pseudomorphosen beobachtet ist, als auch als Geröll in den darüber liegenden Melaphyrtuffen, welches Vorkommen mir seinerzeit (Erl. z. Bl. Zweibrücken 1904) der Anlaß war, anzunehmen, daß die Entstehung der Achatmandeln in die früheste Zeit der Diagenese des Effusivgesteins gehöre, wobei zu bemerken ist, daß die Zeolithe daselbst älter sind als die zweite Achatgeneration. Zeolithe (Skolezit) in Chalzedonpseudomorphosen der zweiten Achatgeneration sind mir in kleinen Klüften des gleichen Grenzmelaphyr-Mittellagers von Talböckelheim, wo die Kalzitachate vorkommen, und im vergleichbaren Horizonte des Grenzlagers von Mörsfeld-Wendelsheim in Massen bekannt. Auch hier gilt die Feststellung, daß die sämtlich als Chalzedon-Quarz-Umhüllungspseudomorphosen erhaltenen Kristalle nach Beginn der zweiten Generation umgewandelt worden sein mußten.

J. Gemischter Kalzitachat.

1. Zu anderen außergewöhnlichen Entwicklungen von Kalzitachat gehört zunächst ein Stück, in welchem über dem I. Achat (mit zwei Schichten von grobkristallinen Karbonatausscheidungen und einem, wie öfter, auftretenden Jaspisabschluß) zuerst einseitig seitlich ein schmales Band normalen weißlichen Kalzit-

achats folgt, das nach innen hin zunächst an einzelnen Stellen ein paar mit licht-rötlichem Kalzitachat wechselnde, schmale und breitere Bändchen von schwach gefärbtem dichteren Chalzedon hat, worauf nach der Mittenfüllung zu sich wieder breiter gebänderter hellrötlicher Kalzitachat anschließt; an anderen Stellen ist einfacher Übergang von typischem Kalzitachat in Chalzedon deutlich. Während der weißliche Kalzitachat normale Spaltbarkeit zeigt, hat es der rötliche nicht mehr, der Bruch ist unregelmäßiger, jedoch zeigt sich am frischen Anbruch noch eine schimmernde Oberfläche wie z. B. bei manchen feinkörnigen kristallisierten Kalksandsteinen der Flyschkieselkalke. — Während der erstere weißliche Kalzitachat in Säure sich rasch und vollständig unter Abstäuben des Feinquarzes auflöst, ist die CO_2 -Entwicklung bei dem rötlichen Achat viel langsamer und es bleibt ein Gerüst mit Bröckchen übrig wie bei Kalkhornsteinen, oder es hört die Gasbildung ganz auf; die Mittenfüllung besteht im inneren mittleren Abschnitt aus Quarz, seitlich aus Kalzit; es zeigen sich um sie herum Zerreißungssprünge von Klarkalzit, ebenso wie an dem weißlichen äußeren Kalzitachatband, welcher wohl wie sonst der Umkristallisation der ersten Anlage des Karbonats entspricht. Der beträchtlich höhere Quarzgehalt des rötlichen Anteils drückt sich auch darin aus, daß dieser Glas ritzt und am Messer Eisenspiegel annimmt. — Dieses eine etwas schlecht gebrochene Stück mit hohem SiO_2 -Gehalt genügt nicht zu chemischen und eingehenderen mikroskopischen Feststellungen. Mikroskopisch ist hier auch eine Art „Übergang“ zum einfachen Voll-Achat festzustellen; in der „Chalzedonzone“ sieht man noch dunkleren Kalzit in breiten Streifen innerhalb der Bänder mit sehr feiner Faserstruktur des ersteren auftreten, zum Teil auch in Körnchenverunreinigungen, wie auch in dickeren konzentrierten Ansammlungen; eine chemische Analyse müßte hier das umgekehrte Verhältnis der Mengenanteile feststellen; die seitlichen Grenzen zwischen kalzitreicheren und -ärmeren Streifen sind nicht regelmäßig und haben im kleinen die Form, wie sie in Fig. 16b u. c, S. 135 im großen dargestellt sind. Die ganz klaren kalzitifreien Chalzedonfaserbänder sind öfters mit einer dunklen Körnerzone gegen die Kalzitachat-führenden Bänder abgesetzt, welche wie eine randliche Verdrängungsanhäufung aussieht; es sind kleine Poren und können ausgelaugte Kalzitkörner darstellen; ich werde hierbei an die S. 128 erwähnten Feinquarzanhäufungen zu Seiten des Klarkalzits erinnern, welche vereinzelt beobachtet wurden; es wäre der umgekehrte Vorgang einer Rein-Chalzedonbildung mit Verdrängung des Karbonats. — Die mikroskopische Untersuchung weiterer Funde solcher Mischtypen dürfte manches Bemerkenswertes bieten, besonders hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit seitlichen Vordringens der beiden Typen gegeneinander nach Art der „Durchsinterung“ (vgl. unten).

2. Das in Fig. 16a—c, S. 135 in Projektion und Querschnitten skizzierte Belegstück ist leider nicht so völlig erhalten, wie man es seiner Wichtigkeit nach wünschen möchte. Es zeigen sich die deutlichen Reste des I. Achats mit einer Delessit-Anfangsschicht, über welcher einseitig Chalzedon tiefrot mit regelrechter Bänderung mit von außen vordringender Bleichung sichtbar ist; der mineralische Zusammenschluß ist indessen nicht so glasig dicht; der Bruch ist glatt, jedoch matt, ohne daß die Färbung gelitten hätte. Von einer Seite schiebt sich nun eine Zunge von Kalzitachat ein mit typischem rhomboedrischen Bruch und gegensätzlich mangelhaft pigmentierter Elfenbeinfarbe; die Zunge ist indessen nicht in die erwähnte Schichtung des rötlichen Chalzedons konkordant eingeschlossen, sondern diese stößt zum Teil spitzwinkelig an dem Kalzitachat ab, würde sich also in diesen fortsetzen, was man schattenhaft

zu erkennen meint; es ist das ja für diesen weißen Kalzitachat kennzeichnend, daß die oft sehr undeutliche Bänderung erst bei der Anwitterung erkennbar wird.

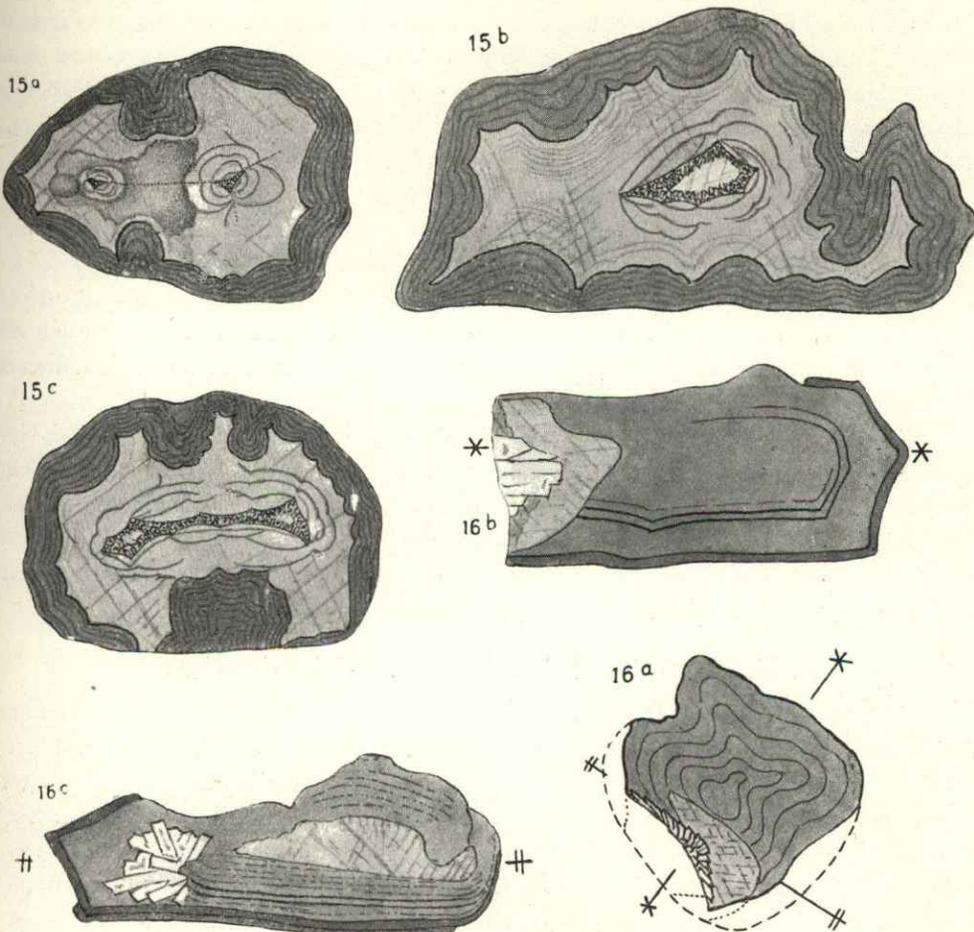


Fig. 15a-c. Kalzitachat vom Gangelsberg bei Duchroth; I. und II. Achat sehr deutlich; um die Mittenfüllung zeigen sich den Wachstumslinien des Achats und den Krümmungen der Mittenfüllung entgegengesetzt verlaufende Sprünge der Tutenkristallisation. — Fig. 16a-c; 16a Ansicht auf das Stück; 16b-c Querbrüche nach den in 16a gegebenen Richtlinien; zeigt an Kalzitstengeleinschlüsse sich anschließenden Kalzitachat in einem Chalzedon. (Voll-)Achat von Thalböckelheim.

Diese Kalzitachat-Einschaltung verbreitert sich nach dem entgegengesetzten Ende, woselbst (leider eine Anbruchfläche!) — wenig in der Längserstreckung von jenen abstrahlend — nun ein längsbündeliger „Septaleinschluß“ aus strahligem Kalzit — auf Achat I folgend — zu sehen ist, dessen Spitzen sowohl vom Chalzedon als dem Kalzitachat umwachsen (Fig. 16b) sind. Ein Querbruch zeigt nun hier die wichtigen Tatsachen: während seitlich noch etwas jene Kristallspitzen vom Chalzedon umwachsen sind, schließt sich der verdickte Hauptkörper des Kalzitachats ganz an diesen innen hellklar kristallisiert endigenden, außen etwas angewitterten Kalkspateinschluß an; es stehen also zweifellos die Breiteentwicklungen der beiden Ausscheidungen in gewissem Zusammenhang. Wichtig ist nun, daß die Kristallstengel zunächst von einem blaß-rötlichen Band Kalzitachat umwachsen sind, welches aber nach den am stärksten ausgewachsenen Spitzen zu (Fig. 16b) abbricht; wir haben also hier das besonders unten behandelte, aber auch schon bei dem S. 119

besprochenen Kalzitachat von Oberhausen beobachtete Auskeilen der Schichtbänderung gegen die „Septaleinschaltungen“ festzustellen. Es ist also nachstehende Entstehungsweise zu folgern: Auf dem ersten Achat von der Seite her ein Kalkspatwachstum in einem Bündel stengeliger Kristalle als „Zwischenbildung“ zwischen I. und II. Achat; einerseits auf der Gegenseite dieses Einschlusses bis zu ihm heranreichende gebänderte Chalzedonbildung, andererseits an die Hauptmasse des Einschlusses sich anschließende, nach der Mitte zu strebende Kalzitachatbildung, wobei die beiderseitigen Schichtungen ineinander verlaufen.

Es kann aus dem Mitgeteilten die Folgerung nicht abgewehrt werden, daß die Füllung einer Blase gelegentlich von zwei verschiedenen Seiten bzw. Richtungen in stofflich verschiedener Weise erfolgen kann, daß die eine für die Einwanderung der Kieselsäurelösung, die andere für die von Kalkkarbonat geeignetere ist und beide Lösungsabsätze gegeneinander und ineinander verwachsen und sich überwachsend eine körperliche Einheit bilden, was nur durch allmähliches Vorwachsen geschehen kann.

Es ist hinzuzufügen, daß derartige Zweiseitigkeiten auch für 1. und bei Gelegenheit der Mikrostruktur des Oberhausener Belegstücks S. 119 besprochen wurden, daß sie überhaupt geeignet sind, das erwiesene ursprüngliche Nebeneinander von Kalzitachat- und Voll-Achat-Füllungen verständlich zu machen. Wir werden unten bei einem Fund Voll-Achat sehen, wie der Vorgang der Kalzitachatbildung hier wohl mit einer etwas späteren Zufuhr von Karbonatlösung einsetzt.

K. Kalzitachat mit Anzeichen der Tutenstruktur.

Vom Gangelsberg bei Duchrot, der Fortsetzung des die Kalzitachat- und anderen Voll-Achat-Blasenfüllungen enthaltenden Mittellagers der Böckelheimer Porphyrit-effusion, stammt ein im allgemeinen normaler Kalzitachat von walzenförmiger Gestalt mit gut angedeuteter Bodenfläche, mit weißlichem, mürb gewordenen, fein geschichtetem Chalzedon-Achat I, weißlichem, durchscheinend fein gebänderten Kalzitachat II; eine Mittenfüllung aus Quarz und letztem Kalzit mit 6—8 flachbogig gegen diese vorspringender Begrenzung zeigt auf einer Seite besonders deutliche Septalräume, welche mit Quarz gefüllt sind und deren Begrenzung aus drei nach der Quarzfüllung konvex vorgebogenen Randflächen besteht (Fig. 15a—c S. 135) — Im Umkreis dieser inneren Füllungen und Grenzlinien sowohl der Hauptmittenfüllung als der Septalfüllung treten aber nun geradezu entgegengesetzt und etwas stärker gebogene Linien auf, welche tiefrot gefärbt sind und in deren Umgebung auch in die Spaltflächen des Kalzits eine rötliche Färbung gedrungen ist.

Diese Linien (S. 135 Fig. 15a—c), welche man obenhin als Sprünge bezeichnen kann, sind die Querbrüche von hauptsächlich nach innen konkaven und öfters auf die Mittenfüllung als zum Außenrand abzweigenden Flächen, welche nur einzeln in der Nähe der Septalräume nach außen zu als trichterartige Flächen sich fortsetzen und am Achat I abstoßen. Außerdem ist hervorzuheben, daß die nach innen vorspringenden Ecken und Enden ihrer Bogen und Bogenteile an und über den nach außen vorspringenden Ecken der Mittenfüllung liegen; das heißt: die Absetzungen der in Rede stehenden, die Bänderstruktur sonst durchschneidenden Flächen stehen daher in Beziehung zu den Winkelscheitellinien des Achataufbaues, woselbst beim Voll-Achat die Faserstruktur von beiden Seiten aufeinanderstößt (Taf. III Fig. 20) und oft eine scharfe „Begegnungsfuge“ ausgebildet ist — als solche hier auch bei Fig. 15a sichtbar geworden! — Die Flächen entsprechen den Hauptradien der Achatstruktur aber in entgegengesetztem Krümmungs-

sinn als die von der Blasenöhhlung abhängigen Achatringschalen. Es sind also keine beliebigen Druckzerreißungsflächen, sondern Strukturflächen, und wenn hinzugefügt wird, daß an einer breit bloßgelegten Stelle diese Flächen aus dichter Eisenoxydanreicherung eine zarte, zur Trichterachse senkrecht verlaufende Runzelung besitzen, so erkennt man leicht, daß es sich hier um Merkmale der Tutenstruktur handelt, welche ich in Geogn. Jahresh. 1903 und 1913 ausführlich behandelt habe.

Ein zweites Stück mit deutlichen, aber schwach entwickelten Strukturanzeichen gleicher Art fand sich bei Talböckelheim und zwar in einer gangartigen Füllung, welche oben beschrieben wurde.

Es treten also hier jene an schalig-feinbänderigen, konkretionären Kalkabsatz gebundenen Wachstumsstrukturen in trichterartig gebogenen Keilen (bzw. umgestürzten Kegeln) auf, welche 1. bei den vollkommenen Tutenkonkretionen von innen nach außen geordnet sind, so daß die Trichterflächen sich nach außen öffnen; höchst bezeichnender Weise ist dies beim Kalzitachat umgekehrt; 2. ist die Entstehung derartiger Strukturmerkmale nicht an diffusionsartige Pigmenteinwanderungen gebunden, sondern an bänderungsartige Auskristallisationen in viskosen Medien (vgl. Geogn. Jahresh. 1913 XXVI S. 287—288) wie z. B. auch an die Bildung von Frostkristallisationen in Gelatinelösung.

Wenn wir nun für die Tutenkristallisation im Anschluß an Beobachtungen von DEECKE gefolgert haben, daß um die Achsen der Tutentrichter herum ein rascheres Vorschreiten der Kristallisation stattfindet und in den Zwischenräumen erst ein Ergänzungswachstum, so würden beim Kalzitachat die Tutentrichter-räume mit den Septalräumen zusammenfallen. — Wiewohl nun zwar die Septalräume beim Voll-Achat als Räume verhinderten Eindringens von Kieselgel erklärt wurden, so konnte aber gerade für sie festgestellt werden, daß in ihnen ein bevorzugtes Kalzitwachstum stattfindet und daß dieses auch ein gelegentlich schon gleichzeitiges Achatwachstum auf Einhaltung einer gewissen Entfernung von sich abdränge. Wir haben also für den Kalzitachat gerade in den Septalräumen die Anzeichen eines bevorzugten Kalzitwachstums zu erwarten, was nun durch die gelegentliche Auffindung der Tutenstruktur bestätigt ist; das Auftreten von Kalzitkristallen als Einschaltung in verbreiterten Septalräumen ist ja auch oben S. 119 und S. 97—98 festgestellt, bleibt jedoch beim Kalzitachat selten. Besonders zeigte sich bei dem zu Textfigur 16 beschriebenen Stück mit zweiseitig verschiedenen Achatarten in einer Mandel, daß die Kalzitachatbildung da am stärksten ist, wo auch gleichzeitig eine Septaleinschaltung aus Kalzit auftritt. Hier war die Seite der Zuführung der Lösung zur Zeit des II. Achats noch die Seite, auf welcher in der Zwischenzeit zwischen Achat I und II schon Kalklösung eindrang und ausfiel; ein anderes Stück (vgl. unten) zeigt das umgekehrte Verhalten.

Die gelegentliche Entstehung der Tutenstrukturmerkmale wäre an ein schichtig gebändertes, faserig auskristallisiertes Vorstadium geknüpft, deren Anzeichen wir in besonderen Fällen beim Kalzitachat festgestellt haben (S. 116, 120), welche aber häufig bei der Umkristallisation aus dem labilen Vorstadium in Kalzit¹⁾ verschwanden. Diese Strukturflächen sind vielleicht deswegen so selten, weil die Faseranlage in den meisten bis jetzt beobachteten Fällen nicht in die Mitte des II. Achat (S. 130) hinein-

¹⁾ Bei dieser Umkristallisation und dem dazu nötigen Lösungsnachschub scheinen auch Mengen der Eisenoxydlösung mitbewegt zu werden, da die an die Spalten angrenzenden Breiten stark gefärbt sind (vgl. hierzu auch S. 128 oben).

reicht. Hinsichtlich der Anlage solcher Flächen sei daran erinnert, daß O. LEHMANN in seiner Molekularphysik die Bedingungen zu solchen ründlichen Zerspaltungen dargelegt hat, welche auf den vorliegenden Fall angewendet werden können (vgl. Über Tutenmergel etc. in Geogn. Jahresh. 1903 XVI. S. 229—230).

L. Wechselnde Karbonatfällungen in der Schichtung des Kalzitachats.

In den meisten Fällen ist das Karbonat des Kalzitachats einheitlich und reiner Kalkspat, behält so bei der Verwitterung eine gleichmäßig elfenbeinartige Färbung. Bei einzelnen Stücken zeigt sich aber, daß daneben noch ein Karbonat auftritt, welches in licht-graubrauner Farbe verwittert, entweder in frischem Bruch schon eine merkbar verwandte Tönung hat oder wie in zwei Fällen die Himbeerfarbe des Manganspats in allerdings schwächerer Tönung aufweist; diese Färbungen sind nicht zu selten, sie sind beobachtet im Achat I, in den äußeren sphäroidisch gekrümmten Schichten mit Chalzedonzwischenhäuten des Achat II, dann auch ganz zuletzt gegen die Innenfüllung zu, beidemale mit elfenbeinweißem Kalzitbändern wechselnd, ebenso einmal in einem Septalraum. In einem Fall war es möglich, so viel Stoff rein abzulösen, um das Karbonat chemisch festzulegen; Dr. SCHWAGER bestimmte hier bei einem spez. Gewicht von 2,646—2,65 und bei einem Rückstand von Quarzkieselsäure (Feinquarz), geringen Anteilen Faserchalzedon, mit 31,20% neben $\text{CaCO}_3 = 68,91$ noch $\text{MgCO}_3 = 0,31$, $\text{FeCO}_3 = 0,35$, $\text{MnCO}_3 = 0,27$ (im ganzen 101,04). Was den Manganspat-artigen Achat I (innere Schicht) eines Stückes betrifft, so muß bei diesem der Gehalt an MnCO_3 größer sein, da nach einer Bestimmung Dr. SCHWAGERS z. B. ein nur wenig stärker gefärbter Braunspat von Imsbach mit 52,83 CaCO_3 , 21,47 MgCO_3 , 1,28 FeCO_3 schon 24,47% MnCO_3 enthält.

An einzelnen kleineren Stücken bildet dieses gelbbraun verwitternde Karbonat ähnlich wie die feine Kieselsäureausscheidung an ähnlichen Stellen bei anderen Stücken (vgl. oben S. 116, 119) eine Art Abschluß des elfenbeinfarbenen Feinquarkalzits und ist auch begleitet von Kieselsäureausfällung innerhalb seines Schichtauftretens. — Vielleicht darf hiermit das Auftreten in der Umgebung der Mittenfüllung und des Septalraums als Abschluß der gesamten Ausfüllungen in Beziehung gesetzt werden. Auch dieser Wechsel scheint für eine schichtweise Rindenanlagerung, wie solches auch hinsichtlich der Einschaltung von faserigen Kieselhäuten allein geschlossen wurde (S. 120 oben) zu sprechen.

Diese verschiedenen Karbonatbeimengungen stellen auch ein äußerst empfindliches Anzeichen dafür dar, ob irgend welche Veränderungen im Karbonatbestand und im Pigmentbelag vor sich gegangen sind, wobei ich übrigens die Beobachtung zu verzeichnen habe, daß sogar das Scheibchenpigment an den leichter zugänglichen Schichtgrenzen wenigstens durch die Verwitterung der betreffenden Schicht nicht wesentlich verändert wird.

An den in Taf. IV Fig. 6 und Fig. 7 gezeichneten Querschnitten sei das Verhältnis der verschiedenen Schichtarten zum Gesamtaufbau noch etwas näher dargelegt.

Es läßt sich in den verschiedenen Bruchstücken der verästelten Blase deutlich feststellen, daß über der Generation I zuerst ein rein elfenbeinweißer Kalzitachat folgt, der eine Anzahl von engeren Blasenenden für sich erfüllt; er mündet Taf. IV Fig. 7 von rechts ein und setzt sich in kleiner Auskeilungsfortsetzung noch in die Hauptbildfläche fort, welche entsprechend der Verbindungslinie der beiden Kreuzchen rechtwinklig abgelenkt ist. Darauf folgen die dunkel gehaltenen, Mangankarbonat und Chalzedon enthaltenden kugelig struierten Schichtlagen, welche nach

innen zu eine dichte Lamelle elfenbeinweißen Kalzitachats einschließt, welche auch mikroskopisch durch ihre lamellöse Dichte auffällt. Nach einem dunklen Trennungsband folgt innen der Elfenbein-Kalzitachat.

In Fig. 6 fehlen die äußeren weißen Bänder; es keilen aber auch nach rechts die Mangan-Chalzedonbänder scharf aus und so greift die innere Elfenbein-Achatfüllung auf die I. Generationen über, welche, wie an einem senkrechten Abbruch (+ +) zu sehen, an dieser Stelle hervorragend dünn war. Es ist bemerkenswert, daß diese Stellen des Auskeilens der Schichten zusammenhängen mit eckigen, zum Teil scharfkantigen Aufbiegungen des umgebenden Gesteins gegen die gerundete Blasenform; ein Ergebnis, welches bei ganz gleichen Erscheinungen des Auskeilens und des Übergreifens im Chalzedonachat durch ganz gleichartige Vergesellschaftung mit Abbiegungen der äußeren Blasenform bestätigt wird (vgl. unten das Kapitel über die Septaleinschaltungen beim Voll-Achat und die Beziehungen zu Einzelheiten der Blasenform).

M. Die möglichen Umwandlungen in der Färbung und im Bau des Kalzitachats.

Zu den Umwandlungen, welche der Kalzitachat erleidet, gehört zunächst die bei der Beschreibung der Schiffe öfters erwähnte etwas unregelmäßige Umkristallisation in der äußeren ersten Achatgeneration, welche aber seltener bis zu deren Innengrenze heran- oder etwas über sie hinausreicht. In dieser Zone ist dann auch öfters eine feine Chalzedonbildung deutlich, welche auf Kosten des Kalzitachats vor sich gegangen ist; die Pigmentzüge sind hierdurch wenig oder nicht verändert. Ebenso treten hier bisweilen unter dem Mikroskop deutliche Dendriten von hellgelbbraunem Limonit auf, welche gleichfalls den Verlauf des rotbraunen primären Eisenpigmentzugs nicht verändern; sie stammen offenbar aus einer jüngsten Verwitterung des in der Außenzone häufiger etwas gemischten Karbonats (vgl. Kap. O. die Ergebnisse der chemischen Untersuchung der Mineralsubstanz des Kalzitachats und das vorhergehende Kapitel L.); die ersterwähnten Umwandlungen gehören aber zu den ältesten Vorgängen dieser Art.

Die gleichmäßige Verockerung in diesen Lagen mit Mangan und Eisenkarbonatbeimengung zeigt, wie Umwandlungen dieser Art vor sich gehen und daß nicht die Pigmentarmut in den weißlichen und hellen Abarten des Kalzitachats, selbst des feinst geschichteten Kalzitachats auf einer Ausziehung des Eisenpigments beruht. — Umgekehrt ersieht man auch in den meisten Fällen, wo Pigment in der äußeren Zone gehäuft auftritt, daß dieses ebenso wenig auf einer Einwanderung hier, wie die weißliche und hellere Färbung im Innern auf einer Bleichung beruhen kann. Man vergleiche hierzu auch die sekundären Umwandlungen im Pigment des Voll-Achats und das Kapitel L.

Eine weitere naheliegende Umwandlung ist die nicht gar seltene aber auch nicht häufige der Auflösung ohne Umkristallisation, wenn durch Sprünge Tagwasser zugeführt werden; es bleibt das staubige Mehl des Feinquarzes in den davon betroffenen Schichten zurück, das entweder weißlich oder rötlichbraun ist. In seltenen Fällen tritt eine mergelartige Neubindung dieses Quarzmehles an Ort und Stelle im Innern des Kalzitachats ein.

Über Umwandlungen und scheinbare Fremddabsätze in der Nähe der Mittenhöhlung und an der Grenze von Klarkalzit und Kalzitachat bei einzelnen Vorkommen vergleiche S. 128—129.

N. Nachbarliche Vergesellschaftung der Kalzitachatfüllungen mit anderen Füllungen; Schlußfolgerungen.

Der typische Kalzitachat kommt, wie schon bemerkt, in einem Mittellager der Grenzeffusion bei Talböckelheim an der unteren Nahe zusammen mit Blasenfüllungen vor, welche auch normalen Achat auffinden lassen, wobei aber die Häufigkeit des örtlichen Auftretens beider Arten im umgekehrten Verhältnis zu stehen scheint. Mit dem Kalzitachat enger vergesellschaftet sind Blasenfüllungen, welche außen eine erste Randgeneration zeigen mit einer oder mehreren Schichten verlängerter Kalzitkristalle, hie und da mit schwachen Zwischenlagen oder Abschlüssen von Jaspis, am Boden nicht selten auch die selbständig scheinende wie sedimentäre, manchmal durch eine feinkörnig gewellte Einschaltung geschichtet aussehende, mehr oder weniger dicke Ausfällung. Darüber legt sich nun eine häufig klare, seltener rötlich gefärbte Kalzitbildung entweder in einem oder in mehreren Kristallen oder auch in engstrahlig gewachsenen Stengelbündeln, welche nichtsdestoweniger wie erstere Kristalle völlig raumausfüllend sein können. Eine weitere „Mittelfüllung“ fehlt hierbei vollständig; ich halte daher diese stark nach innen auswachsende Kalkspatdruse für gleichwertig jenen etwas zurücktretenden Kalziten, welche in Voll-Achaten über der ersten Generation oft in einzelnen Kristallgruppen oder in strahligen Stengelbündeln nach der Mitte zu wachsen (Fig. 16 S. 135) und von der zweiten Achatgeneration überwachsen werden. Es ist die Frage, ob nicht diese Ausfällung, sofern sie rascher vorwuchs, verhindert hat, daß eine zweite Generation eigentlichen Achats oder Kalzitachats sich einstellen konnte, oder ob umgekehrt das Ausbleiben der letzteren Anlaß war zur endlich völligen Kalziterfüllung. Hierzu sei folgende Beobachtung noch mitgeteilt.

Ein großes Gesteins-Handstück zeigt eine Blasenfüllung von Kalzitachat mit ganz aus blaurotem Chalzedon bestehendem Achat I, mit Quarzfällung in der Mittelhöhlung und Klarkalzit in der Wölbung gegenüber einer ausgesprochenen Bodenfläche (Talböckelheim). Die Außenseite des Achat I ist an einer Stelle mit einer dünnen, außen von einer Kalzithaut begleiteten Delessitbildung überzogen. — In unmittelbarer Nähe dieser großen Blasenfüllung finden sich viele kleine Bläschen, unter welchen nur an einer beschränkten Seite bei einzelnen nebeneinander liegenden die schalige Chalzedonfüllung mit Delessit-Kalzithaut zu beobachten ist. Die Füllung ist ganz derart erhalten wie der Chalzedon des Achat I der erwähnten großen Blase, womit ich sie unbedenklich gleichsetze. Vereinzelt sind daneben Mandeln mit dünner Delessithülle, mit halbsphärolithisch vorgewachsenen dickfaserigen Hämatitausscheidungen, wie sie als Erstausscheidungen den erwähnten Chalzedonmandeln und der ersten Achatgeneration an mehreren Stücken zu beobachten sind;¹⁾ sie füllen hier die Blasen ganz aus oder lassen einen nach innen erst raumabschließenden Klarkalzit folgen, welcher auch gelegentlich überwiegen kann. Am häufigsten sind aber in der Umgebung der großen Blase Mandeln mit nachstehender Reihenfolge: außen Kalzit mit einem dickeren Delessit-(Chalzedon)wachstum, welches schwach aber deutlich geschichtet ist, sehr häufig mit kleinkugelig geperlter Innenoberfläche, aber auch nicht selten mit einem Abschluß des Resthöhlenraums der Blase durch ungefärbten Kalzit; die Färbung des Delessits läßt sich mit heißer Salzsäure ausziehen, wobei ein ziemlich dichtes aber mürber gewordenes Gerüst verbleibt, das wie der Delessit aus optisch positiven Fasern besteht.

¹⁾ Wahrscheinlich handelt es sich hier um Sphärolithen von bei weiteren Wachstumsvorgängen oxydiertem Goethit, der im Innern der Chalzedonbildungen stets wohl erhalten ist.

Eine einzige Quarzfällung zeigte sich in der Umgebung an einer kleinen Blase mit schmaler Kalzit-Delessitkruste; es ist ein durch Opal bläulich getrüüber dichter Quarz, der an der Bruchstelle keine Kristallflächen zeigt.

Es zeigt sich also, daß in der Umgebung der großen Blase die kleineren Bläschen voll erfüllt wurden mit Ausscheidungen, welche durchaus einer ersten randlichen Generation des Mandelwachstums jener angehören; daß in vereinzeltten Fällen die Ausfüllungen noch vervollständigt wurden durch Kalzitausscheidungen, welche der allgemeinen Kalzitzwischenbildung (vgl. unten beim Voll-Achat und oben bei Enhydros) zwischen der ersten und zweiten Generation einzuordnen sind; daß also diese kleinen Bläschen zur Zeit der Entstehung des Kalzitachats, dessen Entstehung angezeigt ist durch den „Zwischenkalzit“ im Innern der Delessit-Blasenfüllung, schon voll erfüllt waren; so glaube ich auch, daß die vereinzeltte Quarzfällung der Kieselsäurefällung des Achat I noch zuzurechnen ist. Es hat hier den Anschein, daß diese Kieselsäureausfüllungen in gewissem Gegenverhältnis stehen mit den Delessit- und Seladonitausscheidungen der Nachbarschaft, welche wieder, wie dies in vielen anderen Fällen zu beobachten ist, mit den Kalzitausscheidungen der ersten Achatgeneration in näherer Beziehung zu sein scheint.

Aus der ganzen Gruppierung der Ausscheidungen um die große Blasenfüllung ist also folgendes zu schließen. Die vielen kleinen Blasen werden selbstverständlich bei dem Lösungszug zum großen Blasenraum zuerst bedacht und können demgemäß auslesend und vermindernd auf die Füllung der großen Blase wirken. — Darnach nähert sich zuerst das Seladonit und Delessit mit Kalzit ausscheidende Lösungsgemisch, von welchem die große Blase nur noch einen geringeren Rest abbekommt; sodann erst tritt daneben und näher der Blase in einigen kleinen Blasen darüber Eisenoxyd in faserig-strahligen Kugeln als Erstausscheidung (S. 140¹) und darüber, erstere umhüllend, schwach gefärbter Achat-Chalzedon auf; dieser fehlt in einem größten Teil der kleinen, noch innerlich teilweisen hohlen äußeren Blasen, woraus ich schließe, daß hier der Kieselsäurelösung der Durchtritt durch die schon vorhandenen Ausscheidungen verwehrt war; die Zweitausscheidung der Generation I kann also hier überhaupt nicht auftreten. In den Außenbläschen tritt nun öfter eine reine Kalzitbildung auf, welche ohne eine Mittenfüllungsgrenze zu haben, den Kalziten gleichzustellen sind, welche als Zwischenkalzit (oder als Anfangsausscheidung des Achat II) überall im Voll-Achat auftreten und in der großen Blase noch fehlen; dann tritt der eigentliche Kalzitachat erst in letzterer auf, welche in den kleineren Blasen ebensowenig festzustellen ist, wie der Chalzedon I; Kieselsäure dringt hier weniger durch, sondern mehr Karbonatlösung, wobei ich vermute, daß die Karbonat-Delessitbildung ursprünglich einem Gelgemisch entspricht und als solches in diesem Falle weitere Durchdringung verhindern kann. Wir haben also hier eine räumliche Verteilung der Ausscheidungen, welche neben der Tatsache allmählicher Raumerfüllung deutlich ein zeitliches Nacheinander erkennen läßt und welche in größeren Blasen sonst einer Aufeinanderfolge von außen nach innen entspricht; letztere kann daher nicht als eine Differenzierung in einem einheitlichen Vorgang in jeder Blase betrachtet werden. Im Gegensatz zu der hiermit nahe gelegten Reihenfolge setzen wir die Voraussetzungen der Diffusionstheorie nach LIESEGANG, welche einen einmaligen Vorgang bei völliger Blasenfüllung fordert!

2. Es ist hierzu auch noch das seltenere Auftreten von Kalzitachat in Intrusionsgesteinen bezüglich der Vergesellschaftung mit anderen Füllungen zu besprechen. Neben dem Originalstück, das einen deutlichen und reinen Kalzitachat I besitzt,

fanden sich noch andere, in denen die erste Generation ersetzt ist durch wirre stalaktitoide Auswachsungen seladonitisch gefärbter Ausscheidungen, auf welche der Kalzitachat mit einem Mittenfüll-Quarz folgt. Eine größere Blasenfüllung mit deutlich ausgeprägtem Boden zeigt die oben gekennzeichnete erste Generation; darüber an der Seite einer starken Wandinbiegung als Letztbildung der ersten Generation folgt stark einseitig ausgewachsener, sonst ringsumlaufender Quarz in dickeren Kristallen mit gut ausgebildeten Endflächen. Ich rechne diesen Quarz wie im vorhergehenden Fall zur ersten Generation; er ist erst vom Kalzitachat mit regelrechter Quarzmittenfüllung überwachsen. — In der Nähe dieser Blasenfüllungen fanden sich wieder Mandeln mit einheitlichem weißlichen Kalzit und einer wechselnd dicken Delessitkruste als erste Generation, an welche sich öfters konzentrisch geschichtete Kalzit-Delessit- bzw. Seladonitsektoren mit Klarkalzit in ihrer Mitte an die Ansatzfläche anschließen und sich zur ersten Generation zugehörig erweisen.

Die innerste Kalzitausfüllung ist auch öfters strahlig-stengelig und von einem Punkt ausgehend; ich erachte diese Kristallbildung als gleichbedeutend mit dem „Zwischenkalzit“ (vgl. unten), wie er auch als Septaleinschaltung an dem hier gefundenen Originalstück von Kalzitachat (Taf. IV Fig. 5) auftritt; wir hätten also auch hier Kalzit und Quarz als Zwischenbildung, welche bei kleineren Blasen den ganzen Raum einnehmen; die größeren Blasen erhalten hier, wie es in anderen Fällen scheint, nur den Rest der nach der oft beschränkteren ersten Achatgeneration verbleibenden Lösungen.

Wenn wir bedenken, daß hier die gleichen Verhältnisse zwischen den Kalzitachatfüllungen und den Delessit-Kalzitausscheidungen getrennt davon bestehen, so darf hieraus auf eine Gesetzmäßigkeit geschlossen werden, welche die Folgerungen bei I. stützen und bestärken.

O. Zur Chemie des Kalzitachats und Achats.

Es wurde in diesem Jahreshaft S. 42 schon eine Analyse des Kalzitachats nach Dr. A. SCHWAGER mitgeteilt nebst seinen Feststellungen über die chemischen Eigenschaften des Quarzrückstands (s. Tabelle unter I u. Ia). Es schien mir wichtig, hierüber aus den vermehrten Untersuchungsstücken noch einige Feststellungen durch Dr. SCHWAGER machen zu lassen; es wurden besonders noch zwei gefärbte Stücke, von welchen eines (III) tief dunkelbraunrot ist, untersucht. Außerdem ist hier auch die Karbonat- und Rückstandsbestimmung eines eigenartigen Kalzitachats mit Einschlüssen (IV) aufgeführt, welche oben näher besprochen ist, in V der Achatkalzit der ersten Generation mit bräunlicher Verwitterung. Im Gegensatz hierzu ein gleichmäßig aber schwach (vgl. unten) gefärbter Voll-Achat VI.

	I	Ia ¹⁾	II	III	IIIa	IV	V	VI
SiO ₂	20,90	20,00	15,15	15,35	31,15% + Fe ₂ O ₃	17,94 + 14,94	31,20	97,69
CaCO ₃	79,10	79,02	84,42	83,92	63,75	Spuren	68,02 + (3% CaO)	0,0009 (CaO)
Fe ₂ O ₃	—	0,10	Spuren	1,60	4,05	2,07	—	0,54 (Fe ₂ O ₃)
Al ₂ O ₃	—	0,23	—	—	—	3,0%	—	0,0061 Sp.
MgCO ₃	—	0,40	Spuren	0,09	Spuren	—	0,31	0,0005 (MgO)
FeCO ₃	—	—	—	—	—	—	0,35	—
MnCO ₃	—	—	—	Spuren	1,05	0,1 (MnO)	0,27	0,0019 (MnO)
S	—	—	—	—	Spuren	—	—	Alk Sp.
P ₂ O ₅	—	—	—	—	—	—	—	0,0005
								Glühv. lufttr.
Spez. Gew.	2,677	2,740	2,652	2,721	—	2,646	2,646	(+ Org.) 0,76

¹⁾ Angefertigt von Dr. W. SIEBER (Prof. WITTSTENS Labor.) in München.

Zur Erläuterung der Analysen im Hinblick auf das mineralische Verhalten sei hinzugefügt, daß die mikroskopische Untersuchung des quarzigen Rückstands hier und bei noch einer Anzahl anderer Stücke aus zwei Bestandteilen besteht: 1. aus dem Feinquarz, der in allen Proben eine ganz gleichmäßige Feinheit aufweist; die Korngröße ist sehr gering, bei einer Vergrößerung von 580 kann das Korn als solches gerade erkannt werden. Nur in einzelnen besonderen Fällen kommt daneben noch 2. ungleich größeres Quarzkorn vor, welches den vereinzelt auftretenden dünnen Quarz- oder Chalzedoneinschaltungen angehört, welche, wenn die Masse nicht vorher zerrieben wird, in häutigen Schalen im Rückstand auftreten. — Zwischen beiden Ausscheidungsarten ist aber kein Übergang zu beobachten, wie sie auch morphologisch sehr verschieden auftreten. In den Proben IIIa und V wurde das Vorhandensein einzelner feiner dünner Einschaltungen von Chalzedon mikroskopisch im Dünnschliff und im Auflösungsrückstand schon vor der SiO_2 -Bestimmung festgestellt; daher die höhere Zahl für SiO_2 in diesen Proben und das Zurücktreten des Karbonats. Weiter ist zunächst festzustellen, daß auch chemisch im wesentlichen der Kalzitachat (V) der ersten Generation sich gleich dem Achat II verhält, obwohl in diesem, vergleichbar der häufigeren selbständigen feinen Chalzedonausscheidung, im allgemeinen ein höherer SiO_2 -Gehalt zu erwarten wäre. Andererseits ist zu bedenken, daß geringe Klarkalzit-Anreicherungen, welche ja nirgends ganz fehlen oder auch im Innern eines scheinbar ganz gleichmäßigen Kalzitachat-Stückes auftreten können, (die bei I und Ia sicher geringfügig waren) auch den Kieselsäuregehalt zu Gunsten des Karbonatgehalts (vgl. II und III) etwas herabdrücken können. Der große Unterschied im spez. Gewicht zwischen solchen Analysen wie II und III läßt sich vielleicht daraus verstehen, daß der Klarkalzit in wechselndem Maße Flüssigkeits- und Gaseinschlüsse einschließt (vgl. S. 106, 118, 121).

Bei V ist auch wieder auffällig, wie verhältnismäßig geringe Beimengungen von Mangan- und Eisenkarbonat eine so bemerkbare Anwitterungsfärbung verursachen. Bei IIIa sind auch Spuren von Mangan die Ursache, daß das starkwertige Rot des Eisenoxyds einen deutlichen Stich ins Violett erhält.

Das unter IIIa angeführte Stück ist das mit tiefster Färbung bei einer recht dichten gleichmäßigen Setzung kleinster, meist sehr unregelmäßig großer, erst unter dem Mikroskop sichtbarer Erzkörnchen, während III lichter gefärbt ist und schon mit der Lupe unterscheidbare, recht gleichmäßige Körnchen besitzt; in beiden Fällen bemerkte ich ganz vereinzelt Schwefelkieskörnchen, wie dies auch für das Exemplar gilt, dessen Analyse in Ia mitgeteilt wurde. Bei einem an Klarkalzit reicheren Stück wurde auch etwas Gips im Rückstand mikroskopisch gefunden.

Am auffälligsten tritt das $\text{SiO}_2:\text{CaCO}_3$ hervor bei Stück IV; hier haben wir einen Kalzitachat mit großen Sphärolith- und Zwischenfüllungseinschlüssen aus Quarz und mit Pseudomorphosen aus Chalzedon, von welchen es aus besprochenen Gründen sehr wahrscheinlich ist, daß sie älter als der Kalzitachat sind und bei dessen Entstehung vom Rand her aufgebröselt und nachträglich eingeschlossen wurden. Der festgestellte Feinquarzgehalt des Kalzitachats entspricht nun trotzdem einem Viertel des Karbonatgehaltes, wie dies besonders das Musterstück I und Ia zeigt, welches die gleichmäßigste Feinquarzverteilung und die gleichmäßigste Kalzit-ausbildung hat.

Ein Ergebnis scheint aus diesem gefolgert werden zu müssen, zunächst daß da, wo kristallographisch deutlicher gestaltete SiO_2 in der Masse neben dem Feinquarz auftritt, diese als eine neue und besondere Zugabe zu betrachten ist und

nicht auf Kosten des Feinquarzes zu rechnen ist und umgekehrt, daß das scheinbar nachträgliche Hinzutreten von CaCO_3 als Klarkalzit auch den gesamten Karbonatgehalt zu erhöhen geeignet ist. Man wird also darauf verwiesen, daß ein gewisses gesetzmäßiges Verhalten in dem Zusammentreten der beiden Minerallösungen zu einem Mineralgemenge bestehen müsse und man wird diese Mischung am besten in dem Verhältnis 1;4, wie das die Analyse der gleichmäßigsten Probe zeigt, sehen dürfen.

Es ist bekannt, daß die Kolloide in zwei Gruppen zerfallen, welche elektrolitisch verschieden geladen, sich gegenseitig ausfällen; auf der einen Seite befindet sich das (positive) kolloide Eisenoxyd, auf der anderen die (negative) kolloide Kieselsäure, welche auch durch zugesetzte Elektrolyten ihren Ladungssinn schwer ändert. Weiter ist festgestellt, daß verhältnismäßig wenig kolloides Eisenoxyd dazu gehört, um beträchtlichere Mengen von Kieselsäure auszufällen. Bezüglich des kolloiden kohlen-sauren Kalks ist man bis jetzt auf Vermutungen angewiesen.¹⁾ Es wäre auch denkbar, daß keine unmittelbaren Fällungseinflüsse auf diese selbst wirken und das angegebene Zahlenverhältnis ein mittelbares ist, insofern als die geringe Menge Kieselsäure, welche den Kalzitachat kennzeichnet, durch eine weit geringere Menge Eisenoxyd gefällt wird und hierdurch eine gleichbleibende Menge von Kalkkarbonat als Rest verbleibt.

P. Form der Blasen beim Voll-Achat und Kalzitachat.

Es wurde oben für Enhydros und die Bänderachate von Uruguay die nicht selbstverständliche aber naheliegende Ansicht ausgesprochen, daß die flache Seite der Blasen die Unterseite darstelle und daß gewisse Eigenheiten der Struktur auf diese Lagerungsform zurückzuführen wäre, was auch für einzelne Strukturen beim Kalzitachat gelte, ferner daß sich hier im Achat I eine Bildung fände, welche manchmal als ein kalzitischer Bodensatz bezeichnet werden müsse, der freilich auch nicht stets auf diese Bodenfläche beschränkt bleibt. Es sind nun darauf hin Beobachtungen an den Fundaufschlüssen am Gangelsberg und bei Talböckelheim gemacht worden, welche diese Ansicht bestätigt haben: die flachen Seiten sind durchaus nach unten gerichtet, wenn auch nicht immer horizontal, was einerseits bei der allgemeinen Schichtaufrichtung mit 15—20° nicht befremdet, andererseits auch durch den Magmenfluß auf steilerer Untergrundböschung und die geringere magmatische Ausgleichung vor rascher Erhärtung zu erklären ist.

Festgelegt ist auch bei kleineren benachbarten Blasen, daß die flachen unteren Seiten einander fast parallel liegen und daß bei etwas schiefer Lage der Blase die obere Wölbung ihr Höchstmaß einseitig nach der höher gelegenen Hälfte der Blasenachse verlegt hat, während die tiefere Endigung nach unten zugespitzt ist (Textbild 19a—d). Diese Form der Blasen bzw. ihrer Füllung ist recht häufig aufzufinden.

Die Entstehung dieser Blasenformen dürfte folgendermaßen zu geben sein: das an der Oberfläche bzw. unter Wasserbedeckung fließende Magma hat Gasverluste nach oben, hierdurch wird hier der Gasdruck geringer, die Blasen bewegen und wölben sich daher stärker aufwärts, so lange die Belastung durch das Gewicht des Magmas selbst nicht zu groß ist; zugleich wird aber auch durch die Gasabgabe das

¹⁾ Herrn Dr. SPENGLER von der fürstlichen Versuchsanstalt in München habe ich angeregt, sich solchen Versuchen, welche, wie ich meine, für die Erklärung mancher lithogenetischen Fragen von Wichtigkeit sind, zu widmen.

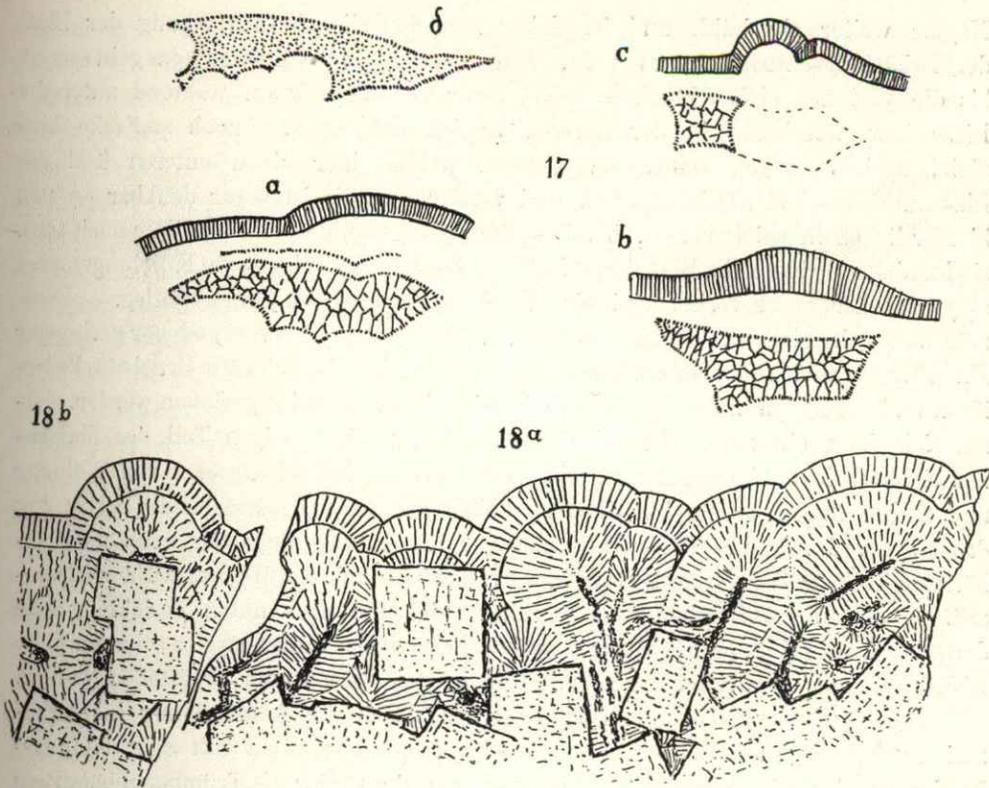


Fig. 17 (a-d). Verschiedene Formen einer Quarzeinschlutung im Kalzitachat I auBerhalb der durch ein (schraffiertes) Chalzedonband gekennzeichneten Grenze gegen den Kalzitachat II, in d von der Oberflache (punktiert) gesehen (vgl. Taf. IV Fig. 14 und S. 100 bzw. 128).

Fig. 18. Innengrenze der I. Generation des Kalzitachats (vgl. S. 145 und Taf. IV Fig. 6 u. 7). Karbonatrhomboider mit Moosachat-artigen Anwachsungen, welche von Chalzedon an der Grenze gegen die II. Generation umhüllt sind.

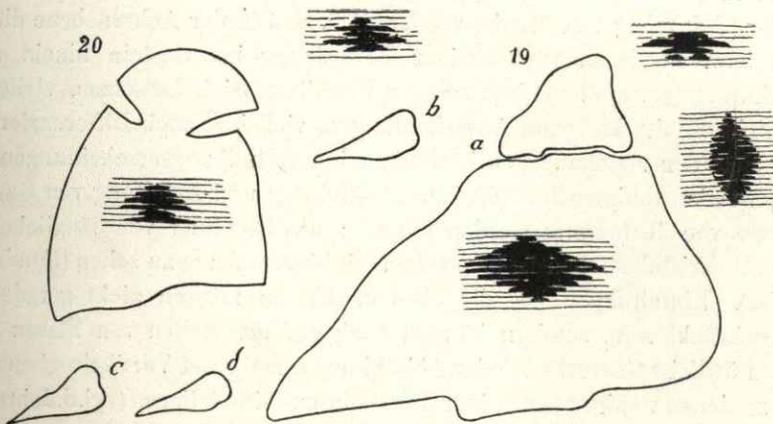


Fig. 19 a-d. Blasenformen in ihrer Lage nach unten und oben gekennzeichnet, so wie sie nahe beieinander beobachtet wurden; seitliche Zuschärfungen am Boden alle nach einer Seite gelegen.

Fig. 20. Zwei miteinander verschmolzene Blasen, wobei die untere Blase von oben eingedrückt erscheint und die obere scharfe seitliche Kanten erhalten hat. — Zwischen diesen Umrisszeichnungen 19 und 20 sind verschiedene Pigmentflecken von mehr lagenartiger Zusammensetzung eingezeichnet.

Magma weiter abgekühlt und ist daher zunächst die obere Wölbung der Blase dem Erhärtungseintritt immer um eine Stufe näher als die Unterseite;¹⁾ das geht so weit, bis die Wölbung sich schließlich kaum mehr verändern kann, während unter der Blase bzw. überhaupt in der tieferen Region des Stromes noch statische Ausgleichsbewegungen stattfinden können, welche hier einen unteren Teil des Blasenumfangs bodenartig strecken und verflachen. Es ist sogar denkbar — und hierfür liegen Beispiele vor —, daß diese Bewegungen unterhalb der Blase noch stark sind und den Boden in die Blase hinaufwölben (Fig. 35 a unt.) oder gar in Fältelungszapfen empordrücken, wenn vorher noch eine Wölbung nach außen (unten) vorlag. — Diese mögen so weit gelegentlich wirken können, daß bei stellenweise vorhandener geringerer Erhärtung seitlich vom oder am Blasenboden sich kleine abgeschnürte Bruchstücke lösen und am Boden in den Blasenraum hereingebröckelt und abgestoßen werden, worauf sich dann ein neuer Blasenboden von dem noch flüssigen Teil des Magmas her bildet; solche Abbröckelungen sind besonders an der Seitengrenze von Wölbung und Boden häufig genug beobachtet. Erhält vor nahe bevorstehender Erhärtung das Magma durch die statischen Innen-Ausgleichsbewegungen der noch nicht erhärteten Teile etwas stärkeres Gefälle, so verschiebt sich das Höchstmaß der Blasenmittung einseitig nach oben und es schärft sich die nach unten gerichtete Seite der Blase kantig (Fig. 19, a—d) zu; auch bei dieser Form finden an der scharfen Seite Abbröckelungen gehärteter Teile statt, die in den Blasenraum abgestoßen werden.

Solche Unebenheiten am Boden werden durch die Achatbildung inkrustiert und erscheinen im Achatkern als Fältelungen (welche nicht mit Schrumpfungsfältelungen des Kieselsäuregels zu verwechseln sind) oder als Trümmerachat-artige Bildungen, auf deren nähere Beschreibung und Deutung unten eingegangen wird.

Mit der Bildung der flachen Bodenlage aus einer zuerst auch nach unten hinausgerundeten Blasenwand scheint auch zusammenzuhängen, daß auf der flachen Unterseite häufig lappige Zapfen des Gesteins in den Blasenraum hineinragen als Faltung der noch etwas plastischen Masse, welche auf eine kürzere Fläche zurückgedrückt wird; sie sehen aus wie zuerst weiche, nach einer Seite umgeklappte Vorragungen; drei solche in einer Richtung schiefelegte Falten zeigt eine ältere Einsammlung von Dennweiler (Taf. V Fig. 23). Es ist verständlich, daß in der Achsenebene dieser Vorragungen bzw. in deren rückwärtiger Fortsetzung ins Gestein hinein auch die inneren Bewegungsvorgänge einer solchen Einfaltung sich fortsetzen, vielleicht eine fluidale Richtung der kleinsten Ausscheidungen, vielleicht auch Differenzierungen in der Viskosität der magmatischen Lösungen, innere Reibungserscheinungen u. dergl. eintreten, welche wenig später schon nach Zuleitung und Ableitung von Gas, Lösung und Wärme von Bedeutung werden können; die Richtung von länglichen Blasen und größeren Kristallamellen ist hier schon mit bloßem Auge zu sehen (Fundstück von Dennweiler). Einfaltungen wie die oben erwähnten müssen nicht gerade auf den Boden beschränkt sein, sondern können auch auf den Seiten von Blasen eintreten je nachdem örtliche Gasverluste oder Abkühlungen mehr auf Vertikalregionen sich erstrecken, zu denen weniger davon betroffene Blasen seitlich liegen (vgl. d. Jahresh. S. 14).

Eine andere Art „Einfaltungen“ sind Rest der Verschmelzung von Blasen, welche sehr oft übereinander erfolgt, wenn eine tiefere Blase mit Auftrieb auf

¹⁾ Es sei an die Ausführungen in diesem Jahrgang S. 14 erinnert, wobei dargelegt ist, daß massenhafte Gasentbindungen im Magma oft erst nach dem frühesten Stadium der Erhärtung und bei schon begonnener, gelegentlich auch schon recht vorgeschrittener Auskristallisation wohl durch Einengung des Gasinhalts eintreten.

eine vertikal über ihr liegende stößt; hier zieht sich, soweit es die Plastizität noch erlaubt, der früher zwischen den Blasen liegende Magmaabschnitt seitlich zurück; auch hier müssen Richtung-gebende Bewegungen in der brückenartigen Masse sich fortsetzen und in der Umgebung der Blasenräume schmalere und kürzere Bahnen geschaffen sein, welche in ähnlicher Weise für die mineralischen Ausscheidungen von Wichtigkeit sein könnten, wie dies oben angedeutet wurde. Wir werden hierauf zurückkommen. Auch seitliche „Verschmelzung“ von Blasen ist zu vermuten; hier läge ein stärkerer Einschnitt der Verwachsungsnarbe hauptsächlich auf der Oberseite der Blase, während die noch flüssigeren Bodenabschnitte sich zu einem mehr und weniger einheitlichen Boden ausgleichen. Als solche Verwachsung würde ich auch die in Taf. V Fig. 24 dargestellte Enhydrosblase aus den GÜMBEL'schen Untersuchungsstücken ansehen, wenn nicht ein beträchtlicher Gesteinzapfen von unten in die Höhlung schief heraufragen würde; ist es doch nicht wahrscheinlich, daß der Boden weniger flüssig-plastisch gewesen ist als Seitenteile. Ganz nahe vergleichbare Blasenformen von Duchrot haben mehr und weniger flach ausgeglichene Bodenfläche.

Mit diesen Vorstellungen lassen sich auch merkwürdige Schirm-Pilzformen (Fig. 20) erklären, wie sich solche öfters fanden, wohl als Formen von Verschmelzung übereinander liegender Blasen, bei welcher die äußere Umgebung der oberen Blasen schon fester geworden ist, die untere aber ein Zusammenfließen der Blasenwände noch zuläßt. Es erscheint der obere Teil der senkrecht gestreckten Blase durch eine kleinere darüber liegende eingedrückt und hat sich selbst einen flacheren Boden erhalten. Bei großblasigem Schweizerkäse sieht man solches und je nachdem das Umgekehrte öfter. — Im Ausstrahlungsschatten selbst einer kleineren Blase kann die darunterliegende weicher, biegsam und verschmelzungsfähig bleiben.

Auch Blasengestalten, wie sie in Textfigur 12 S. 97 dargestellt sind, wurden beobachtet, jedoch in nahezu umgekehrter Stellung das zugespitzte Ende seitlich schief steil nach unten gerichtet (Textbild 19); zugleich war auch einmal hier ein „Bodensatz“ ausgebildet, der die untere Spitze nicht ebenflächig ausfüllt, sondern ziemlich fest an den Wänden wie an Trichterwänden hängen geblieben ist. Der eigentliche horizontale „Boden“ dieser Ausfüllung würde bei der erwähnten Abbildung S. 97 auf der Seite liegen, wo die Ziffer 12 steht.

Gestaltungen wie die bei Intrusivlagern beobachteten (vgl. d. Jahresh. Fig. 2 S. 12) habe ich in Effusionen bis jetzt nur einmal beobachtet; sie sind wohl auf lagerhafte Nachschübe in flachen Lagerzerspaltungen und ihre Expansionswirkung nach oben und unten zurückzuführen, könnten also auch in Effusionen (vgl. d. J. S. 15 Fig. 3) auftreten.

Massenhafte kleinbläsige Gasentbindungen an der Oberfläche von Ergüssen mit starker Abplattung der Blasen bei recht geringem Zwischenmittel beweisen die Bedeckung der Effusionen durch druckhaftes Wasser.

Von Wichtigkeit sind die erwähnten Ungleichheiten der Blasenwand, weil sie nicht selten die Ursachen innerer Struktureigenheiten werden, wie dies schon S. 139 oben erwähnt wurde und unten näher dargestellt werden wird.

III. Einzelheiten zur Kenntnis und Deutung des Voll-Achat-Aufbaus.

Im Vorhergehenden ist in der Behandlung des Enhydros in erster Linie eine möglichst vollständige Zusammenstellung aller zu der Gesamtheit jener Blasenfüllung gehörigen Tatsachen und Verhältnisse versucht worden, dann wurde die möglichst

erschöpfende Behandlung der neuen Achat-Abart, des Kalzitachats hinzugefügt; im folgenden soll nun noch eine Anzahl der trotz der früheren Achatarbeiten noch nicht oder recht unvollständig bekannten Struktureigenheiten des Chalzedonachats (Voll-Achats) behandelt werden; es handelt sich nicht so sehr darum, eine Theorie der Achatentstehung zu geben, als eine Prüfung der neuen Tatsachen auf die Diffusionstheorie, so wie sie lediglich durch LIESEGANGS Schriften vorgestellt wird, zu prüfen und darauf zu verweisen, wo etwa eine Abänderung der bestehenden Ansichten zu suchen ist.

a) Die erste Generation beim Voll-Achat.

Wie beim Kalzitachat findet sich beim Voll-Achat eine wechselnd starke Außenschicht, deren oft schmale innerste Zone fast stets Chalzedon und häufig mit dem innen folgenden Bänderachat fester verwachsen ist als mit den äußersten Abschnitten dieser Außengeneration, welche sogar sehr häufig wie beim Enhydros im Gestein haften bleibt. — Es sei hier nur kurz eine allgemeine Kennzeichnung gegeben, auf Einzelheiten ist bei der Beschreibung und mikroskopischen Untersuchung unten hingewiesen.

Häufig ist außen eine erste Schicht Seladonit oder Delessit mit geringen Beimengungen von Kalkspat; dieser erste Absatz ist nach innen zu von Kieselsubstanz abgelöst oder von ihr durchdrungen, so daß oft ein intensiv grün gefärbter Chalzedon auftritt.



Fig. 21.

Blasenfüllung von Duchrot-Gangelsberg mit dicker Bodenlage aus Karbonat.

Oft findet sich das Karbonat am abgeplatteten Boden, sehr oft aber auch ringsum oder seitlich; es zeigen sich eine oder mehrere Karbonatlagen eingeschaltet, welche an ihrer Außenseite flach wie auf fester Unterlage zusammenwachsen, deren Spitzen und Kanten nach innen gerichtet sind und von Chalzedon gleichmäßig umwachsen wurden. Es ist ganz ausgeschlossen, daß etwa diese Kristalllage sich später ausgebildet habe und lediglich nach innen mit der Kristallspitze wachsend den noch weichen Chalzedon vor sich hergetrieben habe. — Diese Lagen sind häufig ausgelaugt und somit löst sich eine Außenschicht der ersten Generation leicht ab und wird nicht beachtet; ich habe aber Stücke von Oberstein und Duchrot, woselbst diese Braunspat- und Kalkspatlage in Rhomboedern kristallisiert

noch erhalten ist. Es gibt wenig vollständige Mandeln, woselbst solche Karbonat-einschaltung ganz fehlt. Bei Enhydros besteht eine derartige Einschaltung von Kalkspat meist in Skalenoedern, ebenso der ersten Generation angehörig (vgl. S. 85, Taf. III Fig. 1, Taf. V Fig. 24).

Neben Karbonatkristallen finden sich in dieser Außenzone auch gelegentlich Schwefelkies und besonders Kupferkies als regelmäßige Wachstumseinschaltungen, wenn auch nur in kleinen Körnchen (Taf. VI u. V). Bei einem Stück von Oberstein ragen von außen Stengelbündel von Baryt mit Schwefelkies herein; in einem gleich unten besonders besprochenen Stück von Weiselberg bei Oberkirchen finden sich Pyritwürfelchen. Nach der Beschreibung eines Stückes von Oberstein durch GERGENS *Jahrb. f. Min.* 1856 S. 20—23 gibt es auch im ersten glashellen Chalzedon Apatit; er ist freilich nicht ganz sichergestellt, jedoch möchte ich hierbei auf den Phosphorsäuregehalt hinweisen, den A. SCHWAGER bei einem Stück von Oberstein feststellte (obwohl Apatit sich sonst sehr gut erhält, konnte doch *Geogn. Jahresh.* 1917 S. 59 nachgewiesen werden, daß er bei umfangreichen Verkieselungen fortgeführt wird). — Über solche Vorkommen im I. Achat werden wir unten bei d) gelegentlich des Moosachats einiges nachtragen.

Sehr häufig sind in dieser äußeren Schicht rote moosartige Gewächse in sehr zarten hohlen Verzweigungen, deren Hüllen meist aus Chalzedon, Quarz oder auch Kalkspat bestehen; diese sind ebenfalls nicht selten umwachsen von bis makroskopischen Kalzitkriställchen, welche erst wieder von der letzten Chalzedonrinde der ersten Generation umhüllt werden, wodurch gröbere Verzweigungen entstehen, deren Vorrangungen hie und da erst von dem geschichteten Chalzedon der zweiten Generation ausgeglichen werden (vgl. unten *Mikrosk. Verhalten u. Taf. V Fig. 1—3*).

Der I. Achat ist meist nicht so fein gebändert, jedoch fehlen die Pigmentlagen nicht; beide Arten Pigment, Eierchen- und Kegelscheibchen-Form, sind ebenso hier vertreten wie beim Kalzitachat.

Der Chalzedon der ersten Generation ist häufig sehr hart und dicht; auch im Bruch ist sehr oft ein Unterschied zu sehen.

Wenn die erste Generation eine vollständige „Achat“-Entstehung für sich ist, so sollte bei ihr auch ein Kristallabschluß festzustellen sein; dies ist auch beim Kalzitachat S. 125 in dem selteneren Fall erkannt worden, wo der Achat I kleine Seitensäcke des Blasenraums für sich ausfüllt; ebenso ist dies beim Enhydros deutlich; beim Voll-Achat habe ich es noch nicht beobachtet, jedoch können die umfangreichen Kalzitausscheidungen hier als Vergleiche gedacht werden; es fehlt aber die sonst eintretende Quarzbildung; hierfür ist aber in Betracht zu ziehen, daß bei Achaten mit geringer Schalendicke und großer Höhlung gelegentlich der Innenquarz auf dem Chalzedon auch nur einseitig entwickelt ist bzw. vollkommen fehlt (vgl. unter b). Es spricht jenes also nicht gegen die ausgesprochene Deutung.

Ein sehr auffälliges Ausnahmeverhalten zeigt ein Bruchstück einer Achatquarzdruse vom Weiselberg bei Oberkirchen (Bl. Kusel 38, II, III) mit reichlicher Quarzmittenfüllung und schwächerem Achat II, welcher in sehr ausgeprägter Weise die wie gehäuften Unebenheiten der ungleichmäßig kugeligen Oberfläche des Achat I ausebnet. Dieser Achat I ist in seltener Weise schellackbraun, nach der Innengrenze zu gut gebändert, nach außen mehr dickschalig sich ablösend; die erhaltene Oberfläche zeigt die Abgüsse einer dichten Kruste Karbonatkriställchen. Im Innern

dieser hellbraun glasig brechenden Kieselrinde befinden sich ziemlich zahlreiche kleine Würfel eines ebenfalls gelbbraunlich gefärbten, halb durchsichtigen Chalzedons als Pseudomorphosen von Pyrit;¹⁾ Fluorit wie bei Trestyten (Siebenbürgen) kommt nicht in Betracht.

Unter dem Mikroskop unterscheidet sich diese äußere Rinde sehr scharf von dem Achat II, der normal aus Chalzedon besteht, während die braune, die Würfelchen führende Rinde in ihrer Bänderung aus Opal und sehr fein, straff faserig auskristallisiertem Quarz (Quarzin?) gebildet ist, dessen optisch positive Fasern an Feinheit und Regelmäßigkeit die des anliegenden Chalzedons übertreffen. Es ist mir kein Zweifel, daß dieser Quarz der ersten Generation unmittelbar aus dem Opal bzw. aus amorpher Kieselsäure ohne Zwischenbildung von Chalzedon entstanden ist. Die gelbe Färbung ist selbst bei 600facher Vergrößerung nicht in Körnchen aufzulösen.

Ein anderes Stück von dem gleichen Fundort — eine größere am Boden abgeflachte Blase zeigt als I. Achat eine äußere Chalzedonschicht, darauf eine dichte, ziemlich stark zersetzte Braunspatschicht, welche mit zahllosen kleinen frei vorragenden Rhomboederchen von Eisenspat endet. Der II. Achat wird eingeleitet durch eine 1 mm dünne, auffällig dichte, im auffallenden Licht weißliche, unter dem Mikroskop im gewöhnlichen Licht hell bis wolkig gebänderte, strukturlose, unter + Nik. z. T. ganz dunkle Opalschicht, welche sich sehr scharf gegen den anliegenden Chalzedon des Achat II abhebt. Die ganz durchsichtig glashellen Bänder werden bei + Nik. ganz dunkel, während die etwas weniger durchsichtigen wolkigen Bänder wenn auch keine Faserung so doch ganz schwache Doppelbrechung zeigen, was auf Ausscheidungen ähnlich dem Feinquarz hinweisen dürfte. Es liegt nahe, diese bei den übrigen Achaten bis jetzt nicht beobachteten Entwicklungen in der äußeren Achatzone mit dem so außerordentlich glasreichen Weiselbergit in gewissen Zusammenhang zu bringen.

b) Innere Unterbrechung in der Struktur mit Bildung geperlter freier Oberfläche.

Das Belegstück Taf. III Fig. 9—10 stammt aus dem Grenzmelaphyr von Eulenbiß und zeigt bei verhältnismäßig geringem Durchmesser in den äußeren Teilen des Achatknollens große, jetzt völlig aufgelöste flache Rhomboeder, jedenfalls von Kalkspat²⁾ ($-\frac{1}{2} R$, vereinzelt mit ∞R); sie sind zum Teil deutlich einer bis 2 mm dicken äußersten, umfänglich verlaufenden Chalzedonkruste der Blase (I. Generation) innen angelagert, welche Kruste aber selbst lagenartig an anderen Stellen unterbrochen bzw. abgelöst ist von Flächen mit kleinzackigen Rhomboeder-Eindrücken von Karbonatkristallen (Braunspat?), welche demgemäß zu den ältesten Ausscheidungen des Achat I gehört haben müssen (vgl. S. 148—149).

¹⁾ Auffällig ist, daß hier inmitten einer Ausscheidung, welche optisch positiv ist (Quarz oder Quarzin?) die Umwandlung bzw. die Ausscheidung der in den entstehenden Hohlraum hereindringenden Kieselsubstanz Chalzedon ist. An der Feststellung dieser zunächst als Flußspat angesehenen und erst später mikroskopisch untersuchten Würfelchen ist Dr. A. SCHWAGER durch die Bestimmung des spez. Gewichts, Abwesenheit von Fluor und Auflösbarkeit durch Flußsäure beteiligt.

²⁾ Das Vorkommen solcher Kalzitkristalle ist von Oberstein bekannt; LIESEGANG erwähnt es, „Achate“ l. c. S. 102: „In den inneren Hohlräumen neben den Quarzkristallen wie auch an der Peripherie. Oft sind nur noch die Hohlräume seiner Skalenöder vorhanden.“ GERGENS bespricht N. Jahrb. f. Min. 1856 S. 23 von dem gleichen Fundort in Brauneisenstein umgewandelte Braunspat-rhomboeder im Innern eines Moosachats. R. BLUM (Pseudomorphose d. M. I. Nachtr. 1847) erwähnt auch die gelegentliche, auch bei unseren Fundstücken mehrfach gegebene Erhaltung des Kalzitkerns.

Die erwähnten größeren Kristalle ragen zum Teil weit in die alte Blasen-
höhle herein; sie sind eng nebeneinander gelegt und teilweise miteinander ver-
wachsen, so daß sie zwischen sich ganz spitzwinkelige Räume fassen, welche dann
oft durch die Kieselsäure von innen und der Seite her erfüllt wurden; auf den
Rhomboidflächen selbst sind dachziegelartige Absetzungen zu sehen, welche einer
ebenso deutlichen Streifung gemäß der Klinodiagonalen entsprechen.

Es unterliegt somit keinem Zweifel, daß die Kalzitkristalle älter sind und
zwar in ihrer vollen Ausgestaltung älter als die sie von der Seite und von innen um-
gebende Kieselsäureausscheidung, und daß sie schon entstanden sein müssen nach-
dem kurz zuvor erst eine dünne Erstlage des Kieselsäureabsatzes (Achat I) abgeschieden
war, welche selbst wieder lagenweise Karbonatkriställchen enthält. Der Kalzit war
jedenfalls in gewissem Umfang eisenkarbonathaltig, weil an der Grenzfläche gegen
den Achat sich bei der Auslaugung ein schwacher Limonitabsatz anlagerte; an
ganz vereinzelt Stellen zeigen sich hier auch bräunlich gefärbte, sehr kleine Quarz-
kriställchen in ganz dünnen Ansammlungen, welche ihre Spitzen nach der
Auslaugungshöhle richten.

Die Ausfüllung der spitzwinkligen Zwischenräume zwischen
den Kristallen einschließlich der erwähnten Absetzungen geschieht nun zwar
außerordentlich scharf von der Seite; näher der Peripherie aber hat offenbar
die Kieselsäure keine so innige Anlagerung an die Kriställchen erreicht, sondern zeigt
an vier verschiedenen Stellen eine freie Oberfläche entweder mit gleichmäßig klein-
kugeligen Formen oder an Stellen, wo sich die Ausfüllung an treppenartige, fein
dachziegelartige bis scharfwinkelige Absetzungen der Kristalloberfläche annähert,
in dickeren Runzeln, welche sich in jenen Absetzungen ganz verschmälert fortsetzen.
Auch die oben „scharf“ genannten Füllungsteile zeigen an vielen Stellen mit der
Lupe erkennbare, sehr fein globulöse Endigungen, endlich sogar auch an der er-
wähnten klinodiagonalen Streifung in noch feinerer Ausgestaltung, was das Vor-
handensein dichter Kristalloberfläche zur Zeit der Umhüllung beweist.

Andererseits wird hierdurch zugleich ausgesprochen, daß ein hereindrängendes
späteres Wachstum der Kalkspatkristalle an der Grenze von I. und II. Achat zur
Zeit der Weichheit des letzteren ausgeschlossen ist; hierbei wäre eher anzunehmen,
daß das Kalzitwachstum beeinflußt worden wäre, statt daß es sich in auffälliger Weise
umgekehrt verhält. Diese kleintraubige Oberfläche an der engen Berührung mit dem
Kalzit beweist wohl eine enge Anlagerung, aber auch eine solche, bei welcher die
Adhäsion an jenem gegenüber der Kohäsion des Kieselsäuregels gering ist. Das
letzte führt daher auch die Oberfläche von Substanzen mit ausgesprochener
Oberflächenspannung, welche für das Kieselsäuregel bekannt ist (vgl. ZSIGMONDY,
Kolloidchemie 1912 S. 149) und auch fossil an der traubig stalaktitoidischen Ober-
fläche von Achaten bekannt ist, deren regelmäßig-starre Ausgestaltung zwar mine-
ralischen Ursprungs ist, aber wohl durch die starke Kohäsion unterstützt wurde.

In ungleich größerem Umfang zeigt diese Eigenschaften das in Tafel III
Fig. 12 und Textbild 22—23 dargestellte Stück; es ist ein in einem größeren Bruch-
stück aus dem Melaphyr von Olsbrücken herausgeschlagener Achat, dessen Umriß-
linien (bei Fig. 12 Boden oben!) ergänzt dargestellt sind. Die Achatfüllung hat dadurch
eine etwas seltsame Form, daß von einer Seite ein Zapfen kieseligen Gesteins halb
Scheidewand-artig tief in die Blase hereinreicht, was in geringerem Umfang (vgl. unter d
S. 160) nicht selten ist; er nähert sich dem rechten Bande der gegebenen Ansicht
(Fig. 22) und ist im Querschnitt (Fig. 12) in Strichelung angedeutet; er biegt aber auch

scharf nach links und hinten herum hinüber. Man sieht an dem Stück: 1. eine äußere Achatkruste mit anschließenden nicht so großen Kalzitkristallen aber in ganz ähnlicher Form wie es oben bei Taf. III Fig. 9—10 beschrieben ist, 2. den inneren Achat mit der

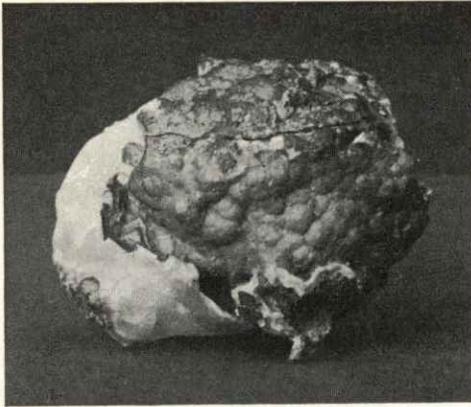


Fig. 22.

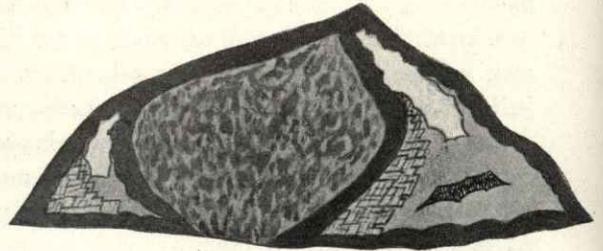


Fig. 23.

Fig. 22. Geperlte Oberfläche eines neben der Quarzmittenhöhlung bestehenden Hohlrums mit geperlter Oberfläche ohne Quarz (vgl. Taf. III Fig. 12).

Fig. 23. Schematischer Durchschnitt des Stückes Taf. III Fig. 12 und Textbilds Fig. 19.

schmal länglichen, mit Quarz erfüllten Mittenhöhlung, welche einseitig und nach dem Boden (Fig. 23) verlagert erscheint. Als eine Bildung schon z. T. jenes älteren Achats und zwar anschließend an den erwähnten, halb Scheidewand-artig hereinreichenden Zapfen erscheint nun die fein traubig bis dick geperlte Oberfläche, welche, wie das für Taf. III Fig. 12 beschrieben ist; jenen auf der anderen Seite von dem gleichen inneren Achat ziemlich glatt jedoch nicht vollständig umwachsenen Kalzitkristallen gegenüber steht. — Das Bild läßt nur diese Deutung zu: Die an dem Außenachat innerlich angewachsenen Kalzitkristalle werden von dem jüngeren Achat auf der Bodenseite seitlich umwachsen (Textfigur 23), während an der oberen Seite dieselbe Achatmasse nicht ganz an die freiliegenden Teile der Kalzitkristalle abformend herantritt und auch noch unter Belassung eines unerfüllten Zwischenraums einen selbständig bleibenden Teil mit kugelig geformter Oberfläche bildet. — Diese Oberfläche bleibt auch zum Teil frei von weiteren Kieselsäureausscheidungen, während eine zweite mit den bekannten, scharf winkligen Bastionsbegrenzungen (in Blasenurriß-Nachformung) ausgestattete Höhlung mit glashellem körneligen Quarz erfüllt ist (Textbild 23). — Die der Reihe der Kalzitkristalle mehr gegenübergestellte, die Kristalle teilweise bedeckende Chalzedonoberfläche ist rasch und endgültig abgeschlossen und so zeigt sich die Höhlung als ein Raum des bleibend gehinderten Einzugs für fernere Lösung! — Bezeichnend hierfür ist noch, daß der von der anderen Seite die Kalzitkristalle umhüllende Chalzedon des inneren Achtaufbaus an einer Stelle an die traubige Oberfläche herantritt, diese aber schon gefestigt finden mußte, da er ihre Form abgießt und sich leicht und glatt von ihr ablöst. Aus dieser Bildungszeit stammen jedenfalls die an einzelnen Stellen zu beobachtenden dünnhäutig und nicht geschlossen ansetzenden Chalzedonrunzeln. — Auf der freien, kugeligen, sonst glatten Oberfläche zeigen sich vereinzelt ganz kleine Grübchen mit eckigen Umrissen, welche auf einzelne ganz kleine, schwach eingesenkte ausgelaugte Karbonatkriställchen schließen lassen, die von dem Chalzedon noch eben an ihrer Ausgangswurzel umhüllt wurden es beweist noch das Bestehen einer beschränkten Gleichzeitigkeit der beiden

Ausscheidungen, welche wie unten ausgeführt ist, noch andere morphologische Äußerungen hervorruft. Abschließende Karbonatausscheidung und beginnendes Chalzedonwachstum des Achat II treffen noch zusammen.

Wir sehen also hier in kleinen und großen Beispielen, daß im Anschluß an Kalzitkristalleinschlüsse im Achat ein mangelnder seitlicher An- und Zusammenschluß der Achatfüllung eintritt und Hohlräume erscheinen, welche ungleich dem eigentlichen Mittelraum schon früh aus dem Gesamtwachstum der Blasenfüllung ausgeschaltet scheinen, als ob hier kein weiteres Eindringen von Lösung mehr möglich war. Es erinnert dies eindringlich an die Wachstumsform bei Enhydros, woselbst ebenso eine seitliche, vorwiegend tangentiale Ausbreitung des Wachstums der Innenschale angenommen werden muß und an jener der Innenhöhlung abgewendeten, der Blasenwand entsprechenden Fläche gegen die Zeolithkruste nur eine teilweise Anlagerung der Runzelskulptur an die vorgebildete feste Zeolithfläche, ebenso wie an die Zwischenräume der Kalzitskalenoeder, erfolgte.

Der verquarzte Zapfen (Fig. 23) besteht nicht etwa, wie dies öfter der Fall ist, aus einem Zapfen verkieselten Muttergesteins, sondern ist ursprünglich ein Moosachatpolster gewesen, dessen seladonitische Chalzedonmasse nachträglich zum Teil verockert, zum Teil verquarzt ist; diese Umwandlung fällt wohl mit der Karbonatauslaugung zusammen.

Weiter erinnert an Enhydros das Auftreten frühgebildeter, weit ins Innere der Blasenhöhlung ragenden Kalkspat-Kriställchen, welche auch hier, wie wir sahen, diskordant von späteren schichtartigen Ausscheidungen allmählich umhüllt wurden.

Anhangsweise sei hier ein Stück vom Gangelsberg bei Duchrot erwähnt, welches über einer sehr dünnen Schale von I. Achat, auf der Seite der abnehmenden Wölbung der Blasenfüllung eine Schicht mit gehäuften dichtgestellten scharfkantig nach innen gerichteten Karbonatkristallhöhlräumen zeigt, deren dichter Abschluß nach innen wieder durch eine etwas dickere Lage von dünnschichtigem Chalzedon gebildet ist, welche auch an anderen Stellen der Mandel einzelne Gruppen von Kriställchern umhüllt. Die Abformung der Kristallgruppen ist in den nächsten Achatschichten zuerst scharf, rundet sich aber rasch wie meist nach innen zu. Die Innenfläche des Achat II ist nur zum Teil mit Quarzkristallen besetzt, zum Teil aber ohne solche und hier hat der Chalzedon eine flach traubig-nierenförmige Oberfläche, welche sich da, wo darunter die Karbonatkristalle waren, zu buckelig-stalaktitoiden Bildungen erhebt, welche in der Gestalt nicht weit entfernt sind von den Pseudostalaktiten, welche R. G. LIESEGANG in seinen „Achaten“ S. 74—75 wiedergibt. — Die Ursache des Bilds ist hier neben der Überkrustung offenbar die Erhaltung einer von weiteren Lösungsausfällungen freien Oberfläche.¹⁾ Benachbart ist die andere Hälfte der Oberfläche von Quarzkristallen besetzt, welche in einem Winkelraum zwischen Wölbung und Boden die größte Stärke haben (vgl. S. 86), zum Teil allmählich, zum Teil plötzlich nach der Seite zu abnehmen, zum Teil inselartig auf dem nackten Chalzedon aufsitzen. — Die Quarze zeigen indessen, daß sie nach innen zu zum Teil rhomboedrische Kristallgestalten umwachsen haben, welche später ausgelaugt wurden, wie auch die äußeren Rhomboeder verfielen; es war jedenfalls Braunspat, woher ein unreiner Roteisenrahm stammt, der, wie sich beim Öffnen der Mandel zeigte, alles überkrustet hatte.

¹⁾ Die Oberfläche ist indessen nicht völlig glatt, sondern zeigt wie bei Fig. 14 unter starker Lupe ganz kleine Kristallflächen der auslaufenden Fasern der Achatschicht, welchen keine weitere Nahrung geboten war.

Es ist dies eine seltene Form der Mittenhöhlung an einer Fundstelle mitten in völlig vom Achatquarz dicht erfüllten großen Blasen, deren Entstehung, wie es scheint, ableitend auf die Lösungszufuhr zu der ringsum von jenen eingeschlossenen Blase wirkte (vgl. oben Kapitel N S. 141), in welcher Quarzbildung auch nur einseitig im Innern auftritt. (Vgl. hiezu noch unten VI. 3. Abs. 4.)

Auf I-Achat aufsitzende und von II-Achat umwachsene Kalzitkristalle wie in Taf. III Fig. 9—10 und endlich auch vom Mittenquarz umwachsene, wie dies Taf. III Fig. 12 u. 14 darstellen und auf S. 158 beschrieben ist, weist auch ein Achatgängchen aus dem Grenzmelaphyr von der Rut bei Ulmet auf.

c) Innere Konkordanz- und Diskordanzlinien der Achatbänderung in Beziehung zum Kalzit zwischen Achat I und II.

Das zweite bemerkenswerte Verhalten des in Tafel III Fig. 9—10 dargestellten Stücks betrifft die Eigentümlichkeiten der Achatbänderung selbst. — Wir haben hier innerhalb Achat II zunächst dessen Umfangs im Achat II zuerst eine öfters vielfach feinlinierte weiße Streifung, welche sich auch zu dickerem Band schließt; dann folgt nach innen zu ein Band mit drei dünnen weißen Linien, dann (zwei oder) ein „Fein-Linien-Band“, dann ein „dickes Band“, endlich die scharfbegrenzte Quarzfällung; zwischen diesen auffälligen Bändern finden sich noch feinere, welche in ihrer Anordnung wohl auch noch Kennzeichen für die Wiedererkennung bieten. Irgend eine Beteiligung von Eisenfärbung an dieser Bänderung ist nicht zu erkennen.

Es ist bekannt und nicht auffällig, daß solche Bänder im allgemeinen einen dem Blasenumfang entsprechenden zügigen Verlauf haben; auffälliger ist aber, daß diese Bänder sich daneben in recht erheblicher Weise auch nach der Oberfläche der von der Kieselsäure umschlossenen Kalzitkristalle richten. — In der Tat entsprechen (Fig. 9) sehr deutliche Ecken der Achat-Bänderung den Vorrugungen und seitlichen Enden der Kristalle und zwar erstrecken sich diese Beziehungen streng radial bis zu den Ecken der Mittenhöhlung; da wo das nicht oder gar etwas anders der Fall zu sein scheint, da erhält man bei näherer Prüfung die Gewißheit, daß die vorliegende Schnittfläche außerhalb des Radius liegt, in welchem die Kristallform auf die Bänderung Einfluß haben und daher in ihrem Verlauf erscheinen konnte, bzw. lassen sich Änderungen in der Kristallform unterhalb der durch zufälligen Bruch gegebenen Schnittfläche erkennen, welche radial auf die in dieser sichtbar auftretende Bänderung einwirken mußten. Diese Beziehungen der inneren Bänderung auf die umfanglichen Innengrenzen der Kalzitgruppe zeigt sich auch in Fig. 10 und ebenso zeigt sich auch hier, daß die eckige Form der innersten Quarzhöhlung ebenso von der radialen Fortsetzung dieser am Umfang liegenden Kristallkanten beeinflußt ist. Zu bemerken ist dabei, daß die in Fig. 10 dargestellte Quarzhöhlung nicht etwa die Fortsetzung ist von der in Fig. 6, sondern mit ihr nicht zusammenhängt; sie ist vielmehr ein selbständig gewordener Rest der Gesamthöhlung, auch verursacht durch die starke Winkelnische zwischen zwei Kristallgruppen.

Eine weiters hervorzuhebende Eigenschaft ist, daß neben der Formbezugnahme der umhüllenden inneren Kieselsäurebänderung die äußere der Blasenwand etwas mehr genäherte Bänderung an verschiedenen Stellen auch diskordant an der Kristallgrenze abstößt; es ist das eine Erscheinung, sehr verwandt dem Abbrechen der Bänderung an den Septalräumen (vgl. d. Jahresh. S. 24 Fig. 4 u. Taf. III Fig. 18—19, s. unten); das Gleiche fast zeigt Textbild 24 (Oberstein) und ein ferneres, nicht abgebildetes Belegstück mit ebenfalls ausgelaugten Kristallen, sowie auch Fig. 13 der Tafel III mit noch

wohl erhaltenem Kalzit; das Abstoßen ist hier in der außerordentlich feinen Bänderung sehr deutlich und in mehreren Bruchebenen um den Kristall herum

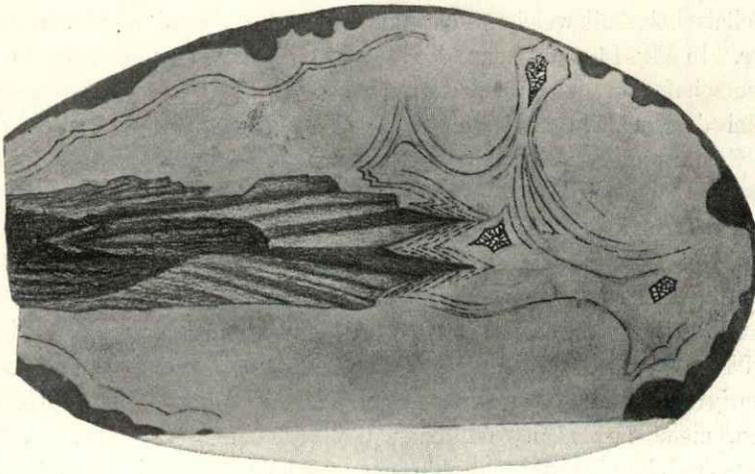


Fig. 24.

zu erkennen; es steht im Gegensatz zu der nach der Quarzhöhlung zu abschließenden Chalzedonlamelle, welche in einer etwas mehr nach der Mitte zu liegenden Region den Kalzit umhüllt. Der Kalzit scheint also hier erst allmählich von der Chalzedonschichtung umwachsen worden zu sein.

Taf. III Fig. 14 zeigt sowohl das scharf quere Abstoßen der Bänderung als auch die nur teilweise den Flächen der Kristalle angepaßte Heranbiegung und links eine sehr zurückgesetzte, an Dicke nach oben abnehmende Umhüllung fast unmittelbar unter der Quarzkruste der Mittenhöhlung. Eine Gruppe der Kalzitkristalle (in hohlen Abgüssen rechts) wird von diesem letzten Achatband nicht mehr erreicht, sondern unmittelbar von dem großkristallinen Mittelquarz überwachsen, wie dies auch bei einem Achatstück von Dennweiler beobachtet ist. Auch das ist eine Diskordanz der Überwachsung, welche an die geschilderten Verhältnisse bei Enhydros erinnert, wo Kalzitkalenoeder der Außengeneration nicht von dem Chalzedon der Kernschale sondern erst von dem innersten Quarz und von diesem nur teilweise überwachsen sind.

Bei Fig. 14 sind die Höhlungen der ausgelaugten Kalkspatkristalle von einer dünnen Übrerrindung von kleinen unregelmäßigen, stellenweise sinterartig gewachsenen Quarzkriställchen ausgekleidet, eine Erscheinung, welche auch bei Fig. 9—10 und Fig. 17 an einzelnen Stellen in ganz geringem Umfange zu bemerken ist und eine spätere Erscheinung der Umwandlung der Achatknollen darstellt, welche auch in den Erzgängen der Pfalz beobachtet wird (vgl. S. 150²) Anm.).

Die feine Lamellendiskordanz zeigt sich in den erwähnten Figuren mit einer schwachen Anbiegung an die Vorragungen und zwar im Sinne einer Anlagerung von innen her, also der Schleppung eines Niederschlags von innen nach außen zu oder einer scheinbar randlichen Hereinbiegung im Sinne der Adhäsion.

Eine fernere Eigentümlichkeit der Bänderung ist von Wichtigkeit zu erwähnen. — Man sieht in Fig. 9, oben und unten rechts, daß die älteren Bändergruppen nach der Seite abbrechen oder auskeilen und ihre Endigung von dem Einlinienband bis zur Anlagerung an die äußerste Achatschale (Achat I) überschritten und fortgesetzt wird. In Fig. 10 ist die gleiche Tatsache noch deutlich und zwar (rechts

oben) auf der Gegenseite von Fig. 9 links oben; in Fig. 10 unten zeigt sich aber statt dessen eine tiefe sich einkrümmende Zurückbiegung des Einlinienbandes gegen die äußeren Bänder und zwar ebenso im Sinne einer starken Annäherung an die äußerste Achatschale, mit welcher sich auch das vorhergehende Dreiliniensband schon vereinigte. In Fig. 14 sieht man die gleiche Erscheinung und zwar in der Nähe und Nachbarschaft der den Achataufbau mehrfach radial unterbrechenden Kalzitkristalle; bei diesem Bild sind die in eine Ebene gezeichnete rechte und linke Hälfte der Zeichnung zuseiten der gepfeilten Strichelung um 90° zueinander gebogen zu denken, wonach also die großen Kristallgruppen einander viel näher liegen als es den Anschein hat, ihre inneren Fortsetzungen kommen sogar in unmittelbare Berührung. Das quere Abbrechen der Achatbänderung mit diskordanter Überkleidung durch die inneren weißen Lamellen ist hier noch viel stärker als in Fig. 9—10 und erinnert mehr an das schon früher (d. Jahresh. S. 24) skizzierte Stück von Taf. III Fig. 18, welche Erscheinung hier nochmals in gleichartiger Darstellung mit den übrigen Bildern gegeben wird; es ist dies die diskordante Überlagerung von inneren, meist farblosen weißlichen Chalzedonlamellen nach rückwärts über äußere ältere, welche oft senkrecht abbrechen und zwar eben in den sogen. Röhrensepten, welche früher als Einflußkanäle gedeutet wurden. Daß hier (Fig. 10) eine vergleichbare Stelle vorliegt, geht auch aus dem Auftreten einer zweiten für sich bestehenden, mit Quarz erfüllten Mittenhohlraum hervor. — Ich habe a. a. O. diese „Röhrensepten“ als Stellen bezeichnet, an welchen die sonst senkrecht vordringende und festgehaltene SiO_2 -Lösung durch die Außenwand überhaupt nicht eintreten konnte. Betrachtet man nun die Stelle in Fig. 9 und 10, so haben wir zwischen beiden Stellen des Auskeilens und der Diskordanz einen senkrecht die ganze Höhe der Blase verbauenden Damm von Kristallen in dichter Aneinanderwachsung, welcher sehr wohl in älteren Stadien das radiale Eindringen von Lösungen ganz im Sinne der gegebenen Erklärung der Septalröhren hindern mußte; wir hätten hier und in Fig. 12 nur das Hindernis innerhalb des Blasenraums, während für solche Fälle, wie sie d. Jahresh. S. 24 Fig. 4 zeigen, das Hindernis in der Blasenwand selbst, z. B. in dichtgeschlossen und eng an sie herantretenden, noch gut erhaltenen, größeren Feldspatgruppen gesehen werden könnte.

Für die andere große Kristallgruppe fehlen in den zwei vorliegenden Querschnitten die größeren Anzeichen ähnlicher Wirkung, wobei aber sehr nahe liegt, daß körperlich-seitlich davon ihre Wirkung sich geäußert habe; es ist ja auch in der ungeschlossenen, mit kugelige Oberfläche an die Lücken zwischen diesen Kristallen herantretenden Kieselsäurefüllung (vgl. auch Fig. 12) erwiesen, daß hier in der Tat ein radiales Vordringen der Lösung von dem Raume der Kristalle selbst nicht stattgefunden hat, sondern ein solches mit geringerem Andrang von der Seite her.

Beide Erscheinungen bestätigen die gegebene Deutung der früher als „Einflußkanäle“ erklärten Röhrensepten bzw. Septalräume, was schon LIESEGANG, in gewissem Umfang mit Recht, nicht anerkannte.

Es wäre hinzuzufügen, daß die schon im älteren Achat bemerkbaren Anzeichen eines mangelnden Kieselsäurezuzugs — die Kalzitkristalle stehen gleichsam in der ganzen Breite einer Septalröhren-artigen Weitung¹⁾ — besonders in den ersten Phasen

¹⁾ Die Mineralienhandlung Maucher in München besitzt übrigens einen großen mit Bodenschichtungsansätzen versehenen Uruguay-Achat Nr. 3139, an welchem in einer schmalen gleichmäßigen Septalröhre (Einflußkanal), an dessen Seitenwänden die Ringsbänderung scharf abstößt, drei schmale zum Teil aufrecht stehende Kalzittäfelchen hereinragen; sie sitzen auf der I. Generation auf und sind in

der zweiten Generation deutlich sind, daß sie aber in den späteren (inneren) Phasen nicht bemerkbar werden, ähnlich wie sich die röhriigen Septaleinschaltungen nach innen verengen und fast schließen. Es könnte dies zum Teil daher rühren, daß beim Zuwachsen der Blasenöhhlung der zu erfüllende Raum nach innen zu verhältnismäßig kleiner, der Zwang zu seitlicher Ausbreitung infolge eines Widerstands von der Höhlung her größer wird, zum Teil auch daß der spätere Zudrang von Kieselsäure unter den allmählich erst tiefer in das Gestein eindringenden Wirkungen der postvulkanisch-thermalen Spannungserhöhung sich verstärkt hat. Auch führt streng radiales Vorrücken des Wachstums in der Richtung der Faserung endlich nach innen hin zu einem möglichst nahen Zusammenschluß der Wände der Septalräume.

Die oben näher beschriebenen Umstände der Anlagerung des Chalzedons an die zweifellos älteren Kristalle (S. 151) lassen auch die Meinung nicht aufkommen, daß diese diskordant anstoßende Bänderung etwa in die verschwundenen Kalzitkristalle nach Art des Kalzitachats sich fortgesetzt hätten; abgesehen davon, daß dann etwas wie eine Abformung von „freien“ Kristallflächen bis in den Mittelraum hinein nicht möglich gewesen wäre, zeigt sich auch an einem zweiten, ganz ähnliche Verhältnisse darbietendem Stück (Fig. 13), an welchem der Kalzit noch erhalten ist und an dessen Grenze ebenso die Bänderung abstößt, wie auch umhüllend sich anlegt, in dessen glashellem Körper keine Spur einer Fortsetzung der Achatstruktur. Ebenso verläuft die vorhandene rhomboedrische Zerspaltung in Fig. 13 normal; es hat sicher keine Änderung des ursprünglichen Kristalls stattgefunden. An den bloßgelegten Umhüllungsflächen zeigt die Chalzedonmasse eine regelmäßige Streifung der Kristallfläche im feinsten Abguß; irgend eine Beziehung dieser Oberflächenlinien mit der Achatbänderung ist nicht zu erkennen. Das gleiche läßt auch das vergrößerte Bild Fig. 11 sehen, in welchem die feinen Skulpturlinien des Abgusses einer Kristalloberfläche von der anstoßenden Achatbänderung (zum Teil von der Fläche durchscheinend dargestellt) durchkreuzt wird. Über andere Stücke mit Erhaltung des Kalzits s. Kap. h) letzter §.

Man braucht die Ansicht, daß diese Kristalle nachträglich über der als Grenze des Achat I bezeichneten Fläche entstanden wären und sich zwischen ihr und den Achat II eingedrängt und letzteren in ganzer Breite auseinandergerissen hätten, ohne zugleich nach dem Achat der Mitte und Seiten weitgehende Wirkungen auszuüben, nur auszusprechen, um die Unmöglichkeit eines solchen Vorgangs einzusehen; es gibt keinen Zustand des Kieselsäuregels: flüssig, plastisch oder steif, der diese gewaltsame Entstehung ermöglichte, ohne viel tiefgreifendere Wirkungen in der Regelmäßigkeit des Bänderverlaufs, als die nicht einmal stetige, ganz schwache Aufbiegung an den Kristallen, hervorgerufen zu haben. Hierfür seien auch noch andere Beispiele angeführt.

Ein weiteres, eine äußerste Beteiligung des Kalkspats des I. Achats kundgebendes größeres Bruchstück einer Mandelausfüllung stammt von Hasensteig bei Dennweiler (Grenzlager). Es zeigt Taf. III Fig. 17 an drei Stellen den Nachweis älteren Kalzits, der einerseits völlig ausgelaugt ist und dessen Abdrücke im Achat mit einer ganz schwachen Quarzsinterrinde (rechts unten) überzogen sind, der andererseits in Umkristallisation und beginnender Verwitterung, zum Teil auf dem Chalzedon, zum Teil an dem Quarz anliegend, noch vorhanden ist und bei dessen künstlicher Entfernung man

Substanz wohl erhalten, während in der Nähe befindlich, auf einem nächst älteren Band hervorragende Kalzithomboeder gewöhnlicher Entwicklung schon ausgelaugt sind; sie bildeten deutliche Formfläche für die Bänderung (vgl. unten).

durch Abgüsse nachweisen kann, daß der Quarz hier an ältere Rhomboeder, diese geschlossen abformend, herangewachsen ist. — An einer Stelle sitzt das Karbonat noch auf der I. Achathülle auf, welche außen eine honig-gelbe, dann eine intensive Jaspislage hat, nach innen bläulich gebändert ist und in dieser Abteilung sowohl am Anfang wie am Ende ziemlich reichlich kleine Schwefelkieskörner (s. unten) einschließt; an der ganz benachbarten zweiten Stelle wird das erhaltene Karbonatkristallnest einerseits von dem jüngeren Achat angelagert und steht andererseits schon am Quarz an, dessen Wachstum von dieser Fläche aus beginnt; die Wurzelfläche des Karbonats mußte hier an einer seitlichen, nicht erhaltenen Aufbiegung des Achat I liegen. Die breite Chalzedonbänderung stößt hier am Kalzit ab wie bei Taf. III Fig. 9, 10, 13, 14; die Innenoberfläche unterschiebt den Chalzedon sogar, als ob dieser noch später weitergewachsen wäre, was von der anderen Seite her möglich sein kann. — Die dritte Stelle ist die, von der oben berichtet wurde, daß hier Quarz die Kalkspatrhomboeder-Reihen abformte; die Wurzelfläche der letzteren muß dabei auf der abgebrochenen oberen Gegenfläche des erhaltenen Bruchstücks gelegen haben. Sie ist mit einer Andeutung des wahrscheinlichen Schichtzusammenhangs in Fig. 17 dazu gezeichnet.

Es handelt sich hier also um das auch räumlich beträchtliche Hereinragen des Kalzits über der I. Achathülle in den Blasenraum bis scheinbar in die Zeit der letzten Quarzbildung hinein. — (Wegen wichtiger Färbungsverhältnisse und Einschlüsse dieses Stückes wird auf Kap. f zu Taf. IV Fig. 15, 21, Taf. V Fig. 4—8 verwiesen.)

Diese letztere Erscheinung ist nicht so selten; außer den zu Fig. 14 u. 17 Taf. III besprochenen Stücken und einem unten erwähnten (Taf. IV Fig. 5 u. 10) fand ich noch bei Wendelsheim-Mörsfeld einen Quarzkern, an dem leider die ganz mürr gewordene Chalzedon-Achathülle (I. und II. Generation) abbröckelte; hier sind auf einer Längsachsenseite der ellipsoidischen Form — scharf zu unterscheiden von den völlig glatten grubigen Narben der kugeligen Blasenwandabformung durch den Chalzedon — Gruben und Eindrücke, welche nicht mehr durch den basal dichten und glatten Zusammenschluß der proximalen feinsten Quarzansätze der Mittenhohlung gebildet sind, sondern durch die ausgebüchteten Längsseiten der von ihrer Basis aufwärts fast stets unverwachsen bleibenden Quarzkristalle; diese Quarzkristalle formen hier die rundlichen Oberflächen großer konkretionärer Gebilde wie von Kalkspat und scharf ausgeprägte glatte Oberflächen und zugeschärfte Endigungen von sehr dicht gesetzten tafelartigen Kriställchen, wie von Baryt, ab. — Diese Gebilde haben also vor Entstehung der Quarzkristalle der Mittenfüllung vom Umfang der Blasenfüllung (I. Generation) her frei in die Mitte hereingeragt.

Eine andere Form der gleichen Tatsache zeigt Taf. IV Fig. 11; hier ist auf der rechten und oberen Seite die Achatstruktur vollständig, nämlich I. Achat, II. Achat mit dem Mittenquarz; auf der linken Seite hat man nur I. Achat entweder für sich oder seitlich davon mit einer ganz dünnen, erst allmählich nach der Gegenseite hin sich verdickenden Lage von Achat II; es liegt hier statt dessen ein dicht geschlossener Zusammenhang von Kalzitkristallen, welcher auf dem Achat I zwar glatt aufsitzt, dagegen gegen die nach innen vorragenden Auswachsungen des Achat II einerseits mit sphäroidischer Rundung und entsprechendem noch deutlichen Schichtwachstum, andererseits mit spitzigen Kristallenden vorgewachsen und so vom Achat II mit einer den Kristallspitzen entsprechenden Bänderung umwachsen ist. Gegen diese Kristallmasse hin keilen die Schichten des Achat II allmählich von rechts nach links aus, sowohl an dem Umfang als auch an den vorragenden Achat II-Riffen. Die Erstreckung des Kalzitwachstums und besonders die Richtung, in welcher der Kalzit auf dem Achat I

unmittelbar aufsitzt, ist außen angedeutet (vgl. auch die * * neben der Zeichnung) durch eine sehr auffällige 3 mm breite, von einer 1,5 mm breiten Auffaltung begleitenden Furche, an welche sich auch links nach oben zu eine darauf senkrechte flache Faltenfurche anschließt. — An diesem bezeichnenden, ringsumlaufenden Ringband ist also in einer Wachstumsunterbrechung zuerst unmittelbar über Achat I einseitig schon eine Kalzitausscheidung erfolgt, nach welcher hin erst später von der Gegenseite her Achat nachwuchs, der seinerseits gegen den Kalzit in dünner Schicht zuerst sich noch vorschob, aber durch den auch randlich rascher an Ausdehnung gewinnenden Kalzit zum Teil überwachsen, zum Teil in seiner Ausfällung zurückgehalten wurde, so daß erst mit zunehmender Entfernung vom Kalzit ein weiterer Teil der jüngeren inneren Achatschichten sich noch auflagern konnten. — Nach Abschluß des Kalzitwachstums wurde die noch freie nach innen ragende zum Teil zackige Kalzitoberfläche vom Achat und schließlich erst vom Quarz überwachsen, wobei in der Schichtung des ersteren die Zacken nachgebildet werden. Es scheint mir diese Form des Wachstums für die Aufeinanderfolge des Wachstums der Achat-Quarzsichten ebenso beweisend zu sein wie für das Bestehen einer Innenhöhlung, welche allmählich von den Ausfällungen der nachrückenden Lösungszufuhr erfüllt wurde.

Eine Einzelheit sei noch nachgetragen; über dem ersten Achat folgt nicht gleich eine geschlossene Schicht von Achat II, sondern eine Anzahl voneinander getrennter Körperchen wie kleine Sektoren-artige Ausschnitte aus Sphärolithen, welche zum Mittelpunkt ein Pigmentkorn haben. Es wurde schon bei Gelegenheit der Überwachung von Anfangsstadien des Achat II durch jene Zwischenbildung über den Achat I Taf. III Fig. 15—16 erwähnt, daß diese Anfangsstadien dort ebenfalls so kleine Sektoren mit sphäroidischer Anordnung des Faserwachstums seien; es scheint dies eine Form zu sein, in welcher die ersten in einer Übergangszeit zweier verschiedener Lösungszustände mit physikalisch verschiedenen Eigenschaften zur Ausfällung kamen (vgl. unten über „Anfangskörperchen“).

Es sei für Taf. IV Fig. 11, wie dies schon für den erhaltenen Kalzit in Taf. III Fig. 13, Taf. IV Fig. 5 erwähnt wurde und für ein weiteres recht vergleichbares nicht abgebildetes Stück der Fall ist, in welchem einzelne Kalzite, gut geschützt von den späteren Auslaugung, nicht betroffen wurden, hervorgehoben, daß der Kalzit völlig klar und rein erscheint, daß vor allem als ausgeschlossen gelten kann, daß durch ihn eine eisenhaltige Lösung zu einem diffusionsartigen den Achat färbenden Vorgang von außen hindurch getreten sein könnte.¹⁾ Andererseits kann auch an diesen Stücken kein Merkmal dafür gefunden werden, daß etwa der Kalzit sich zwischen dem Achat I und Achat II eingedrängt habe und dynamisch im weichen Achat II die Nachbildung der Ecken und Kanten in einer schon vorhandenen Bänderung hervorgerufen habe. Die gesetzmäßige Art, wie in allen diesen Fällen die Bänderung nach den Kalziteinschlüssen hin auskeilt, weist auf einen durchaus anderen Vorgang hin.

Ein solcher Einpressungsvorgang kann hier ebensowenig angenommen werden wie beim Voll-Achat, wo gar nicht selten über einer dicht geschlossenen unregelmäßig zackigen Quarz- oder Amethystschicht die Bänderung in ebenso geschlossener

¹⁾ Es sei hierbei darauf verwiesen, daß etwaiges Eindringen von Lösungen natürlich bei entweder durch Gebirgsdruck oder Kristallisationsdruck kataklastisch gewordenem Kalzit oder Marmor denkbar und nachgewiesen ist; bei frei oder höchstens in weiche Masse vorwachsenden Kristallen mit gut entwickelten Kristallflächen ist aber derartiges nicht anzunehmen; jedenfalls zeigen die vorhandenen Kristalle in den Voll-Achaten (wobei auch an die in den Enhydros zu denken ist) nichts, was auf einen solchen Durchzug von Eisenlösungen schließen ließe. Jeder andere Durchzug ist nicht denkbar ohne chemische und mineralische Umsetzungen, wofür ich mikroskopische Nachweise bei Verockerung von gleichmäßigem Kalk in Geogn. Jahresh. 1909 S. 167 mitteilte.

Weise allen Unebenheiten und Zacken der Kristallkruste folgt (vgl. dieses Jahresh. S. 36 Fig. 6), ohne auch nur Spuren einer Zerreißung oder einer mit der Einpressung verbundenen Dehnung und dergleichen zu zeigen; man muß doch annehmen, daß eine schon gebänderte Kieselgallerte nicht mehr flüssig, sondern (zur Zeit einer hypothetischen Umkristallisation von Chalzedon zu dicken und großen Quarzkristallen) schon zum wenigsten zu steif war, als daß bei solchen Einpressungen und Verbiegungen nicht auch Spuren von Zerreißungen entstehen mußten. Selbst bei noch flüssigem Zustande würden Verdünnungen der Pigmentlagen infolge von Verdehnung entstanden sein.

Ein Stück von Duchrot zeigt die Kalzitkristalle über dem I. Achat und außerhalb der Grenze eines wesentlich verschiedenen sehr feingebänderten II. Achat im ganzen Umfang der Blasenfüllung; ihre Form wird von der Schichtung in rascher Zurundung der Ecken abgegossen; die Körper der Kristalle sind erhalten und klar durchsichtig; es stehen hier ganz verschiedene, ursprünglich verbliebene Mineralausscheidungen nebeneinander.

Abformungserscheinungen und Auskeilen der Chalzedonschichten gegen noch erhaltene, auf I. Generation aufgewachsene Kalzitkristalle zeigen auch Stücke, welche in Taf. IV Fig. 10 und Taf. V Fig. 20 abgebildet sind (vgl. unten Tafelerklärung hierzu).

d) Stalaktitoidische Bäumchen im Achat I.

Im Achat I des Voll-Achats, und nur in diesem, finden sich sehr häufig baumförmige Verzweigungen, nicht selten außen von grünlicher Farbe mit bräunlichem mürberem Kern, der sehr oft völlig entfernt ist und röhrige Bildungen vortäuscht. Ich habe schon oben [S. 101¹⁾] darauf hingewiesen, daß bei einem großen Stück von Oberstein die äußere Hauptmasse dieser Bäumchen aus Karbonatrhomboederchen besteht; ein kleineres, das gleiche im Kern zeigende Stück sammelte ich von Wendelsheim; bei einem anderen Stück von Oberstein mit bräunlichen Verzweigungen läßt die einfache Form nichts davon bemerken; das mikroskopische Bild läßt aber die mit Limonit und einem dichten Kieselsinter als nachträgliche Ausfällung erfolgten flachen Rhomboederchen deutlich erkennen. Diese Rhomboederchen umwachsen aber hier mehr und weniger dicht — manchmal fehlen sie auch — feine wurm- und hakenförmig gekrümmte Gebilde, welche eine Achse von dichtem Limonit und eine Rinde von hellbräunlichem Chalzedon haben (Taf. V Fig. 1—2). Bei einem andern Stück ist die Achse hohl und die faserige Chalzedonrinde durch Delessit gefärbt; hier erscheinen aber so starke gekrümmten Gebilde durchgängig als Bruchstücke rundlicher Schalen, wie Bruchstücke als Folge der Zersprengung einer ersten Inkrustation; solche Fragmente und Ablösungen erster Blasenverschaltungen aus Chalzedon sind an anderen Stücken sehr deutlich; auch teilweise von der Wand abgelöste und zerschlissene Halbsphärolithen von Eisenkiesel sind bei gewissen Stücken sehr schön vom I. Achat umwachsen und beweisen (vgl. unten) gewaltsame Vorgänge in den älteren Stadien der Achatentstehung.¹⁾ — Das aber sind nicht jene röhrenartigen Stämmchen,

¹⁾ Es ist dies der „Membrantrümmer“-Achat von R. E. LIESEGANG, „Achate“ I. c. S. 92—94; die Beschreibung läßt erkennen, daß auch hier die Trümmergebilde, die man nicht wohl „Membrantrümmer“ nennen kann, lediglich dem Achat I angehören und auch der Achat II noch die Zwischenlücken dieser Umwachsungen der Röhrchen durch den Achat I ausfüllt; die oben Taf. V Fig. 1—2 dargestellte Bänderung solcher Zwischenfüllungen läßt aber alles eher erkennen, als eine „Diffusion von der Schale her und eine rhythmische Fällung wohl durch Oxydation“ I. c. S. 93. Die Erläuterung LIESEGANGS zu Fig. 37 und diese selbst läßt erkennen, daß die betreffenden den oben in Fig. 1—2 und den

welche, wie oben erwähnt, die Träger von Karbonatkriställchen sind; es handelt sich auch wohl nicht um veränderten Delessit, der an freier Oberfläche auch wurmförmig-kugelige Gestalten hat. Diese Bäumchen sind vielmehr stalaktitoide Bildungen der äußersten, Karbonate, Seladonit und Delessit enthaltenden ersten Kruste des Achat I, welche von diesem völlig und gleichmäßig umhüllt werden,¹⁾ wobei dann auch seladonitische Ausscheidungen seiner äußeren Zone noch aufgenommen werden. — Hierzu rechne ich die von R. E. LIESEGANG, „Achate“ S. 61 und 62, desgleichen S. 67 und 68 abgebildeten Röhren-haltigen Festungs-Achate und verweise noch auf GERGENS, welcher in N. Jahrb. f. Min. 1856 S. 23 die Verbindung von äußerst flachen Rhomboederchen von Braunspat (sogar von Baryttäfelchen, S. 22) mit Moosachat feststellte.

In dickeren Kalzitfüllungen des Achat I von Talböckelheim sind solche Delessit-inkrustationen um Kalzit beobachtet; sie sind zum größten Teil auseinander-gesprengt, so daß es den Anschein hat, als ob hier z. B. die Wirkung eines in Kalzit umgewandelten Aragonitstämmchens anzunehmen wäre. Vielleicht bildeten den Kern der Delessitstämmchen Eisenblüte-artig vorwachsende Ausblühungen von Aragonit und ist dieser in den karbonatreichen ersten Stadien die Ursache der vielfach hier zu beobachtenden Zersprengungen. Ich werde hierin dadurch bestärkt, daß in dem oben erwähnten Stück von Wendelsheim, welches solche feinere fadenförmige Einschlüsse von ungefähr 0,2 mm Dicke hat, diese wohl erhaltenen verzweigten, zum Teil wurmförmig gekrümmten Fäden entweder aus Kalzit oder Eisenkarbonat bestehen; unmittelbar daneben haben auch über dem Achat I starke Zwischenbildungen von Karbonatrhomboedern ihren Platz. Auch ein angeschliffenes Stück von Oberstein zeigt trotz starker Oxydation des Eisengehalts beim Betupfen mit HCl-Säure noch CO₂-Entwicklung, wenn auch nicht so auffällig wie das Stück von Wendelsheim. An anderen Stücken ist etwas derartiges nicht zu bemerken.

Ein Dünnschliff durch ein Melaphyrgestein von Bannmühle bei Wendelsheim Textfigur 25 S. 181 zeigt kleine Blasenräume, welche mit Delessit gefüllt sind; in diese dringen von einer mikroskopischen Kalzitrandlage ganz zarte „Moosachatgewächse“ von Kalkkarbonat radial ein. Hier ist zweifellos das Kalkkarbonat als primäre Ausscheidung ohne weitere kieselige Umhüllung und Umbildung geblieben.

Eine andere mikroskopische Beobachtung ist hier anzuschließen; in einer Blasenfüllung der Kalzitachatfundstelle besteht die I. Generation aus radial gewachsenem Kalzit in regelmäßigem rhombischen Zuwachs, dessen innerste Zone recht zarte Verzweigungen nach innen entsendet (vgl. oben Fig. 18 S. 145). Diese Zweige von Kalzit sind von großen Quarzkristallen und großkristallinem Kalzit der Mittenfüllung umwachsen; so weit sie in den Quarzen stecken, sind die Zweige — aus kleinsten Rhomboederchen bestehend — zuletzt von einer feinfaserigen

vom Wendelsheimer Stück völlig gleichenden, nur größeren Gebilde von einer Hülle von Achat I umgeben sind und daß die „horizontale“ Bänderung auch ein späterer Absatz ist, der zwischen den Stämmchen sich ausbreitet, wie dies auch zwischen den freien Quarzkristallenden (dieses Jahreshft S. 34—37) des Achats von Uruguay der Fall ist.

¹⁾ Die Anlagerungsfläche des Achat (Chalzedons) I richtet sich in ihren Krümmungen an diese wurmförmigen Stielchen, während die Karbonatkristalle zu einem großen Teil mit ihren Spitzen in diese Chalzedonhülle einschneidend (Textfig. 18 a, b S. 145) hereinragen, wie dies auch für die übrigen Karbonatauftreten gilt, daß nicht immer die Chalzedonschichtung die Vorrangungen gleichmäßig (S. 102 u. Fig. 18 S. 145) umhüllt, was aber für die Quarzspitzen der Mittenhohlungen mit Vorhandensein feinsten Bänderungsanpassung der Fall ist (S. 159—160). Es äußert sich hierin die angleichende Wirkung einer älteren Kieselsäureausfällung und -Kristallisation auf eine jüngere, während die Karbonatkristalle sich unwirksam verhalten.

Hülle umgeben, welche auch manchmal losgelöst im Quarz schwebt; so weit sie in den großen Kalzitkristall ragen, fehlt diese Hülle überhaupt. Diese feinstalaktitoiden Zweige aus Kalzit haben offenbar vorher aus Aragonit bestanden und haben sich erst später in unregelmäßig geordnete Kalzitrhomboederchen, welche oft in einem Fasermaschenwerk zu hängen scheinen, umgewandelt. Diese Umwandlung geschah bei dem Einschluß in den Kalzitkristall anders als in dem Quarzkristall; die Faserhülle wurde hierbei aufgezehrt. — Vgl. unten VI 2, b).

Was Ansätze zur Moosachatbildung betrifft, so habe ich solche in ganz kurzfadiger Entwicklung in Fig. 18 S. 145 in einer den I. Achat abschließenden Chalzedonschicht beobachtet, woselbst sie aber von den Braunspatkriställchen ausgehen und nicht wie in den andern Fällen nach der äußeren Oberfläche ausmünden. Ein anderes Vorkommen ist in Taf. IV Fig. 21 skizziert, wo die Gebilde im Achat II auftreten, aber in ganz geringer Entwicklung an jene Schichtlinien gebunden sind, welche als die äußeren, unteren eines Bänderungskomplexes zu betrachten sind; sie siedeln sich hier einerseits in winkelligen Einbuchtungen an oder an sphärolithoide Anfangsbildungen, welche in Gestalt an die (vgl. unten näheres) opalhaltigen Anfangskörperchen (Sphärolithviertel) und sie begleitenden Pigmentscheibchen erinnern (Taf. V Fig. 4). Zugleich kommt neben ihnen auch Schwefelkies in Körnchen vor. — Diese Gebundenheit ist auch der Übergang zu Vorkommen bei Oberstein, in welchen sich schichtartige Rasen dieser in ihren Verzweigungen an die Eisenblüte engstens erinnernden Gebilde ausbreiten.

Tatsache ist aber, daß fast überall das, was wir erste Achatgeneration nennen, die typischen Moosgeflechte umhüllt! Ihre Hülle setzt sich überall in die äußerste Gesamthülle der Achatfüllungen der Blasen fort und enthält hier ebenso Schichtlagen von Karbonaten, wie solche gelegentlich makroskopisch und mikroskopisch die Moosröhrchen völlig umgeben haben. — Es sind die ersten ins Innere vorwachsenden Bildungen, welche dann die erste Ausfällung von Chalzedon auf sich ziehen; die Zweige sind darum meist hohl, weil sie offenbar von einer labilen Modifikation des Kalkkarbonats: Aragonit erfüllt waren, welcher noch leichter als die übrigen Karbonatkristalle der Zerstörung anheimfällt. Daß sie stets von dem I. Achat umhüllt sind, legt nahe, daß sie in der Chalzedon abscheidenden Lösung als vorherige Karbonatauswachsungen entstehen und ein solches Längenwachstum erreichen, als die Lösungshöhe es gestattet und als diese auch für die eigenen SiO_2 -Absätze Material zu liefern mag. Während die übrigen Karbonatausscheidungen in den Septalräumen sogar bis in die Quarzmitte hereinreichen können, sind diese zarten Ausscheidungen engstens an den inneren Bereich des I. Achats gebunden und könnten auf eine genetische Beziehung zu diesem und zu den Begleitumständen seiner Bildung: auf rasche Ausfällung aus kolloider Lösung bei höheren Temperaturgraden hinweisen.

Bezüglich dieser stalaktitoiden Bildungen ist noch die nähere Untersuchung eines Stückes von Oberstein (Taf. 5 Fig. 3 u. 15) und eines von Duchrot von Wichtigkeit.

Die von außen in den I. Achat hereintretenden besonders kürzeren und breiteren Wurzelteile zeigen in zwei Lagen einen inneren Kern von Opal, der in wechselnder Weise entglast ist und zwar ist das primäre, feinstfaserige Entglasungsprodukt hier Quarz (Quarzin), wie dies S. 149 auch von einem Beispiel vom Weisberg festgestellt ist; darum gruppiert sich der optisch-positive Delessit. In den längeren Verzweigungen mehr im Innern (vgl. Taf. V Fig. 3) tritt auch als Kern der Verästelungen

Quarz mit Delessit auf, ersterer in feinen Körnchen, letzterer feinschalig und faserig, aber in wechselnden Schichten optisch positiv und negativ; dabei ist die Verteilung meist einseitig, als ob ein unvollkommener Bau vorliege; das ganze ist umgeben von einer im einfachen Licht hellen Zone, welche wieder eine grünlich gefärbte einhüllt; beide sind körnig-kurzfasrig aufgebaut und letztere scheint nur durch Seladonit gefärbter Chalzedon zu sein.

An diese Folge schließen sich zwei seltenere Gestaltungen an:

a) in einer Anzahl Verzweigungsendigungen, welche wohl einander benachbart sind, aber von drei recht verschiedenen Zweigen ausgehen, treten die Delessiteinschlüsse zurück und fehlen; hier entsendet nun die dadurch breitere helle Zone von feinkörnig-faserigem Chalzedon kurze wurmförmig gekrümmte Fortsätze (Taf. V Fig. 3†) in die seladonitisch gefärbte Letztzone der Verzweigungen, welche nichts anderes sind als hohle, öfters stark verkürzte Moosachat-Fortsätze; sie treten rings um die Zweige herum auf, ungefähr senkrecht nach der Zweigoberfläche strebend, welche sie auch nicht selten erreichen. Die Moosachatbildung setzt also hier am inneren Ende der Zweigbildung ein, wie sie auch in ähnlicher Weise erst im Innern des I. Achats lagenartig oder in halbkugeligen Ansätzen (Taf. V Fig. 21) beobachtet ist. — An einem zweiten Schliff ist diese Moosbildung in Stärke und Dichte der Röhren bei gleichartigen Verzweigungen sehr auffällig.

b) Eine weitere Seltenheit ist hier, daß einander auch benachbart auf der Außenseite der Verzweigungen als Letzbildungen eigenartig unregelmäßig halbkugelige im großen und ganzen glashelle Gebilde aufsitzen, welche feinste Körnelungsausstreuerung in halbkreisförmigen Streifen aufweisen (Taf. V Fig. 3*). Während die helle Masse sich als Chalzedon erweist, zeigen die dunklen Körnchen bei + Nicols, besonders wenn der umgebende Chalzedon dunklere Tönung annimmt, bei entsprechender Einstellung das hellere Aufleuchten feinsten Schülferchen stärker doppelbrechender Substanz, andere Körnchen bleiben dunkel und erweisen sich in jeder Stellung als Hohlräume; die Räume sind aber nicht regelmäßig kristallinisch begrenzt, sondern eigenartig verzweigt, wie Auflösungs- und Umwandlungsreste von einem Karbonat, welche somit in gewissen Halbring-Zügen erhalten geblieben wären. In diesen dunklen Zonen zeigt sich auch eine Anordnung aber unregelmäßiger strahliger Art, welche aber mit der optisch festzustellenden Faserstruktur nicht das geringste zu tun hat; auch hier zeigt sich der Rest einer früheren Anordnung vor der Chalzedonausscheidung. Ich habe hiefür nur den Vergleich an der Hand, daß hier ursprünglich Kalzitachathalbkugeln in noch labiler Karbonatanlage vorgelegen hätten, welche durch die rasche Umwandlung in Kalk eine unregelmäßige Innenordnung erhalten haben, wie dies z. B. das Stück der Taf. V Fig. 3 darstellt, und daß später ihre ganze Masse in Chalzedon umgewandelt wurde, wobei nur da die Karbonatreste übrig blieben, woselbst die Klarkalzitbildung geschlossener und widerstandsfähiger auftrat. — Der Chalzedon ist nur sehr unregelmäßig radial angeordnet; die Faserung biegt sogar an nicht wenigen Stellen der hellklaren Zwischenringe in breitem Strom peripher tangential um.

Zum Schluß sei auf eine sehr bemerkenswerte Eigenschaft des Ansatzes dieser Halbkugeln aufmerksam gemacht: an allen Stellen der Beobachtung im Dünnschliff — welche auch durch Lupenbeobachtung am Gestein bestätigt wird — ist die Ansatzfläche nicht die einfache, konvex gerundete Oberfläche der letzten Seladonit-schicht der Verzweigung, sondern eher eine konkave mit kleinen Ausbruchbuchten

versehene, auf welcher die verschiedenen inneren Schichten der Verzweigungen wie an einer Bruch- oder Auflösungsfläche abstoßend auslaufen. Auch dies spricht für eine andere Entstehungsart derartiger Bildung, als die, welche durch das einfache Beispiel der sogen. Kieselsäuregewächse dargestellt ist; es scheint auch hierdurch nahegelegt, daß zwischen dem Abschluß der stalaktitoiden Gewächse mit dem eigentlichen I. Achat eine Unterbrechung des Wachstums stattgefunden hat, in welcher auch Karbonatausscheidungen auf Zerstörungsendstücken der Stalaktitoiden sich abgesetzt haben, welche als Analoga der im I. Achat eingeschalteten Karbonat- etc. Schichten betrachtet werden dürfen.

Es sei hier noch Zusatzweise bemerkt, daß der den Moosachat kennzeichnende Achsenstamm durchaus nicht immer auch in guter Erhaltung vorhanden zu sein braucht, daß innerhalb des Moosachats ein selbständiges Wachstum von Stämmchen ebenso häufig auftritt, wie dies bei den in Taf. V Fig. 3 dargestellten Verzweigungen der Fall ist; ebenso konnte beobachtet werden, daß die an die Stämmchen sich anschließenden Karbonate nicht wie häufig die einfachste Rhomboederform zeigen, sondern, wie dies auch S. 99 von einem weißlichen Kalzitachatvorkommen erwähnt wurde, fast tafelartig entwickelt sind; einmal wurden hier in der später körnig verkieselten Masse noch zahlreiche korrodierte Karbonatreste vorgefunden, wie dies in Geogn. Jahresh. 1909 S. 224¹⁾ bei der Verkieselung eines Oolithkalkes erwähnt wurde (vgl. S. 163). Die Vermengung mit kleinsten Karbonatausscheidungen ist überhaupt eine unter dem Mikroskop sehr häufig auftretende Tatsache bei allen stalaktitoiden Bildungen. Ebenso häufig ist in der ersten Umhüllung der Kanäle des Moosachats das Auftreten sphärolithischer Chalzedonkörnchen (vgl. unten Kap. f) 2. fünfter §).

e) Verschiedene sphaeroidische Ausscheidungen (SiO_2 etc.) zwischen I. und II. Achat, sowie in deren Innerem.

1. Die Ausführungen in b), c) und d) besprechen großkristallische Karbonatausscheidungen an der Innengrenze des I. Achats; es sind an dieser Grenze, abgesehen von selteneren Schwefel- und Kupferkiesausscheidungen, auch andere Einschaltungen beobachtet. Ein hierfür wichtiges, in Taf. III Fig. 15—16 dargestelltes Stück ist näher zu besprechen; es stammt aus dem Grenzmelaphyr vom Wagnertal bei Niedermohr (Pfalz). Es fällt eine flache und eine gewölbte (obere Seite) der Blasenfüllung auf; in dem inneren Winkelraum zwischen der flachen Grundfläche und der aufsteigenden Wölbung zeigt sich über (innerhalb) einer bis 4 mm dicken äußersten, umfänglich ununterbrochenen Achatkruste eine im Querbruch Kreis-sektor-artige Füllung (Sphärolithviertel) dickfaserigen Eisenkiesels, der von außen her wohl Karbonatteilchen mit eingeschlossen hat, welche nun ausgelaugt sind, gegen dessen Ende aber die Struktur sehr dicht und gleichmäßig quarzig ist; diese Füllung nimmt etwas über ein Drittel des von der umfänglichen Achatkruste umgebenen inneren Raumes ein, der übrige Teil ist von einer zweiten Achatgeneration erfüllt, welche einerseits konzentrisch gegen die erste Achatkruste, mit welcher eine sehr innige Verbindung vorliegt, gebändert ist, andererseits und mit großer Schärfe auch gegen den stark kreisförmig nach innen vorgebogenen Eisenkieselsektor; diese scharf abgesetzte Sphaeroidfläche wird also

¹⁾ Vgl. hierzu a. a. O. Textbeilage zu S. 149 Fig. 4

Formfläche für die Bänderung des innen anliegenden Achatsektors bis in die Begrenzung des kleinen mit Quarz erfüllten Mittelraums hinein.¹⁾ — Es ist selbstverständlich, daß dieser letztere durch die angelagerte Eisenkieselmasse gegen Einflüsse von außen völlig abgeschlossen ist; auch nachträglich ist hier die feine Achatstruktur am besten erhalten geblieben, besonders die fein linierte Eisenoxydpigmentierung zwischen den breiteren helleren Bändern, welche erstere man einem Difusionsvorgang zuschreiben möchte und welche sich sonst aber genau in gleicher Weise auch auf den Seiten der ersten Achatkruste verhält. Es ist daher ihre Entstehung ein Vorgang, der mit Besonderheiten der von dem Umfang her eindringenden Lösungsscheidungen nichts zu tun haben kann; die Peripherie wird lediglich als Anlagerungs-Formfläche benutzt, die Ausfällungsbedingungen sind aber innere Vorgänge, welche mehr von dem Innenraum her ausgelöst sein müssen. Die zwischen den pigmentartigen Streifen liegenden primären hellen Bänder betrachte ich aber als Übrindungsanzeichen (vgl. d. Jahreshft S. 24 Fig. 4); sie unterscheiden sich auch nicht von der ersten Achatkruste, mit welcher die zweite so innig verbunden ist, daß man nicht ahnen möchte, sie habe eine beträchtliche Zeit ohne Zuwachs wie frei gelegen, während welcher sich die starke Eisenkieselwinkelfüllung durch die ganze Länge des Blasenraums der einen Seite (vielleicht auch an einzelnen Stellen der andern Seite) gebildet hat! Es ist wichtig, auch hier wieder, wie für Fig. 12 und Fig. 9—10 das Bestehen einer Art Höhlung im Innern in der Zeit zwischen den beiden Achatgenerationen und somit auch die gleiche Möglichkeit während des weiteren allmählichen Ausfällungsvorgangs hervorzuheben.

Ähnliche Quarz-(Eisenkiesel-)sphärolithe (Viertel- und Halbkugeln) sind auch auf der ersten Achatgeneration bei Voll-Achatstücken zu erwähnen (Taf. V Fig. 15). Hier von liegt eines (Textfig. 29) bezeichnenderweise in oder an einer „Septalunterbrechung“, welche tief in den Achat II hineinreicht; der Anschnitt ist ein seitlicher; es ist leider hier die volle Beziehung des Quarzfaserbündels zu der Bänder-Unterbrechungsstruktur nicht festzustellen; das Stück ist in Hinsicht des inneren Aufbaus sehr wichtig.

Ein anderer Halbsphärolith schaligen und faserigen Eisenkiesels in einem anderen Belegstück ist ebenso noch von einer Lage Chalzedon des I. Achats überwachsen und setzt mit breiter Durchmesser-Grundfläche von 17 mm auf einer mit kleinen Chalzedon-Seladonitverzweigungen durchsetzten Schichtfläche des Achat I auf (Taf. V Fig. 15); davon getrennt, aber immer noch genähert, zeigt sich ein Bündel größerer stalaktitoider Verzweigungen von kieselig gehärtetem Seladonit, ebenso jedoch von einer dickeren Schicht Chalzedon des Achat I überwachsen; daraus läßt sich auf einen Zeitunterschied der sehr verschiedenen Bildung schließen; die Seladonitbäumchen sind etwas älterer Entstehungszeit als die Eisenkieselhalbkugel; sie haben alle dickere Hülle davon; das Umgekehrte ist bei dem jüngeren Eisenkiesel der Fall. Beide Entstehungen sind eng benachbart in einem anderen, von einer schwachen Einbiegung vor der Blasenwand gekennzeichneten Seitenteil der Blasenfüllung gelegen.

¹⁾ Ich verweise hierbei auch an die schon in diesem Jahreshft S. 29 unter 1) gemachte Beobachtung, daß bei vielen Achaten nicht die Blasenwand als Ausgangsfläche der Lösung, sondern die Form der Kristalle von an der Wand dicht angewachsenen Zeolithbündeln für die Bänderung maßgebend ist; daß sogar deren feine Querstreifung durch die Achatbildung wie durch eine regelrechte Überkrustung nachgebildet wird und hierbei nach außen zu die Schärfe der Ecken und Kanten sich allmählich zurundend verliert. Die dicht zusammengeschlossenen Kristallbündel stellen auch ursprünglich undurchdringliche Körper dar, welche besonders in den Zwischenräumen der auseinanderstrahlenden langen Kristallstengel nur als Anlagerungsformflächen gewirkt haben können.

Diese Tatsachen sprechen auch im Achat für verschieden-zeitliche Entstehungen zu Zeiten verschieden vorgeschrittener Wachstumsdicke; auch in der ersten Achatgeneration zeigen sich daher neben lagenweise ausbreiteten Krusten dichtgestellter Karbonatkriställchen Einschaltungen grobfaserigen Quarzes wie im Achat II.

Auf folgendes sei noch mit Nachdruck im Anschluß an Taf. III Fig. 16 in Vergrößerung aufmerksam gemacht. Der in einem Winkelraum liegende Sektor dicht faserigen Eisenkiesels schließt in den älteren engeren Teilen streng an die äußere Achatkruste an, nach dem breit gerundeten Ende aber schiebt sich auch der II. Achat in einem schmalen (auch unter dem Mikroskop sehr deutlichen) Keil herein.

Etwas ganz gleiches zeigt sich auch sehr wohl an der Eisenkieselhalbkugel des zweitbeschriebenen Stückes, daß an der Seitenfläche der Einschaltung vom Ende nach dem Ausstrahlungskern des Sphärolithen sich keilartig verdünnend und auskeilend noch der Chalzedon der äußeren Region des Achat II hereinschiebt; man sieht, daß, als die Eisenquarzausscheidung in dem Sphärolithen in dessen Mitte angelangt war, schon wieder randlich seitlich Chalzedon in dahin abnehmender Dicke ausgeschieden wurde, der aber in späteren Stadien des feineren Sphärolithwachstums von diesem noch überwachsen wurde.

Wichtig für die Deutung dieser beiden Beobachtungen ist die Tatsache, daß bei Fig. 11 Taf. IV die gleiche Erscheinung zu sehen ist und zwar zwischen einem Kalzitsphärolithoiden, wie solche öfter über und im Achat I auftreten, und dem Achat I dieses Stückes.

Es läßt das erkennen, daß gegen einen in einem Nachlassen des Chalzedonabsatzes auf ihm auftretenden, als Fremdkörper des Wachstums zu deutenden Sphärolithen, der wiederbeginnende Chalzedonabsatz gegen die Stelle der Fremdeinschaltung hin aufgehalten ist, an Dicke abnimmt, näher an sie heran endlich auskeilt und bei andauerndem Ausbreitungswachstum jenes sogar überwuchert werden kann, bestehe das Sphärolithwachstum nun aus Kalzit oder aus Eisenkiesel. Im Grunde handelt es sich um die gleiche Erscheinung, welche oben S. 155—159 für Taf. III Fig. 9—10 und Fig. 14 dargestellt wurde; ihre eingehendere Deutung wird sie unten bei Besprechung des Wesens der Septaleinschaltungen erhalten.

Es wurde bis jetzt angenommen, daß diese Quarzspärolithen schon ursprünglich Quarz gewesen sind; bei jenem in Taf. V Fig. 15 dargestellten Vorkommen zeigt sich aber, daß die jüngste Schicht aus kleinen Kristallen besteht, welche 1. spitze Skalenoëder gewesen und 2. selbst aus feinstkörnigem Quarz zusammengesetzt zu sein scheinen. Dies legt nahe, daß man es mit einer Quarzpseudomorphose nach Kalkspat zu tun hat, wie solche sphärolithische Karbonatbildungen nicht selten sind (Textfig. 35b u. Taf. IV Fig. 11, Taf. V Fig. 20); der Zustand von Fig. 15 Taf. III läßt die Pseudomorphose auch hier denkbar erscheinen. Auch die oben S. 164 erwähnten mikroskopischen Tatsachen im Moosachat (vgl. Taf. V Fig. 3) wären hier anzuschließen. Es würde dies auch die Sachlage verständlich erscheinen lassen, daß die die Chalzedonschichtung zeitweise beschränkende Wirkung des Sphärolithwachstums hier durch eine gleichzeitige Quarzausscheidung eingetreten sein sollte; eine solche ist durch eine Karbonatausfällung viel eher anzunehmen (vgl. unten).

2. Was Teilsphäroid-Einschaltungen betrifft, so haben wir ähnliche Bildungen schon oben beim Kalzitachat erwähnt, woselbst sie sich aber von der übrigen Achatstruktur nicht unterscheiden; ihr Auftreten ist öfter den winkelig-buchtigen Stellen der I. Achatschale genähert. Sie kommen also auch im Chalzedon des Voll-Achats vor. Ihre

Eigenart besteht darin, daß sie, als Halbsphäroide entwickelt, in ihrer Schichtung an der äußeren Achatschale wie der erwähnte grobfaserige Eisenkiesel seitlich abstoßen. Textfigur 8—9 S. 85 zeigt zwei 10 mm hintereinander liegende Stellen einer ähnlichen starken Winkelfüllung; es läßt sich da erkennen, daß der Übergang von der „abgestoßenen“ zur gleichlaufenden Schichtung an beiden morphologisch recht verschiedenen Befunden an genau der gleichen Stelle der Schichtlagerungsfolge ist; dies ist auch sonst zu beobachten; es hat also hier eine kleine Schwankung in der Bildungsweise stattgefunden, ähnlich wie das aus den Strukturen des Kalzitachats hervorgeht (Taf. III Fig. 4 und Fig. 5). Dies ermöglicht, den Eisenkieselsektor (Fig. 15) und die Winkelfüllungs-Schaltstücke (Fig. 8—9 S. 85) mit den übrigen sphäroidischen Einschaltungen vor und beim Beginn des II. Achats einheitlich zusammenzufassen. Es handelt sich vielleicht um eine anfänglich noch sehr große Beschränkung des Lösungsvorrats auf gewisse Abschnitte des Umfangs und um eine im Zusammenhang mit der darnach erfolgenden Ausdehnung der Lösungs-Ausbreitung und -Ausscheidung über den ganzen Umfang der Wandfläche erfolgende kleine Änderung und Unterbrechung des Vorgangs, welche nun zur gewöhnlichen konkordanten Anlagerungskrümmung überleitet.

3. Eine fernere Beziehung ist das Auftreten von wirklicheren Unterbrechungsräumen (S. 151) mit sphärolithisch gepertter freier Oberfläche neben älteren Kalzitkristallen auf dem I. Achat. Die große Beschränkung des Lösungszuzugs kann hier eben durch die Nachbarschaft der undurchlässigen Kalzitkristalle, an welche sich auch die Septalröhrenbildungen anschließen können, bedingt oder verstärkt gedacht werden. — Die Unterbrechungen sind daher nicht Unterbrechungen des Bänderungsvorgangs in einer einheitlich bleibenden Masse, sondern es werden durch das Auftreten fremder Ausscheidungen und sogar von Hohlräumen wirkliche stoffliche und zeitliche Unterbrechungen nahegelegt; somit ist auch die Auffassung in Frage gestellt, daß die ganze Blasenöhnlung von Anfang an einheitlich mit Kieselsäuregel erfüllt gewesen!

In sehr eigenartiger Weise zeigt sich die Diskordanz der Anlagerung des II. Achats an den I. Achat in sphärolithoiden Ausfüllungen von Zwischenräumen, welche bei der Überkrustung der vorhandenen Bäumchen-artigen Verzweigungen des Moosachats (vgl. S. 161) durch eine dicke Schicht des I. Achats noch verblieben (Stück von Oberstein Fig. 1—2 Taf. V). Im auffallenden Licht ist der Achat II milchig, im durchfallenden graubräunlich und unterscheidet sich in Art der Bänderung und Faserung ebenso scharf vom Achat I wie solches die Diskordanz in ihrer Weise hervortreten läßt. Dies ist um so auffälliger, als nach dem Mittenraum zu eine vollständige Konkordanz zwischen den beiden Generationen besteht und außer ganz kleinen sphärolithischen Sektoren und Körperchen (Sphärolithviertel, vgl. unten) keine Ansätze zu sphärolithischer Struktur vorliegen.

Es ist aber wieder nicht auffällig, wenn man bedenkt, daß auch sonst nach innen zu beim Achat II die sphäroidische Anordnung einen regelmäßig nach innen konkaven und einfach gestreckten Verlauf annimmt. Die Eigentümlichkeit liegt vielmehr im I. Achat, der hier näher dem Umfang des I. Achats so viele Lücken zeigt, während er nach innen eine einheitliche Fläche bildet. — Es ließe das zunächst vermuten, daß die Kieselsäure, welche den Beginn des I. Achats einleitet, größere Adhäsion zeigt und so auch Neigung hat, sich dem Verlauf stärker

gekrümmter Flächen anzupassen, daß sie zugleich im Netz der Bäumchenverzweigungen von außen her noch dünnflüssig, nicht übersättigt wird und weniger rasch erhärtet, während der nach der Blasenöhrlung gezogene dickflüssige Anteil dort rascher gehärtet wird, daselbst außerhalb des Bereichs der Bäumchen noch eine zusammenfließende Masse bildet und hier auch eine ungefähr fünfmal größere Dicke erreicht. — Bei bald vermindertem Nachschub mußten nun zwischen den Stämmchen die kleinen Räume für Aufnahme des Achat II entstanden sein.¹⁾

Es ist aber darauf hinzuweisen (vgl. besonders unten), daß je weiter die Ausscheidungen der Bäumchen nach innen reichen, diese radialen Gebilde sich mehr und mehr nach der Mitte zu einander nähern und sodann ein Zusammenschluß stattfinden muß, ebenso wie beim streng radialen Faserwachstum die von den Seitenflächen nach der Mitte zu konvergierenden Fasern aufeinanderstoßen müssen. Es zeigt sich hier das Gleiche, wie bei den sphärolithischen Anfangsausscheidungen der II. Generation, welche sich nach innen zu ausgleichen; auch dies ist im engsten Verein mit der Entstehung der mineralischen Struktur zu betrachten und nicht einseitig auf die morphologischen und physikalischen Eigenschaften der Lösung (eines Gels) zu beziehen.

Ganz ähnliche oder genau die gleiche Diskordanz zeigt ein Moosachat von Reuschbach und ein Trümmerachat von Idar, also ein Achat, woselbst sehr verzweigte Trümmerzwischenräume vor Erfüllung durch den II. Achat vorgebildet waren.

Jedenfalls zeigt diese Struktur mehr als anderes die Selbständigkeit des in seiner äußeren Zone zu sphärolithoiden Bildungen geneigten Achat II gegen den Achat I; in beiden Generationen würde dabei die Kieselsäure im Bereiche der Bäumchen sich anders verhalten wie an der Innenfläche und in beiden Fällen in ähnlicher Weise, welche auf Beschränkungen und Einschränkungen in der Zuleitung oder in dem örtlichen Bestand, auf starke Viskosität und größere Adhäsion, auf mögliche Übersättigung der Lösung und ihre mineralischen Folgen hinweist. — Ich verweise hiebei noch auf ein unten gegebenes Bild, Textfigur 34.

Taf. V Fig. 15 zeigt ein vergleichbares Bild an einem durch sein Vorkommen merkwürdigen Achat; das Fragment einer Achatfüllung steckt in einer grobkörnigen Quarzzwischenlage in den Tonsteinen unter dem Grenzlager von Gehrweiler, kann daher nur aus den unmittelbar den älteren Effusionen vorausgegangenen basischen Intrusionen stammen, welche kleine Blasen führend in der Nähe der obersten Lebacher Schichten (Olsbrücker Stufe) durchbrachen, auf welche auch Fragmente im Tonstein bezogen werden können; der Achat mußte sich also unmittelbar nach der Intrusion gebildet haben und aus deren Oberflächenzone ausgebrochen worden sein (vgl. unten). Es zeigt sich ein I. Achat mit außen Kalk und innen Chalzedon in klein sphärolithischer Zusammensetzung der einheitlichen Lage; das Innere ist gebildet von einem einheitlich großen Halbsphärolithen, dessen Mittelpunkt auf einer ausgesprochenen Bodenfläche der Blasenfüllung liegt und dessen Schichten an dieser und einem Teil der Seitenflächen abstoßen. Man erkennt leicht, daß diese Mittenfüllung wirklich die Letztbildung ist, an der Art, wie die Unregelmäßigkeit der Außenschicht von letzterer abgegossen werden und wie es nicht umgekehrt sein kann; die Mittenfüllung (II. Generation) besteht aus normalem Chalzedon, wie die erste Generation, ist nur regelmäßiger geschichtet und gleichmäßiger gefasert.

¹⁾ Auf eine ähnliche Erscheinung an der Grenze des Achat I an einer charakteristischen Stelle kommen wir unten zurück.

Zu weiteren sphärolithoiden Bildungen dieser Art kommen wir unten bei Besprechung der Eigenschaften der Schichtung noch näher zurück.

f) Gestaltung der Bänder und Folgerungen.

1. Die gewöhnliche Bänderung in allgemeiner Hinsicht.

Die im vorhergehenden beschriebenen Erscheinungen, welche für die Deutung der Achatstruktur wichtig sind, lassen Nachstehendes folgern: Es ist ausgeschlossen, daß die in ihrer Form endgültigen, in ihrer Oberfläche völlig glatt-dichten und in feinsten Streifenskulptur ausgewachsenen und formerfüllenden Kalzitkristalle (eben so wenig wie die Quarze z. B. in Fig. 6 S. 34 d. Jahresh.) eine Lösung von außen ein- und durchdringen lassen und es ist daher sicher, daß diese im Umfang der Blase breit raumeinnehmenden Körper auf eine allseitige und radial vordringende Kieselsäureeinwanderung [s. S. 170¹⁾] sowohl als auch auf eine Diffusion von „färbenden“ Lösungen von außen her im höchsten Maße beschränkend, ja sogar ausschließend wirken mußten.¹⁾ Die der breiten Raumeinnahme der Kristalle entsprechende, sehr wohl ausgeprägte „innere“ Bänderung mit maßgebender Abformung der Kristallecken kann daher im Raum des entsprechenden Radialsektors nicht auf eine Lösungseinwanderung von außen bezogen werden. Da weiterhin die Bänderungen (abgesehen von den Abformungseinzelheiten) in Anordnung, Stärke und Färbung im „Beziehungssektor“ der Kristalle sich völlig unterschiedslos verhalten von jenen Radialräumen, welche das Kieselsäuregel zwischen jenen Kristallen von außen hereinleiten können, so ist es auch ausgeschlossen, daß die besondere chemische Beschaffenheit der auch mineralisch sehr verschiedenartigen Kristalle oder Kristallaggregate in irgend einer Weise oder irgend einem geringen Maße von deren innerer Oberfläche her auf die Entstehung der Bänderung eingewirkt haben könnte. — Es könnte daher diese in ihrem Wachstum unter so verschiedenen Umständen so wesentlich sich gleich verhaltende Bänderung nur ganz allein von innen her entstanden sein, falls Diffusion dabei im Spiele wäre, d. h. die feste Formfläche für die Diffusionsbänderung müßte innen liegen und könnte nur der stets scharfen Grenze des Achats gegen die Quarzfüllung entsprechen. — Wenn nun auch die Grenzfläche dieser Innenhöhlung bestimmte Formen hat, welche die Bänderung im Innern der Formfläche beeinflußt haben könnte, so zeigen sich doch die Bänder nach außen zu reicher gestaltig, d. h. sie haben doch von außen nach innen durch Ausglättung (Zurundung: vgl. dieses Jahreshft S. 29 unter 1) einen Teil ihrer Erstgestalt verloren; dies ist aber nur denkbar bei Annahme eines appositionellen, schichtweise stattfindenden, zuwachsartigen Vorgangs mit Bildung einer stets neuen scharfen Grenzfläche, welche dann wohl auch Formfläche für „Diffusion“ werden konnte. Da nun nicht nur die Ecken und Nischen, welche sich in dem mehr peripheren Teil der Bänderung zeigen, endlich nach innen verschwinden, ja sogar eine solche Höhlung schließlich überhaupt nicht mehr vorhanden sein kann, so ist dies ein Beweis,

¹⁾ Eine andere Sache ist die Blasenwand in einem zusammengesetzten Gestein, dessen Gefüge auch zwischen den einzelnen Mineralien zahlreiche mikroskopische Lücken mit Gasresten und Flüssigkeitseinschlüssen enthalten muß und dessen Kristalle sowohl durch den Kristallisationsdruck einerseits und durch die schon eingetretene Erschütterung bei der Abkühlungserklüftung von Spalt- rissen durchsetzt wurden. Die Blasenwand eines erhärteten und schon in gewissem Umfang erkalteten Eruptivgesteins könnte daher sehr wohl als gestaltende Ausgangsfläche der Diffusion, als „Formfläche einer Diffusionsbänderung“ gelten, insofern als hier stets eine Grenzscheidefläche zwischen der zugeführten Lösung und dem Blaseninhalt vorhanden ist; diese Grenzfläche rückt aber in dem Maße nach innen vor, als die Blasenräume von außen nach innen zuwachsen.

daß diese Höhlung in Einzelabsätzen mit schon fest umrissenen Formen zeitstufenweise zuwachsen mußte.

Zu den Anzeichen eines solchen absetzigen Zuwachsens von außen nach innen gehören auch die der diskordanten Anlagerungen an die Kristalle (und das Auskeilen einzelner Bänderabschnitte), welche erstere mit der Bildung einer Konkavität nach innen das Bild einer von dort herangebogenen Anlagerung bietet.

Es dürfte keinem Zweifel unterliegen, daß auch Diffusionsbänderung, wie sie LIESEGANG vorführt, an undurchlässigen Fremdkörpern, die ihr im radialen Weg stehen, abstößt; es ist dies sogar z. B. da der Fall, wo solche konzentrische Schichtungstreifung um einen Diffusionsmittelraum an den inzwischen hart gewordenen äußeren Rändern des Versuchsgels anlangt und dann längs des Randes weiterwächst (nach Präparaten Dr. LIESEGANGS); sie stößt aber geradlinig ab, nicht in der Art einer sich erst in die Winkelräume hereinbiegenden zähen Flüssigkeit. Für derartige Schleppungserscheinungen der Bewegung kolloidaler Lösungen und zähflüssiger Ausscheidungen in Gesteinen bei vorhandener stärkerer Bindung des Kornes oder bei Vergrößerung des Kornes habe ich in Geogn. Jahresh. 1909 Kap. 7 S. 84—94 Taf. XI Fig. 1—3 und Mitteilungen der Pollichia (Bad Dürkheim) 1915 Nr. 29 LXX S. 41—52 ausführliche Darlegungen und beweisende Abbildungen geboten; es ist hierbei die Ansicht aufgestellt, daß die kolloidale Ausfällung für sich selbst noch bis zu einem Höchstmaß der Widerstände infolge des sich anhäufenden Gels in einer Vorwärtsbewegung verharren kann.

Wollte man daher die in Taf. III Fig. 9—17 dargestellten Linien für Diffusionsbänder halten, so würde damit bestätigt, daß jene Kristallkörper undurchlässige Fremdkörper wären, und jede „Diffusions“erklärung müßte darauf fußen, daß dann im Kieselsäuregel ein Lösungsanteil enthalten wäre, welcher von innen (diffusiv) nach außen fließende Lösung ausfällen würde; es müßte 1. also innerlich eine Formfläche mit Höhlung vorliegen, 2. wäre aber dennoch eine Nachformung der Einzelgestalten in den umfänglich liegenden Kristallformflächen nicht denkbar.

Gerade so wie die Kalzitkristalle, welche mit breiten Flächen gegen das Innere gerichtet sind, konzentrische Diffusionsbänderung radial von außen nach innen vordringender Lösung unmöglich erscheinen lassen,¹⁾ so gilt dies auch für die Achat-

¹⁾ Das streng radial, d. h. senkrecht zur Randlinie (Formlinie oder -fläche) des Diffusionsausgangs gehaltene Vordringen der Diffusion, das auch immer senkrecht zu den annähernd parallelen, konzentrischen Niederschlagslinien bleibt, zeigt sich besonders im Verlauf der „Pseudoklasen“, welche ganz verschiedene Erscheinungsform haben; sie entstehen 1. an kleinen Stellen eines etwas stärkeren Randabsatzes, wodurch ein einseitig stärkeres Vorrücken der Ausfällungsbänder nach innen erzeugt wird; so entsteht eine radiale Linie des Alternierens, wobei sich die Ursache noch in einer längs dieser Linie seitlich übergreifenden Ausfällung oder doppelten Verwachsung der Bänder zeigt; 2. bei einer Winkelstellung der Ausfällungsränder sind die Bänder gegeneinander gerichtet und es zeigt sich in ihrem Winkelscheitel auch Ausfällungsverstärkung mit Gabelung und doppelter Bandvereinigung; 3. weiter nach der Mitte zu entstehen bei nachlassender Diffusionsmenge und weiterem Auseinanderrücken der Bänder auch radiale Pseudoklase ebenso frei von jeder Ausfällung als breitere Bänder durch Auseinanderrücken der in den Fällen 1) und 2) sich überdeckenden Seitenenden der Bänder, wie es übrigens auch im Falle 2) eintreten kann und hier eine äußere Ähnlichkeit mit den sogen. Einflußkanälen bei Achaten erzeugt (vgl. LIESEGANG, Die Achate, S. 18—19).

In den angeführten Fällen der randlichen Kalzitkristalle bei strengster Richtung der Bänderung und ihrer Ecken bzw. Nischen nach innen erweist sich ebenso von Anfang an eine streng radiale Ordnung und Abformung, welche von der eng umschlossenen Oberfläche der Kristalle ausgehen muß; da diese Fläche aber keine Diffusionsgrenze ist und sein kann, so kann diese Abformung nur in dem Sinne einer Überrindung stattgefunden haben.

bänderung der an den entgegengesetzten Seiten der Kristallgruppen (vgl. Taf. III Fig. 4—10) in den Winkeln der überhängenden Flächen sich absetzenden Kieselsäure hinsichtlich der Annahme des Ausgangs einer Diffusion von dem Zentralraum her, also von innen nach außen.

Auch dies spricht wie die hier häufige diskordante Anlagerung für Apposition von einer in den älteren Bildungsstufen noch größeren und in die Winkelnischen sich hereinziehenden scharf begrenzten Innenhöhlung aus und für eine in dieser Ausscheidungsmasse stattfindende Schichtungszerteilung nach Art des DAUBRÉE'schen Versuchs (Experimentalgeologie 1880, VIEWEG, S. 130—132).

Die ständige Zufuhr der Kieselsäurelösung von außen und die völlige Auskleidung der Höhlungswandung muß nicht notwendig auf alle einzelnen kleinsten Punkte des ganzen freien Blasenumfangs verbreitet sein. Sie geschieht auch durch die älteren ersten Absätze hindurch; es wurde oben S. 112—115 darauf verwiesen, daß ein formbeständiger Wandabsatz geschehen könne schon bei einem Gehalt von ungefähr 20% Kieselsäure, welcher sich in feinsten Ausscheidungen gleichmäßig auf den Raum der eingenommenen Schicht verteilt; durch die 80% betragenden Zwischenräume dieser ersten quarzartigen Ausscheidung könnte eine weitere Lösungseinwanderung geschehen, welche einerseits allmählich den Innenraum einengt und erfüllt, andererseits auch allmählich zu dem dichten Zusammenschluß des Faser-Chalzedons in den älteren Einzelschichten führt, wonach die Zufuhr abgeschlossen ist, wenn nicht noch durch die (radialen) septalen Kanäle, welche zunächst überschüssig gewordenes Lösungsmittel ansammeln und fortführen, auch eine nachträgliche Zufuhr eintreten kann, was mir aber nicht wahrscheinlich ist.

Die Herumführung von Lösung um die ganze Höhlung scheint in der Form des Wachstums der Enhydroskerne nahegelegt; hier fehlt aber ein fugen- und spurloses Zusammenfließen der Infiltrationsanteile. Die Herumführung kann theoretisch dadurch gedacht werden, daß die Lösung, auf die Innenseite der Blasenwand angezogen, infolge starker Adhäsion sich aber nur auf der Innenseite der Wand bewegen kann, daß einem weiteren in Fluß befindlichen radialen Vordringen mit äußerem Nachschub in lebendiger Bewegung sich nach unserer Anschauung aber sofort ein Gegendruck des Gasinhalts von innen her äußern muß, welcher die Lösung auf der Blasenwandung auszubreiten strebt.

Daß die einzelnen Bänderschichten je näher nach dem Mittelpunkt des Blasenraums desto weiter auseinander rücken, das könnte auch daher kommen, daß von dem größeren Umfang der Blase her in späteren Wachstumsstufen verhältnismäßig mehr Lösung zur Verfügung steht, dagegen der im Innern zu erfüllende Raum immer kleiner wird. Der scharf begrenzte, meist mit Quarz ganz oder teilweise erfüllte Mittenraum hat mit dem unbestimmt begrenzten Innenraum der Diffusionsbänderung nach den Entstehungsversuchen R. E. LIESEGANGS keine klaren Beziehungen. Mit dem geringer werdenden Füllraum nach innen zu kann auch die d. J. S. 29 bei 2. besprochene Erscheinung zusammenhängen, daß in den Winkeln der Achatstruktur der Knick der Bänderung nach innen zu häufig spitzwinkelig wird. Nach der „Diffusionstheorie“ ist der Blasenhohlraum stets mit Kieselsäuregel voll erfüllt, ob nun schließlich im Umfang der Blase nur eine ganz schwache Achatshale auftritt oder ob in Abstufungen die verschiedensten Teile des ursprünglichen Raumes hohl bleiben bzw. mit Quarz, Kalzit und Zeolithen sich füllen oder ob auch Achat vollausfüllend beobachtet wird. Die morphologische Ausgestaltung der Mittenhöhlung und ihre Beziehungen zu der Achatbänderung können aber

hierdurch nicht erklärt werden, soweit bis jetzt die Deutungsmöglichkeiten nach der Pigmentdiffusionstheorie zu übersehen sind.

2. Einzelheiten der Schichtung unter dem Mikroskop.

Abgesehen von der unten näher zu bezeichnenden Bänderung, welche durch Pigmentansammlungen auffällt, finden sich noch sehr unterschiedliche und scharfe Andeutungen der Schichtung erstens im Wechsel von im auffallenden Licht dunkel oder weißlich erscheinenden Bändern und dann von merklich fugenartigen und scharflinierten Absetzungen, welche mit dem Abbrechen dieser beiden Bänderarten zugleich auftreten oder auch nicht, endlich eine sehr feine Riefungsbänderung, welche erst bei starker Vergrößerung sichtbar wird.

Die weißen Bänder besitzen keine eigene Farbe; im durchfallenden Licht sind diese Bänder hellgelblich braungrau bis ölig-trüb; es ist das die Färbung, welche auch im Magmaglas noch bei schon deutlicher Entglasung bekannt ist; es zeigen sich sehr feine Fasern von unreiner wie dunkelkörniger Linierung; hier sind feine Körperchen von geringerer Lichtbrechung eingeschlossen, welche die Dunkelheit hervorrufen, wie beim Kalzitachat der Einschluß der Feinquarzkörnchen im Kalzit, welche für sich durchsichtig sind, aber ausgelaugt und getrocknet ein weißes Pulver geben. Wir werden daher hier im Chalzedon annehmen dürfen, daß es sich um Einschlüsse sehr feiner Körnchen von Opal (S. 176) handelt, wie dies HEIN, N. J. f. Min. 25. Beil.-Bd. S. 226, WETZEL, Ztrbl. f. Min. 1913, vermuteten.

Eigentümlich ist, daß diese sehr feinen Fasern, als eine erste Ausscheidung aus dem Gel, später durch eine zweite Faserkristallisation, welche mit jener der Nachbargebiete engstens zusammenhängt, zu breiteren Kristallstengeln oder Faserteilen zusammengefaßt sind, welche öfter über den scharf linierten Rand des dunklen Bandes hinüberreichen in ein benachbartes Faserband, dessen Fasern zwar auch primäre Fasern enthalten, aber 1. völlig hell und ohne Einschlüsse sind und 2. schmaler und weniger scharf begrenzt erscheinen; sobald freilich das trübe Band nach innen zu durch eine Fuge abgesetzt ist, was z. B. bei der Einbiegung in einen Septaltrichter der Fall sein kann, tritt das Hinübergreifen selbstverständlich nicht mehr auf. Die benachbarten Fasern setzen zwar oft die unterbrochenen Fasern in ungeänderter Radialrichtung und Faserstärke scheinbar fort; es ist aber ein Übergreifen nicht vorhanden.

Auffällig ist, daß solche weiße Bänder sich auch in verlängerte linsenförmige oder dreieckige trichterförmige weißliche Teile wie Sphärolithviertel auflösen, welche wie ein weißes Pigment aussehen (Taf. IV Fig. 13); auch kann sich bloß der äußere Teil (aber selten) einer solchen weißen Schicht in solchen kreissektorenartigen Körperchen auflösen (Untersuchungsstück Fig. 29 unten).

Recht häufig finden sich solche weißliche Sektoren sphärolithoider Struktur in ähnlich scharfer Abgrenzung wie die erwähnten schichtartigen Bänder an der Außengrenze des Achat I, im Beginn des Achat II öfters in den Winkeln benachbarter Bogenvorsprünge des Achat I; mikroskopisch haben sie auch die trübe Olivenöl-Farbe und zeigen zugleich als Ausgangs-Knotenpunkte der regelmäßig büschelförmigen Faserbündel die allerfeinste Faserung (Fig. 26—28 S. 177). Gar nicht selten findet sich hier auch ein Eisenpigmentkorn in der Mittelregion von diesem Körperchen umwachsen; hier lassen sich die Körperchen gut als Teile sphärolithischer Struktur einseitiger Ausbildung (Sphärolithviertel) erkennen, wie solche auch DAUBRÉE bei seinem bekannten Versuch (vgl. S. 27, 28) erhalten hat.

Die Körperchen treten aber auch und nicht nur gelegentlich noch im Innern des Achat II auf; es läßt sich aussagen, daß häufig die einzelnen Faserschichten mit solchen Körperchen beginnen und regelmäßig mit einer zusammenhängenden weißen Schicht aufhören, welche auch gelegentlich in solche Körperchen sich auflöst (Taf. IV Fig. 13 u. 17).

Die erwähnten Fugen oder fugenartigen Unterbrechungen treten zwar sehr häufig an der (Ober-) Innengrenze der beschriebenen weißen Bänder auf, aber ebenso auch, wie oben nebenbei erwähnt, im Innern einheitlicher Faserkomplexe derart, daß die nächst innere Teilzone nicht mit noch so kleinen Knotenpunkten bündeliger Faserbüschel beginnen, sondern mit der offenbaren Fortsetzung der vorhergehenden Fasern nach Richtung und Faserstärke. Es ist dies wohl das, was HEIN¹⁾ mit den Worten kennzeichnet, daß die Bänderung nicht den geringsten Einfluß auf den Verlauf und die Ausbildung der Fasern haben und woraus er schließt, daß die Bänderung älter ist, wie die Faserung des Chalzedons, dessen Entstehung daher sekundär sein müsse.

Ich glaube nur folgendes schließen zu können; es entstanden in einer primären Chalzedonausscheidung schon Schichtgrenzen, welche ziemlich scharfe Absetzungen gehabt haben müssen und welche in ihren Anfangsteilen (Knotenpunkte der Faserbüschel) nicht selten, viel häufiger aber in ihren Abschlußsäumen wohl als Folge rascher Ausfällung Opalkörnchen einschlossen. — Ich erinnere, daß ähnliche Abschlußsäume auch bei Kalzitachat aus dicken Faserchalzedonfasern bestehen — Die Anfangskörperchen oder auch nur neue Knotenpunkte ohne Opaleinschlüsse sitzen immer auf scharf begrenzten Abschlußlinien auf. Die Endsäume haben meist aber doch nicht immer scharfe Endfugen, letzteres infolge übergreifender Nachkristallisation von Chalzedon, welche übrigens alle Teile einer ersten Chalzedonausscheidung zu je einer Schicht erfaßt und zum Zusammenschluß bringt. Im Gegensatz hierzu scheinen die Fugen im Innern scheinbar einheitlicher Faserkomplexe meist gut erhalten; während hier die Faserkristallisation beiderseits der Fugen sich nicht merkbar unterscheidet, ist dies bei den Abschlußfugen anders, hier enden die Fasern der vorhergehenden äußeren Schicht mit breiten scharf abgesetzten Enden, während die neue Schicht mit neuer Ausstrahlung zuerst feiner und allmählich erst breiter werdenden Fasern wie nach einer Bildungsunterbrechung beginnt. — Die erwähnten Endfugen sind jedenfalls völlig äquivalent den deutlichen Fugen im Kalzitachat; irgend ein Anlaß anzunehmen, daß die Fugen entstanden sind durch eine Zerreißen, wie jene beim Kalzitachat durch Kontraktion beobachtete nachträgliche Lüpfung mancher Fugen liegt nicht vor. Die Ursache der Fugen muß bei beiden Arten die gleiche sein (s. unten).

Bei einem Fundstück von Oberstein (Textfig. 29), welches sich durch Deutlichkeit des mikroskopischen Befunds auszeichnet, findet sich in der Außenzone der zweiten Generation an der Basis jedes mit neuen Faserbüscheln neu ansetzenden Schichtenkomplexes von etwa 0,75 mm Dicke (Taf. IV Fig. 17, Textfig. 26—28 S. 177) ein Schichtband, welches rings um die Blasenrundung ein zweiseitig gangartiges Wachstum je von seiner Außen- und Innengrenze nach innen zeigt und in der Mitte eine Verwachsungslinie besitzt; meist zeigt sich ein feinfaseriges äußeres Band und ein inneres mit helleren Chalzedonkörnchen. Dieses Wachstum ist aber so regelmäßig eingeschaltet, daß

¹⁾ Neues Jahrbuch für G., M. u. P. 1907 25. Beil.-Band.

es eher mit der skizzierten Lagerung an der Basis einer neuen Faserbündelung ursächlich und ordnungsmäßig zusammenhängt, als es eine Lüpfungsfüllung darstellt; etwas Ähnliches werden wir auch bei einem anderen Fund unten sehen, woselbst die gesamte Schichtung aus solchen zweiseitig doch konkretionär erstarrenden Lagen besteht, daher die Annahme einer späteren Ausfüllung von Lüpfungsfugen nicht zutreffen kann. — Die erwähnten gangartig bis konkretionär erhärtenden Schichten sind auch auf eine äußere Zone des Stückes (vgl. unt. Näh. Textfig. 29) beschränkt, nehmen an Stärke zu und fehlen von einer bestimmten Stelle an, von welcher auch nach innen zu die Sphärolithviertels-Körperchen und die damit verbundene Bündelung der Fasern fehlen; es ist auch keine Beziehung zu erkennen zwischen ihrem Auftreten und etwa geringerem Einschluß von Opal oder sonst voraussetzbarer Kontraktionsumwandlung — ganz abgesehen von ihrer Auffindung bei nur vereinzelt Vorkommen von Oberstein.

Daß hier keine Aufreißungen und gangartigen späteren Erfüllungen vorliegen, geht auch aus der Tafel IV Fig. 16 hervor; hier findet sich über einer solchen zweiseitig wachsenden Kristallschicht der sich stets wiederholende Neubeginn einer Büschelungslage mit außergewöhnlich großen Opal-führendem Anfangsvierteln. Die Anfangsspitzen dieser Sphärolithviertel sind hier nach Schwefelkieskörnern gestreckt, welche in der gangartigen Lage oder an ihrer Untergrenze stecken; diese zapfigen Wurzelverbindungen sind von der gangartigen Lage nicht durchbrochen, welche sich vielmehr nach diesen Stellen senkt und zukeilt.¹⁾ — Wie für Fig. 15 Taf. IV und Fig. 4—7 Taf. V festgestellt ist, verursacht das Vorhandensein von Kieskörnern ein zum Teil rasches und ausgreifendes Faserwachstum, dem die übrige Schichtfaserung erst folgt; auch hier zeigt sich eine Störung, die einen queren Durchbruch der gangartigen Lage bedeutet. Es ist hierdurch wohl unzweideutig erwiesen, daß letztere, obwohl außergewöhnlich, dem normalen Aufbau des Schichtwachstums angehört, sozusagen als Zwischenbildung zwischen zweien, einem einheitlichen Büschelungswachstum unterworfenen, mehr und weniger zahlreiche Schichtfugen besitzenden Wachstumspaketen, nur beiläufig die Form einer Unterbrechung des Schichtzuwachses darstellt.

Es ist hiermit auch für die Außenzone dieses II. Achats eine lagenhaft-konkretionäre Schichtenentstehung in einer Reihe von Einzelabschnitten festgestellt, wie sie in einer anderen sphärolithoiden Form für die Außenzone überhaupt gilt.

Irgend eine Beziehung des Auftretens gedrillter Fasern weder in den feinen Primärfasern noch in den stärkeren Faserkomplex-Fasern zu der Schärfe der Schichtlinien und zu den Schichtlinien überhaupt habe ich nicht feststellen können; es ist schon von verschiedenen Autoren (WETZEL u. a.) die Entstehung solcher Fasern als Folge mechanischen Zwangs erklärt worden, wenn nicht nach O. LEHMANN hierzu die größere Viskosität der Lösungen in Betracht zu ziehen ist.

Da Schichtlinien in ähnlicher Weise wenn auch nicht mit allen Nebenerscheinungen beim Kalzitachat auftreten, so ist eine Ursache in Betracht zu ziehen, welche unter Berücksichtigung der großen Verschiedenheit der Substanzen und ihres kristallinen Zustandes als gemeinsames Moment gelten darf, und das können zunächst die Absetzungen eines ursprünglichen Zuwachses von Gel sein und zwar solche ohne die Möglichkeit nachfolgender Kontraktionen; dies würde immer darauf hin-

¹⁾ Das Bild erinnert sehr an eine Septalunterbrechung mit Kieselausscheidungen im Kalzit, gegen welche hin die benachbarten Schichten auskeilen.

weisen, daß das Gel nach seinem Eintritt in die Höhlung oder nach Ausflockung aus darüber stehendem Hydrosol schichtenweise rasch und vollständig soweit ausgefällt und stabil wird, daß eine wesentliche Änderung nicht mehr einträte und die nächste Schicht sich rindenartig derart anlagerte, daß eine völlige Verschmelzung ausgeschlossen ist; andererseits wäre zu betrachten, ob nicht trotz scheinbarer äußerer Verschiedenheit die Schichtungsursache allein in der Ausfällung des Feinquarzes beruhen könne; hierüber s. unten.

Eine häufige Erscheinung ist, daß die faserigen Schichten auch neben einem glashellen dünnen Außenrand mit einem Saum feinsten Lamellierung endet, wobei zu bemerken ist, daß solche Lamellierung, welche erst bei starker Vergrößerung recht deutlich wird, auch nicht selten in dem weißen Band als innerer Endsaum der einzelnen Schichten auftritt. Es ist auch dieser eng lamellierte Saum etwa nicht mehr faserig kristallisiert; er ist dies nur in recht feinen Fasern. Wichtig ist, daß diese Lamellierung sich nicht noch in dem stärker gefaserten Körper fortsetzt, also vielleicht durch dessen Kristallfaserbildung undeutlich geworden wäre; man kann an guten Präparaten deutlich erkennen, daß die Linierung immer dichter und feiner wird und endlich verschwindet, womit erst die stärkere Faserung einsetzt; eine entschiedene Änderung in dieser feinsten Schichtenanlage bedeutet erst die Ausbildung deutlichster gröberer Faserung.

Es läßt sich auch in vielen anderen Fällen erkennen, daß diese Feinriefung kein gleichmäßiges oder gleichmäßig von außen nach innen, an Zwischenräumen durch die ganze Masse zunehmendes Bildungsmerkmal ist, sondern an dem gleichen Stück in ursprünglichster Erhaltung sehr verschiedene Stärken und Entfernungen haben kann. Es gibt Stücke, bei denen, in einer Anzahl Einzelpaketen sich hintereinander wiederholend, zu beobachten ist, daß von einer Knotenfuge aus die feine Riefung meist sehr dicht steht und nach innen zu sich erweitert, und andere Stücke, bei denen in solchen Einzelpaketen hintereinander vielmal das Umgekehrte der Fall ist. Weiter aber ist nicht zu verkennen, daß zu der Art der Faserung eine gesetzmäßige Beziehung besteht, daß die feinste Faserung mit der feinsten Riefung zusammenfällt wie auch die strengste Beziehung besteht zwischen Radialrichtung der Faserung und Krümmung der Riefung in allen Stärken der Faserung oder Riefung (bzw. Schichtung, Bänderung und Fugung).

Man hat den Eindruck der ursprünglichsten mineralischen Zusammenentstehung beider Strukturelemente, der konzentrischen Riefung und der radialen Faserung; es ist mir kein Fall deutlich geworden, woselbst gesagt werden könnte, daß diese und jene Stärke der Faserung die und jene Stärke der Riefung undeutlich gemacht hätte, wohl aber, daß der Erhaltungszustand irgend eines Stückes die feine Riefung durchaus undeutlich gemacht hat.

Ich halte diese Riefung für angehörig der faserigen Chalzedonausscheidung selbst, ebenso wie Faserung und Riefung der kugeligen und gerundeten Oberflächenform entspricht und mit letzterer eine völlige Entstehungseinheit bildet; jede auch in feinsten Riefung ausgeprägte Schichtlinie könnte Oberfläche sein.

Eine besondere Beziehung zwischen beiden zeigt sich besonders in jenen häufigen Fällen, wo nach einer scharfen Trennung der sphärolithoide Neubeginn in den zurückspringenden Winkeln zwischen den kugeligen Vorsprüngen der vorhergehenden Schicht beginnt; hier alternieren die Längsachsen des Wachstums, die

konzentrischen Riefen liegen in der folgenden Schicht da, wo in den vorhergehenden die Begegnungs- bzw. Trennungslinien zwischen zwei Nachbarbüscheln liegen, wie dies in großer Regelmäßigkeit und Feinheit die Fig. 19 Taf. IV darstellt; der Knoten- und Ausgangspunkt des sphärolithoiden Wachstums liegt da wo in der vorhergehenden Bildungszeit der beiderseitige Endpunkt der Faserung, eine Leerlinie vorhanden war; dies ist eine Entstehung, welche auch z. B. für Faserungszentren beim Aragonit zu beobachten ist. — Die fein-lamellöse Entstehung ist auch den Quarzen der Mittenfüllungen selbst eigen und von makroskopischer Deutlichkeit bis äußerster mikroskopischer Feinheit und zeigt an allen Stadien die scharfen Eckbiegungen der Kristallform (vgl. unten über die Struktur der Enhydros-Schale zu Taf. V Fig. 9—10).

In den feinsten Elementen der Schichtung sind daher schon so sehr erhebliche Unterschiede, daß es unmöglich scheint, die Schichtstruktur auf einen einheitlichen und daher auch innerlich regelmäßig verlaufenden Vorgang zurückzuführen; es müssen sehr wirksame Unterbrechungen eingetreten sein, welche den Konzentrationsgrad beeinflussen, welche die Art der Ausfällung und der kristallinen Erstarrung, sogar die Anfangspunkte der letzteren wechselten.

Es hat auch nicht den Anschein, als ob von Anfang an die ganze Masse Opal war und dann daraus Chalzedon wurde, sondern als ob aus dem Gel (bzw. sehr viskoser Kieselsäurelösung) einerseits und zumeist Chalzedon und andererseits Chalzedon mit Opaleinschlüssen sogleich entstand. Wenn wir die auffälligen Kontraktionserscheinungen beim Kalzitachat zum Maßstab nehmen, so müßte die Umwandlung von Opal in Chalzedon und Quarz in sehr erheblicher Weise in Unregelmäßigkeiten des Strukturzusammenhangs bemerkbar sein; was die Quarzmittenfüllung betrifft, so ist sie auch eher aus einer Ausscheidung aus dem Gel als aus Opal oder Chalzedon zu verstehen. Das Wachstum der Quarzkristalle in feinstem Lamellenansatz (an den seitlichen Kristallverwachsungsflächen zu sehen), der im Quarz längs eingeschlossenen Bündel von Goethitstengeln, die Entstehung der Amethyst-Bastionszeichnung, das Krustenwachstum mit kleinen Anfangskriställchen und großen Endkristallen spricht für eine primäre Entstehung aus Lösung von außen nach innen, nicht für eine entosomatische Umwandlung aus Chalzedon.

Wie die Schichtungsursache für den Kalzitachat und Chalzedonachat die gleiche sein muß, so gilt dies auch für den Quarz der Mittenfüllung, welcher bei beiden sich völlig gleich verhält und beim Kalzitachat eine recht frühe Fertigstellung erfahren hat, worauf erst die Vaterit-Kalzitumwandlung eintritt (vgl. S. 117, 123).

Zuerst als Pigmententziehung, wie bei Taf. III Fig. 22 erwähnt, angesprochen, zeigt ein in Zersprengungsklüften abgesetzter Achat in stark verkieseltem Grenzlagerporphyrit von Frohnbach-Dennweiler folgendes: Die Gangfüllungen sind fein und scharf gebändert und zeigen radial gestellte große eiförmige ölbraune Körper im Innern der randlich sehr dicht und hellglasig geschlossenen Schichten. Das fragliche Pigment liegt hier im weniger dichten inneren Schichtkörper, ein einzelnes dünneres, sich etwas abhebendes Band hat auch die Scheibenform mit scharfer Grundfläche und gedrückt kugeligter Oberfläche. An einer beschränkten Stelle stehen solche Scheibchen an der Außen- und Innengrenze der Schicht sich gegenüber (vgl. Taf. III Fig. 21 und Taf. IV Fig. 18).

Ein sehr dünner Schliff beweist nun, daß diese Körperchen kein Eisenpigment waren, sondern radial und tangential verlängerte Sphärolithe, „Ooide“ bzw. Halb-

sphärolithe von Chalzedon selbst sind; die Ooide haben ihr Achsenkreuz und haben, trotzdem sie für sich scharf begrenzt sind, die Ringsfaserstruktur auf die benachbarten Teile der Chalzedonschicht fortgesetzt, so daß diese selbst in polarisiertem Licht eine ungleichmäßig pallisadenartig angeordnete sphärolithische Struktur quer durch ihren ganzen Körper erhalten hat, wobei entsprechend der Streckung der Eierkörperchen nach der Querrichtung der Schicht auch die Faserung quer zur Schichtung besonders überwiegt; es ist dies ein Übergang zur gewöhnlichen Querfaserung. Zur Zeit dieser Abblätterung war die Achatschichtung jedenfalls schon recht gefestigt, es waren wirkliche Fugen vorhanden.

Da wo die Ooide auf beiden Seitenrändern als Halbsphärolithen aufsitzen (Fig. 18), ergibt die beiderseits sich anschließende Faserstruktur eine mittlere Begegnungslinie des Zusammenstoßes wie bei dem zweiseitigen Wachstum eines Ganges. Da sich aber diese Erscheinung im unregelmäßigen Verband der Schichtbänder wiederholt, so kann ihre Entstehung nicht anders aufgefaßt werden, als daß einerseits im Innern der Schichtkörper, andererseits an den beiden Grenzsäumen kleine ooid-sphärolithische Erhärtungen (wie die Eisenpigmentkörner) entstanden, welcher erst später die faserige Erhärtung der gesamten Schicht folgte.¹⁾ Die Grenzsäume der Schichten sind hier entgegengesetzt wie beim gewöhnlichen Blasenachat hell, d. h. groß, gleichmäßig, kristallinisch-faserig, während der Schichtkörper im durchfallenden Licht dunkelfarbig trüb und feinfaserig ist; in diesen hellen Saum schließt sich eine erste Erhärtung des Innenkörpers in Ooiden ein.

Letzterwähnte erste Erhärtung schloß wie die sphärolithoiden Anfangkörperchen der Schichten (bzw. der Endsaum oder dessen Auflösungskörperchen) Opal ein, daher ihre äußerst feine Faserung und ihre trübe Färbung im durchfallenden Licht. Im Hinblick auf das oben beschriebene gangartige Wachstum ganz bestimmter Lagen des Blasenachats (S. 173) ist auch die Gegenstellung der Saumkörperchen nach innen aber kein neues Ding. Es ist zunächst die Frage, ob nicht die besonderen Umstände des Achatfunds als Kluffüllung hier in Betracht kommen.

Nun zeigt auch die mikroskopische Untersuchung ebenso wie die makroskopische, daß hier verschiedentlich der ältere Achat nach den Bänderfugen durchsprengt war und neue Zwischenlamellen sich völlig konkordant einschalten, welche hie und da kleinere quere Sprungabzweigungen haben; etwas derartiges ist unmittelbar neben jenen Scheibchen in Gegenstellung zu beobachten, dürfte aber hiermit nicht zusammenhängen, denn auch die die Ooide zeigenden Schichten werden von den neuen Achatgängen so durchkreuzt, daß kein Zweifel daran aufkommen kann, daß die Ooidschichten mit den Ooiden älter und wesentlich in ihrer Bildung abgeschlossen waren, ehe die neue Durchsprengung und Achatfüllung eintrat. — Es scheint auch nicht, daß hier wirklich derartiges vorliege wie Kontraktionen im Innern einer Schicht, die zu ähnlichen Lüpfungen und Neuinfiltrationen von den Grenzflächen her führte, wie wir sie beim Kalzitachat zwischen den Schichten durch die Kalzitauskristallisation erfüllt kennen.

Es handelt sich also tatsächlich um Erhärtung von Schichtanlagen, welche kein einseitiges Nachwachstum haben, sondern deren Erhärtungsdrehpunkte im Innern

¹⁾ HEIN erwähnt von einem Stück von Oberstein und besonders einem brasilianischen Achat auch Sphärolithbildung; diese scheint sich nach der eingehenden Beschreibung auf die erste Generation zu beschränken; es sind Quarzinsphärolithe; er betont, daß die Sphärolithbildung eine nachträgliche sei (a. a. O. S. 218); sie ist sicher jünger als eine mineralische Schichtanlage, aber älter als die Gesamtfaserung, welche erst langsam im Ergänzungswachstum der Anlage nachfolgt.

der Schicht liegt. Der helle Randsaum wächst noch etwas nach innen, nachdem die randlichen Halbsphärolithe sich schon angesetzt haben; diese erscheinen daher beiderseits in den Randsaum eingesenkt. Die konkretionäre Erhärtung der Schicht als Ganzes scheint dadurch bewiesen zu sein, daß auch in der gleichen Schichtlage deutliche Interglobularräume auftreten, d. h. dunklere unausgefüllte Räume, welche von globular (traubenförmig-nierenförmig) begrenzter SiO_2 -Substanz umgeben sind. Bemerkenswert ist, daß vereinzelt statt der Kieselsäure-Halbsphärolithen auch ein Eisenpigmentkorn in der gleichen Form auftritt. Es wäre nun die Frage, ob die Erscheinungsreihe hier darauf beruht, daß eine Austrocknung des Kieselsäure-Gels erfolgte; es ist aber bekannt, daß diese nicht von der Oberfläche nach innen stattfindet, sondern daß gleichzeitig an vielen Stellen im Innern fein verteilte Flüssigkeits-freie Hohlräume entstehen. Der helle Randsaum könnte dann vielleicht als oberflächenhautartige Gelbildung aufgefaßt werden, welche erst nach der Innenerstarrung auskristallisiert; er ist übrigens auch in vielen anderen Fällen unmittelbar neben der Schichtfuge zu beobachten, kann Erst- und Letztbildung sein, scheint aber eher einer dichten opalfreien Kristallisation anzugehören, welche als Grenzausscheidung zu betrachten ist.

Es sei kurz auf Einzelheiten dieses Gangachatvorkommens aufmerksam gemacht. Das verkieselte Nebengestein weist die verschiedenartigsten Durchsprengungen auf; dickere Adern bis 2,0 cm zeigen am Rand nach einer Seite überhängende Achatfalten, in deren Kernen schon Reste einer älteren Achatgeneration stecken; schon in diesen ältesten Faltschichten zeigen sich die Ooide und zwar recht große, zum Teil ganz rundliche; ein zweites System von Sprüngen, welches ebenfalls in dem Gestein einsetzt, durchsprengt auch diesen Achat schief und quer, dringt in gelüpfte Fugen der Achatbänderung konkordant ein und erfüllt sogar die verbliebenen Mittelhöhlungen völlig konkordant mit dem nächst älteren Absatz; in diesen jüngeren Fugenfüllungen scheinen die Sphäroide zu fehlen; man ist bei den schmälere Bildungen dieser Art keinen Augenblick im Zweifel, was Gängchen und was ursprüngliche Bänderung ist.

Bemerkenswert ist, daß auch die durchkreuzenden Gängchen sich sehr eng an die älteren Nachbarteile anschließen und trotz der Verschmelzung mit glashellen Salbändern an der durchbrochenen Masse angewachsen gut zu unterscheiden sind. Der Schichtzuwachs findet also hier statt, wie die Durchkreuzung und ihre konkordante Ein- und Anlagerung an die aufgeblätterte Vorschichtung.

Die vorher erwähnte Faltung in dem alten Achat scheint zu beweisen, daß die Kieselsäure am Rand der Blasenwand in einer gewissen Schichtdicke noch im zähflüssigen Zustand vorhanden war, so daß sie sich im Zusammenhang ablösen und über einen tiefer liegenden, schon gefesteteren Teil eine kurze Strecke hinüber fließen konnte.

Die eigenartige konkretionäre Form der Erhärtung habe ich (außer an einem Stück von Oberstein in weniger guter Erhaltung im Anfang des I. Achats) auch bei einem Stück von Duchroth mikroskopisch zu prüfen und in Einzelheiten zu ergänzen Gelegenheit gehabt (Übersichtsbild des Aufbaus Taf. V Fig. 24, Struktur Taf. V Fig. 11—13 u. Beil. zu Kap. i). Der II. Achat fängt über dem regelmäßig großfaserigen und einheitlichen I. Achat mit den Sphärolithvierteln, den Opal-führenden, höchst feinfaserigen Anfangskörperchen (Beil. z. Kap. i) Fig. a) an; nach einer undeutlich gebänderten Anfangsflur kommt eine breitere Flur (Fig. b u. f), in welcher man das Bild zahlreicher nicht scharf voneinander getrennter Sphärolithe hat, welche schichtandeutungsweise in konzentrisch linearer Weise geordnet sind; von einer bestimmten Stelle an nach innen zu sind diese konkretionären Bildungen schärfer umrissen und regelmäßiger gefasert; sie sind zum Teil schon mit bloßem Auge zu sehen, erscheinen hierbei weißlich, während sie im Mikroskop im durchfallenden Licht den bräunlichen Ton des schwach entglasten Glases, hier des opalführenden Chalzedons besitzen; es handelt sich um gerade erkennbare, in Reihen geordnete Halb- und Ganzsphärolithe,

von welchen ersteren mehrere keulen- und säulenförmig übereinander geordnet und dabei zu einheitlichen Gruppen verwachsen sind (Taf. V Fig. 11—13); davon unterscheidet sich die Kristallisation der Zwischenmasse, welche ebenfalls, aber klein-, doch nicht so regelmäßig und nicht so feinfaserig an die Konkretionen ankristallisiert ist; man hat zweifellos zwei Kristallisationsvorgänge und es erzeugt den Anschein, als ob die älteren Sphärolithe gelegentlich zerrissen und vereinzelt etwas verlagert worden sind. Mit der zweiten Kristallisation ist der Opalabsatz verbunden, welcher einzelne Sphärolithgruppen ganz dunkelfarbig macht (vgl. Beil. z. Kap. i), Fig. 331 u. h). Dieser Absatz zieht auch gelegentlich streifenartig wie als Folge einer Durchsinterung, schiefquer bogig gekrümmt, durch die Masse (vgl. Beil. z. Kap. i) Fig. f).

Die sonderbar erscheinenden säulenartigen Gruppen sind eigentlich den Faserstrahlenbündeln morphologisch und entstehungsgeschichtlich vergleichbar; wie jene von einem Kristallisationsscheitel aus entstehen unter dem radialen Nachzug von Lösung durch die Diffusionswirkungen infolge des Faser-Spitzenwachstums (O. LEHMANN'S Diffusionsströme) und die seitliche Ausdehnung durch die gleichzeitigen Nachbarausscheidungen bedingt ist, so auch hier mit der Einschränkung, daß durch die unregelmäßigen Umstände: Sphärolithwachstum neben den schichtartigen linearen Unterbrechungen, noch die Neigung zu Konkretionen einwirkt und daher zusammengesetzte Faserstrahlenbündel entstehen, während sich in der Nachbarschaft nur kleine vereinzelt Konkretionen bilden; in den säulen- und keulenförmigen Gebilden ist ein rascheres, zu einheitlicher Zusammenfassung strebendes Wachstum, das auch entsprechend größeren Opalanteil einschließt, zu bemerken. Bezüglich der bei diesem Vorgang entstehenden etwas sonderbaren Formen möchte ich noch auf die bei der Pigmentbildung gelegentlich entstehenden Formen (Taf. V Fig. 17) hinweisen, welche ich als Folge einer ebenso radial wie von der Seite her stattfindenden Eisenoxydkonzentration nach vollendeter Faserung betrachten möchte.

Es ist natürlich, daß das Wachstum solcher vereinzelt stehender Säulenkonkretionen in ihrer durchaus achatartigen Bänderschichtung nicht durch Pigmentdiffusion nach E. LIESEGANG gedacht werden könne, wenn man gleichzeitig Erscheinungen, wie sie der DAUBRÉE'sche Versuch zeigt, von der Achattheorie ausschließt.

Neben den erwähnten säulen- bis szepterförmigen Gebilden mit dichter und opalführender Chalzedonfaserung (Taf. V Fig. 11 u. 12) kommen auch im Dünnschliff ganz helle gleichartig geformte Gebilde (Fig. 13) vor, ebenso in der Form rundlicher Sphärolithe oder Halbsphärolithe oder wie sichelförmiger Schalen; letztere sind gar nicht selten mit den opalführenden Szepterformen eng verbunden, bilden den Untersatz, sind ihnen eingeschaltet oder sitzen ihnen als Kappen auf (Fig. 11); sie sind auffällig hell, d. h. sie sind nicht gefasert, sondern bestehen aus klarem Quarz (Quarzin?) ohne alle Einschlüsse; während mit den dunklen Konkretionen das Pigment eng verbunden und meist mit der Faserung ringsstrahlig eingeschaltet ist, fehlt hier das Pigment völlig. — Eine sehr wichtige Eigentümlichkeit ist, daß diese Formen der oft strahlenbündelartigen Ausscheidungen auf bestimmte radiale Striche beschränkt sind, welche für sich selbst, von bestimmten Anfangskörperchen dieser Art ausgehend, sich auch strahlig nach innen verbreitern und nur in einer sehr gleichmäßigen Verteilung allerfeinsten Pigments eine lichtrötliche Tönung erhalten (vgl. Taf. V Fig. 20 u. Beil. Fig. e).

Die hellen Kristalle, welche diese Konkretionen bilden, sind nicht oder nur wenig verlängert, haben keine gleichmäßige Achsenrichtung und stoßen mit ihrer Spitze gelegentlich nicht ganz zusammen, so daß schwarze, zackig-winkelig geformte Restlücken verbleiben. Im großen und ganzen sind in der Mitte die Kristalle

am größten, sie erinnern so an die Sphärolithen, welche gelegentlich einmal in einem Zeolithpseudomorphosen (vgl. S. 132) enthaltenden Kalzitachat gefunden wurden. — Dann fanden wir äußerlich ähnliche Gebilde in allerdings viel geringerer Körnigkeit in Form von Halbsphärolithen mit Moosachatfortsätzen in einem Schwefelkies-führenden Stück (vgl. Fig. 23 Taf. IV) im ersten Achat; dort dachten wir im Anschluß an andere Tatsachen der Moosachatbildung (Taf. V Fig. 3) an Pseudomorphosen nach Halbsphärolithen von Karbonat, welche letztere an sich nicht selten sind. — Auch hier wird man nicht an eine primäre Entstehung denken können, sondern an eine entogene Metamorphose eines Urzustandes (Feinquarzausfällung mit Bänderungsanlage), welche in einem Fall zu den ausgesprochenen Chalzedon-sphärolith-Keulen, in anderen Fällen zu Quarz-Szeptergebildeten auswuchs. Sie entstanden höchstwahrscheinlich in speichenartig begrenzten Räumen eines veränderten Lösungsdurchzugs, in welchen einerseits das Pigment in ursprünglicher Form, Verteilung und geringerer Hydratisierung verblieb, andererseits entschieden das Faserwachstum verhindert, sondern die Weiterentwicklung der Feinquarzanlagen fast lediglich durch die Konzentration der zuerst vorhandenen Lösung ermöglicht wurde.

3. Unterbrechungsanzeichen im Wachstum der Schichten.

An einem großen Achat aus Oberstein (Textfig. 29 S. 186), makroskopisch von schönster Regelmäßigkeit des Zuwachses, wurde auch oben die Tatsache berichtet, daß zwischen regelmäßigen Paketen von Schichten mit normal von außen nach innen wachsender Büschelstruktur eine ebenso regelmäßige Einschaltung von Lagen zu beobachten sei, welche daneben auch eine sehr verschiedene Art der Erstarrung von innen nach außen aufweise und eine Mittellinie des Entgegenwachsens wie bei Gangbildungen zeigt; dies ist eine Art der Erhärtung, welche sich auch bei einem anderen Fund mit etwas veränderter Form wiederholt; es wurde gefolgert, daß hier vom Gewöhnlichen abweichende Verhältnisse vorliegen; wie groß die Abweichung ist, konnte aber nicht gesagt werden, da derartige Erscheinungen nur mikroskopisch zu sehen sind und daher bis jetzt zu selten beobachtet wurden.

Das gleiche Stück zeigt aber auch eine andere Erscheinung, für welche ich aber ein zweites Beispiel nicht anführen kann. Die oben genauer behandelten sphärolithischen „Anfangskörperchen“ mit feinsten Faserung und Opaleinschluß zeigen stets eine deutliche entweder ebene, flachgerundete oder flach trichterförmige Anlagerungsseite und eine gleichmäßig halb- bis viertelkugelige Oberfläche; erstere ist nach außen, letztere nach innen gerichtet (vgl. Taf. IV, Fig. 17 u. 20, Textfig. 26—28).

Nun findet sich an der Innengrenze der mit Zügen kleiner Sphärolithviertel-Körperchen zahlreich versehenen Außenzone eine Teillage, woselbst sich nach einer Fuge an Stelle der einfach faserigen Fortsetzung schmale, tafelige, helle Kriställchen (Taf. IV Fig. 22) ansetzen, welche keine Faserung erkennen lassen, aber optisch sich genau so wie der umgebende Chalzedon verhalten, so daß man sagen könnte, die Kriställchen seien senkrecht zu einer versteckten Faserstruktur quer verlängerte, d. h. in der Faserrichtung verkürzte Einheitskristalle von Chalzedon;¹⁾ sie sind auch Anfangskerne der darauffolgenden Faserbüschel. In dieser Lage befinden sich nun die letzten Anfangskörperchen (Taf. IV Fig. 20, Textfig. 26—27) zum Teil in normaler gewöhnlicher Lage, zum Teil in mehr und weniger scharf und stark

¹⁾ Es könnte sich auch um tangential verlängerte, wie die Quarze im Enhydros wachsende Quarz(Quarzin?)kristalle handeln.

umgestürzter Lage, so als ob diese Körperchen von ihrer Unterlage abgelöst worden und umgefallen wären; hierbei ist auffällig, daß die genannten Kriställchen auch diese umgestürzten Sphärolithviertel nach innen zu umwachsen; die hierdurch

Fig. 25.

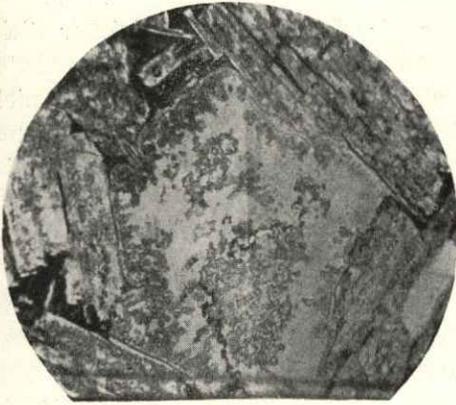


Fig. 26.

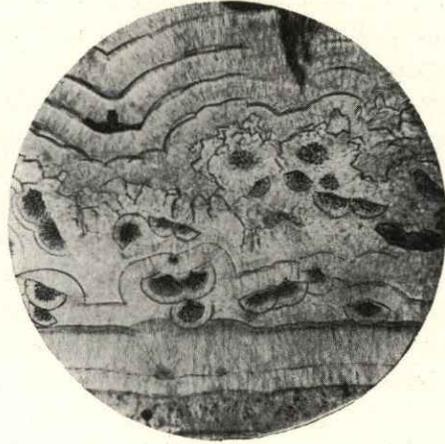


Fig. 27.

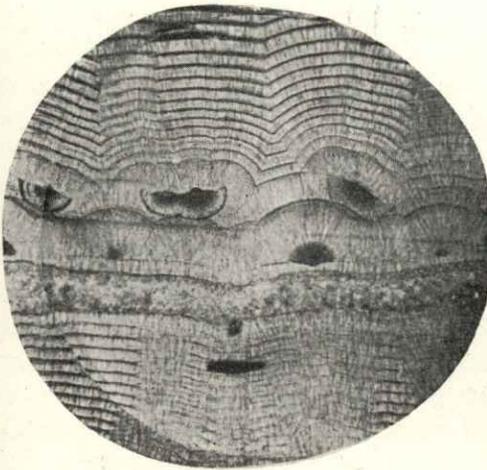


Fig. 28.



Fig. 25. Mit Chlorit gefüllter Zwischenraum in einem Melaphyr, in welchem feine Moosachat-artige Röhren aus Kalzit hereinragen.

Fig. 26—28 zeigen von einem Achat von Oberstein (S. 29) zweiseitig körnige Lageneinschaltungen (von Quarzin?), an welche sich (bei 28 zwei solcher) mit dunklen opalreicheren Anfangskörperchen normale Chalzedonfaserbündel mit mehreren Schichtunterbrechungen anschließen. Die Anfangskörperchen gehen von flachen Winkelstellen aus, in welche sie sich mit einer Mittelspitze hineinsenken. Bei 27 ähnliches bei engerer Schichtung, wo man sieht, daß die Anfangskörperchen unregelmäßig umgeworfen sind und die nächsten Wölbungsschichtlinien sich ganz nach der nach oben gerichteten Unterseite bzw. -spitze ausgestaltet. Bei 26 sind diese umgestürzten Anfangskörperchen in unregelmäßiger Häufung erst noch von Kriställchen (Quarzin?) umwachsen, ehe sich die normalen Faserschichtwölbungen anschließen. — Vergrößerung ungefähr 60 mal.

(Photogr. Aufnahme von Dr. M. SCHUSTER)

in ihrer Regelmäßigkeit durch die unregelmäßig buckelige Anhäufung unterbrochene Schichtung setzt sich in Anpassung an diese Unregelmäßigkeit mit einer starken ausgebogenen Rundung darüber hinaus fort; es sei bemerkt, daß die Taf. IV Fig. 20 nicht die stärksten Anhäufungen dieser Gebilde (Textfig. 26) darstellt.

Man hat den Eindruck, es handle sich hier um eine starke Unterbrechung, welche einerseits den Faserungsvorgang abbrach, andererseits die eigenartigen Kristallformen erzeugte und verhinderte, daß die Anfangskörperchen fester an die Unterlage anwachsen und, soweit sie etwa auf den Rundbuckeln aufsaßen, durch die Lösungsbewegungen seitlich abrutschten und umfielen (vgl. VI. A. 3).

Es sei hierbei noch hinzugefügt, daß ein vorhergehendes Paket von Schichten mit von einer Fuge ausgehender Büschelung die Körperchen an gleicher Stelle in regelrechter und daneben umgestürzter Lage aufweist, ohne daß die erwähnten Kristallformen im ganzen Zug der Schicht auftreten; die Umstürzung ist also nicht etwa Wirkung eines Vorgangs bei dieser Kristallbildung, sondern eher dürfte letztere mit ihren gut ausgebildeten Spitzen und Kanten auf einen Zustand hinweisen, der neben der Umstürzung auch freie Kristallflächenbildung ermöglicht, das wäre eine richtige Unterbrechung an wie freier Ausscheidungs Oberfläche bzw. an einer Scheide verschiedener Aggregatzustände.

Die erwähnten Störungen zeigen sich fast unmittelbar vor einer gut gekennzeichneten Stelle der Achatschichtung, von welcher an die innere Reihe sowohl anders gefärbt, als gleichmäßiger geschichtet ist, ebenso wie hervorgehoben werden kann, daß diese innere Reihe seitlich einen breiten Septalraum mit weitausgreifender Schichtung erfüllt, an welchem vorher die Schichten der ersterwähnten Reihe in steiler Abbiegung abrückten und rasch auskeilten. Es ist das eine jener stärkeren Bildungsänderungen, wie ähnliche auch an anderen Stücken sich beobachten lassen und Ursache deutlicher Strukturabsetzungen sind (vgl. d. Jahresh. S. 24, S. 154 und Taf. III Fig. 18; sie bedeuten wohl eine vorübergehende Anbahnung der Bedingungen, welche für die Entstehung der Mittenhöhlung Geltung haben. An Fig. 29 S. 186 ist die Ringsflur dieser Einschlüsse mit einem Doppelpfeil angemerkt.

4. Schwefelkies im Achat.

Schon GERGENS erwähnt N. Jahrb. f. Min. 1856 S. 22 häufigen Schwefelkies im Obersteiner Achat. In einem Fundstück (Original zu Taf. III Fig. 17) wurde oben schon Schwefelkies erwähnt, ebenso in einem zweiten Stück von Oberstein Kupferkies; es sei hier zusammengefaßt und ergänzt, was über dieses Vorkommen mikroskopisch beobachtet wurde. Es handelt sich übrigens nur um Markasit.

Die Schwefelkieskörnerchen halten sich (wie die Kupferkieskörnerchen von Oberstein und Niederhausen) an ziemlich gut ausgeprägte Schichtlinien des Aufbaus und zwar vorzüglich an die Grenze des ersten Achats gegen den zweiten, wenn sie auch im Innern des zweiten und an dessen Abschlußnähe an Schichtlinien auftreten; sie haben nicht selten hier eine flache Boden Anpassungsfläche und Fortwachsungen mit Absetzungen, deren Einschnitte der Ringstruktur entsprechen.

Die Art des Auftretens ist eine doppelte: entweder bilden sie in verschiedener Weise, wie dies auch für einzelne Vorkommen von Eisenoxydpigment gilt, die Ausstrahlungspunkte der regelmäßig sphärolithoiden Büschelstruktur mit und ohne opalführende Anfangskörperchen, wie dies Taf. IV Fig. 15 links darstellt, oder sie haben (Taf. V Fig. 4—6) ganz eigen an ihrem Umfang ansetzende, von der Gesteinsstruktur wie abgetrennte federartige Ansätze von Chalzedon, weniger Quarz (Quarzin?), welche in auffälliger Weise gekrümmt sind und von der Gesamtstruktur umwachsen werden; der sich verdünnende Rand ist von einer feinen dunklen Körnelung durchsetzt, welche einen hier mangelnden Zusammenschluß der feineren Randfasern andeutet und durch welchen in dickerem Dünnschliff die Feinbänderung und

Faserung der Hauptstruktur gelegentlich hindurchschimmert, während die Kernfasern oder gar Achsenfasern glashell sind und eng zusammenschließen. Diese „Federn“ sind öfters in eigenartiger Weise zurückgekrümmt und reichen noch dabei in den Schichtungsteil hinein, der die Grundlage des Schwefelkieskornes bildet; es hat allerdings den Anschein, als ob die Spitzen der so umgebogenen Federn an einer festeren Schichtlinie Halt machen. Gelegentlich sieht es auch aus, als ob diese Federn mit ihrem Untersatz, dem Schwefelkieskorn, gesenkt oder umgestürzt wären.

Man kann in Übereinstimmung mit Vorstellungen, welche anderen Auffassungen entstammen, annehmen, daß die Schwefelkiesausscheidung an der Grenze einer Gelschicht (oder sehr viskoser SiO_2 -Lösung) auf einer gespannten Oberflächen- oder Kristallhaut entstand, während diese Schicht erst in den tieferen Bänderungsfluren sich mehr und mehr zusammenschloß, in der höheren schon Feinchalzedonausscheidungen eintraten, so daß einerseits das Korn sich noch hie und da etwas in die Schicht einsenken, andererseits auch bei einem Übergewicht wachsender Feder umkippen konnte. Die Feder wuchs rasch in die darüberstehende Lösung bzw. deren erste mineralische Ausscheidungen vor. Die erst später in der Schicht vervollkommnete Faserung und feinste Schichtungsriefung stößt vergleichsweise an diesen älteren Ausscheidungen ab, wie etwa die Grobbänderung an den im Achat an der Grenze der I. und II. Generation eingeschlossenen Kalkspatkristallen (vgl. S. 154). — Bei Fig. 5 Tafel V hat man den Eindruck, als ob in der die Kieskristalle tragenden Schicht schon die Anfänge der Feinbänderung (oder Ringsriefung) vorhanden gewesen wären, als die zurückgebogene Feder in deren Körper hineinwuchs und die vorhandene Kieselsäure zum Auswachsen der Federanlage verbrauchen konnte. Die Zurückbiegung der Feder könnte auf rasche Abnahme der hohen Lösungskonzentration nach oben hin schließen lassen (vgl. O. LEHMANN, Molekularphysik I S. 378—390).

5. Moosachat-artige Polster in der Schichtung (Taf. IV Fig. 21).

An dem Belegstück, in welchem im Vorhergehenden die eigenartigen Chalzedonfedern an Schwefelkieskristallen beobachtet wurden, fanden sich auch schon mit bloßem Auge sichtbare, z. T. mit den Anfangskörperchen an Größe und Form vergleichbare Gebilde, welche aber mikroskopisch völlig verschieden sind. Es sind auch an vorgebildete feste (nicht mehr veränderte) Strukturflächen mit einer Durchmesser-Grundfläche angepaßte halbkugelige Bildungen, welche keine Faserung besitzen, sondern fast körnige Struktur, eine breite dunkelfleckige Ringsbänderung und eine kleinkugelige Oberfläche, welche öfters in kurze wurmartige Fortsätze auswächst. Auch die Oberfläche zeigt die dunkle Punktierung in feinerer Gestalt. — Wurmformig gekrümmte Gebilde kommen daneben auf denselben Bänderungsstufen vor und niedrig gehaltene, viel kleinere Gebilde (Fig. 4 Taf. V), so zu sagen die Urformen einerseits zu den Polstern, andererseits zu den Wurmkörperchen liegen an mehreren Stellen zahlreicher zwischen richtigen Anfangskörperchen. — Es ist gar kein Zweifel, daß die Feinstriefung und Faserung der Bänder jünger ist als diese Bildungen, daß die Polster einer Zwischenzeit angehören zwischen der Festigung der Abstufungsfläche, auf welcher sie aufsitzen, und der Faserungsausscheidung des zugehörigen Schichtkörpers. — Sie sind völlige Fremdkörper im Schichtungsgefüge und als solche vergleichbar den Schwefelkieskristallen mit Kieselsäurefedern, jedoch haben sie nirgends ein Pigment oder einen Kiesfunken als sicheren Wachstumsausgang.

Zur Deutung dieser Gebilde leitet vielleicht die Untersuchung der dunklen Zonen; die schwarzen Flecken erscheinen unter stärkerer Vergrößerung durchgehends mit scharflinigen Begrenzungen, welche den Kristallflächen des benachbarten Quarzkornes angehören, sind also Restlücken mangelnden Zusammenschlusses von in verschiedener Richtung vorwachsenden Quarzkörnern, welche scheint es verzerrte Formen hatten. Dies erinnert an Quarz, welcher auf Kosten von Kalkkarbonat wächst, wie ich solches nicht nur mikroskopisch im Geogn. Jahresh. 1909 S. 149 Beil. II Fig. 4 aus verquarztem Oolithkalk des Muschelkalks nachgewiesen habe, sondern auch z. B. neuerdings in makroskopischen Kristallen in verquarzten Kalkspatgängen paläolithischer Schichten bei Harzburg im Harz beobachtete und sammelte. — Ich glaube, daß es sich bei vorliegenden Halbsphärolithen um feinverzweigte Karbonatsphärolithe (Aragonit) handelt; ihre Verquarzung müßte in der Zwischenzeit zwischen zwei Bänderungsabschnitten entstanden bzw. vor Abschluß der Faserung der umschließenden Schicht vollendet gewesen sein. Ich glaube, daß es sich in der Tat um eine primitive Wechselform des Moosachats handelt, welcher ja auch sehr oft völlig rasen- und lagerhaft im I. Achat entwickelt ist.

In diesem Zusammenhang ist eine weitere Erscheinung zu besprechen; in dem Fundstück von Oberstein, welches zu den Strukturbildern Taf. V Fig. 1—2 gehört, zeigt sich im I. Achat eine schwache Bänderung, welche unter dem Mikroskop sich als ein regelmäßig umlaufender Wechsel von hellen und dunklen Ringsfluren erweist, in welchen letzten eigenartig verzweigte, sehr unregelmäßig spinnwebartig geknotete schwärzlich punktierte Streifen eingesetzt sind; bei großer Vergrößerung erscheinen die Knotenpünktchen als Lücken mangelnden Zusammenschlusses und unvollständiger Berührung der Kristallfasern; die hellen Zonen sind regelmäßig gefasert, jedoch nicht scharf liniert gegen die dunkleren abgesetzt, welche aus verkürzten oder gar quer verlängerten, zu einheitlicher Fasergruppe zusammengefaßten Kristallen bestehen; nach einer Anzahl von Stellen scheinen diese Kristalle aus Quarz(in) zu bestehen; hier wäre bei Entstehung so verschiedener Modifikationen der Kieselsäure mit vielleicht verschiedenzeitlicher Auskristallisation der mangelnde Zusammenschluß einer späteren Auskristallisation bei verringertem Lösungsdurchzug sehr verständlich.

6. Vergleich mit der Schichtenstruktur von Enhydros (Taf. V Fig. 9—10).

Es wurde d. Jahresh. S. 88 erwähnt, daß die Innenzone der Chalzedonhülle vom Enhydroskern sich deutlich in weißlicher Farbe gegen die durchscheinende äußere abhebe, daß von ersterer sich eine Bänderung schon mit bloßem Auge bemerkbar mache und daß diese Struktureigenheiten auch mit den äußeren Formen stimmen; es sei mit Beziehung auf den Voll-Achat Näheres hier nachgetragen.

Die Wulsteinschnitte der Oberfläche sind auch Trennungslinien der Innenstruktur; sie gehen quer durch und stehen oft in Verbindung mit Linien der Quarzzone im Innern der Hohlshale. In der Dickenhälfte befinden sich sehr feinfaserige Strahlenausgangs-Mitten der Faserung, welche sich nach der Seite (vorwärts) wie auch nach innen und außen der oberflächlich vorragenden Wulsteile umbiegen; die Faserung ist hier im allgemeinen nicht so regelmäßig gereiht, gestreckt und langzünftig wie beim Voll-Achat, nur nach innen zu macht sich das letztere gut bemerkbar; die nach dem inneren Hohlraum ausbiegenden Fasern sind stärker und gradliniger, die Wulstbildung ist auch hier oft geringer. Hier — nach innen — setzt auch die feine dunkle Lamellierung ein, welche im auffallenden Licht weiß ist, sich so als die Opal führende erweist, und welche nach außen zuerst glashell

wird, dann durchgehends und oft spurlos verschwindet. — Diese Bänderung erweist sich auch hierdurch als ein Erzeugnis mineralischer Entstehung, beeinflusst durch die von der Gas- und Flüssigkeits-erfüllten Höhlung ausgehenden Absetzungen des Lösungsausgleichs bei der Ausscheidung (Diffusionsvorgänge nach O. LEHMANN); noch mehr darf dies aus Nachfolgendem geschlossen werden.

Die mit den Chalzedonringschalen nach innen eng verwachsenen Quarze sind gleichwohl scharf getrennt gegen diese; die Quarze enthalten seitlich noch streifige Trübungen, welche im auffallenden Licht opalisieren und Opaleinschlüssen entsprechen; sie sind auch schwächer als die anliegenden des Chalzedons. Daneben zeigt sich aber gut sichtlich, daß diese deutlich konzentrisch-schalige Opalbänderung auch in den seitlich an die Längsrichtung der Chalzedonfasern eng anlagernden Quarz mit und ohne Opaleinschlüssen übergeht und hier sofort eine scharf linierte kappenartige Lamellierung des Quarzes nach Kristallspitzen und -kanten erkennen läßt und zwar in größerer Schärfe als dies im Chalzedon sichtbar ist; in der wenig breiten seitlichen Übergangsstelle sind einige der dickeren Fasern Quarz (Quarzin), andere zweifellos unmittelbar neben dem Quarz Chalzedon; auch im Innern der Quarze begegnet man mit Opaltrübungen von der Seite her eingeschlossenen Faserungsresten, welche entweder Quarz oder Quarzin, aber nicht Chalzedon sind. Für eine nachträgliche Umwandlung von Chalzedon in Quarz fehlt aber jeder Anhaltspunkt, vielmehr ist die nächste Folgerung die, daß die Quarz- und Chalzedonbildung jedes einzelnen Wulstes eine nahezu gleichzeitige Entstehung ist; wichtig ist, daß die Bänderung des Quarzes in der Art des Kappenquarzes der schalig rundlichen Chalzedonbänderung als seitliche Fortsetzung entspricht und hierdurch die Annahme, daß diese Bänderung lediglich dem kristallinen Wachstum entspricht, gestützt wird.

Sehr auffällig ist folgendes: Die nach innen gerichteten Wulstbildungen überragen und überwuchern seitlich häufig oder fast immer die vorhergehenden; von diesen Überragungen, d. h. von gebänderten und gefaserten Chalzedon werden nun die ersten kleinen an den schmälere Wulstringen anliegenden Quarze völlig überwachsen, so daß (wie das ja auch in vielen Fällen [Fig. 6 S. 34] beim Voll-Achat ringsum der Fall ist) die Chalzedonbänderung die Quarzspitzen völlig umhüllt und deren Form im Eigenschichtwachstum nach oben mehr und mehr zurundet; — es beweist dies, daß die Wulstbildungen zum mindesten einen seitlichen Wachstumszusatz haben, welcher die sofort mit der vorhergehenden Schicht auf der Höhlungsseite sich bildenden Quarze überkrustet. Ich kann auch diese Beobachtungen nicht vereinbaren mit der Ansicht von R. LIESEGANG, daß die Quarze eine spätere metamorphe Umbildung aus Chalzedon darstellen; auch spricht dies nicht gerade für die Wulstbildung als Folge von nahezu gleichzeitig das Ganze ergreifender Austrocknung des Gels trotz der großen Ähnlichkeit, welche aber auch wohl durch kristallinische Ausscheidungen auf der Oberfläche in Konvergenzformung hervorgerufen werden kann.

7. Unregelmäßigkeiten in dem Dickenwachstum der Schichten (Textfig. 29, Taf. IV Fig. 12 u. 13).

Die Chalzedonschichten, welche an den Septalunterbrechungen sich nach rückwärts umbiegen, verdünnen sich, brechen ab und verschmelzen mit anderen etwas weiter zurückreichenden. — Selten ist zum Teil das umgekehrte Verhalten der Fall bei stark nach außen winkelig zurückgebogenen Schichtstreifen und zwar an Stellen, woselbst keine eigentlichen Septalunterbrechungen sonst zu bemerken sind.

An einem Stück (Textfig. 29, Taf. IV Fig. 12), bei welchem letztere auch mit normalerem Verhalten auftreten, gibt es aber auch Winkelzurückbiegungen, welche äußeren Vorsprüngen der Blasenfüllung entsprechen und deren Streifen sich zum Teil im Winkelschenkel verstärken; hierbei tritt nun das merkwürdige Verhalten auf, daß die verdickten Streifen nach ihrer Umbiegung in den regelrechten Rundverlauf sich in verdünnte und zum Teil verlängerte Streifen bzw. Punkte auflösen. —

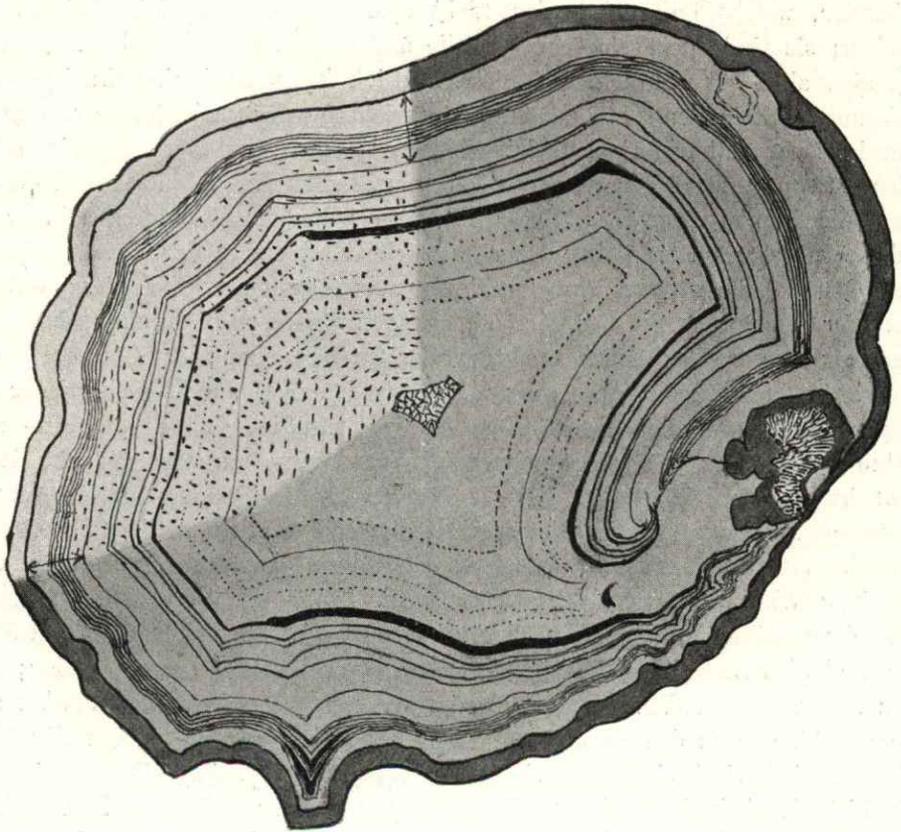


Fig. 29.

Ansicht einer vom Boden her angeschliffenen Achatmandel von Oberstein; in einem Sektor links oben ist die Art der Pigmentform in schematischer Weise angedeutet. Merkwürdige Verdickungen einzelner Schichten quer durch die etwas längere Seite des Stücks (vgl. Taf. IV Fig. 12—13), in dem ganzen halbkugelförmigen Stück durchsetzend; rechts eine Septaleinschaltung mit einem im I. Achat (dunkel) eingeschlossenen Faserbündel, wahrscheinlich pseudomorph noch Karbonat; die zwei Pfeile in der äußeren Schichtung deuten die Region an, in welcher die in Textfig. 26—28 und Taf. IV Fig. 16, 17 u. 20 S. 180 dargelegten Seltenheiten auftreten.

Wieder seitlich davon, wo sich die Streifen in rund nach innen vorgebogenen Wellen (entsprechend den Blasenwanderhöhlungen) wieder eingestellt haben, scheint wieder eine Unregelmäßigkeit einzutreten, daß je der nächste Streifen nicht konkordant über den wellig runden Vorbiegungen gleichsam als Nachformung sich anlegt, sondern daß die nächste Vorbiegung wie seitlich verschoben über den zwischen den Wellen liegenden Furchenwinkeln sich stellt und so fort regelmäßig in mehreren Streifen alternieren bis sich wieder Konkordanz einstellt. Das letzterwähnte Bild ist aber immer nur ein Schein; hält man nämlich den Achat so, daß man völlig auf den Querschnitt der Schicht hinsieht, verschwinden die alternierenden Bogen; das Täuschungsbild kommt daher, daß man bei schiefem Aufblick auf den etwas

gerundeten, glatten Anschliff durch je eine durchsichtige Achatschicht auf die einzelnen Wölbungen der weißen Schicht hinaufsehen kann, welche hinter den im Anschnitt selbst getroffenen Aufbiegungen in gewisser Alternierung angeordnet sind und als zwischen den einzelnen oberflächlich austreichenden Lagen eingeschaltet erscheinen. — Dieses Bild scheidet also aus der Betrachtung aus; sei aber wegen der Täuschungsmöglichkeit kurz besprochen.

Die oben erwähnte plötzliche Verdickung mit einer Art Zuwachsanlage nach Art der Taf. IV Fig. 13 ist am gleichen Stück zu beobachten, hält sich aber auch an solche trichterförmige Einzackungen der Blasenwand. Die Ursache ist nicht zu erkennen, weil die andere Hälfte der Füllung, welche sehr wohl der Unterseite angehören kann, fehlt. Jedoch wäre dem gerundeten Anschliff nach der verdickte Teil der abgebogenen Schichten nicht etwa der dem Boden genäherte, sondern umgekehrt.

Das alternierende Abstoßen bzw. rasche Auflösen je einer Achatschicht an einer starken Abbiegungsstelle habe ich schon bei dem Uruguay-Achat dieses Jahresheft S. 34 Fig. 6 hervorgehoben und zwar an der rechten unteren Umbiegungsstelle des inneren horizontal gebänderten Chalzedons; die hiermit verbundene Vermehrung der Achatschichten in diesem horizontal gebänderten Teil kann auch als eine Bevorzugung der diesem Abschnitt entsprechenden Vertiefungen (Furchenwinkeln) angesehen werden.

Ein Umstand könnte für das Stück der Fig. 12, 13 Taf. V hervorgehoben werden, daß die Verdickungen der Opal-führenden Schichten nicht in dessen Längsachse liegen, an deren einem Ende ein tiefer Septaleinschnitt sich befindet, woselbst also ein Durchzug verdünnter, kristalloider Lösungen möglich wäre. (In gewissem Sinne würde das auch für das erwähnte Stück des Uruguay-Achats geltend gemacht werden können, wobei wir einstweilen von der vielleicht alleinigen Ursache der Schichtung absehen). Jene Verdickungen liegen vielmehr in einer kürzeren Querachse und zwar ziehen sie nach einem hergestellten Bruch unverändert in den gleichmäßig gewölbten Teil, welchen man als Oberseite bezeichnen möchte, dessen entgegengesetzt liegender „Boden“ angeschliffen wäre.

8. Die Bänderstruktur des Uruguay-Achats im einzelnen (vgl. d. Jahresh. S. 34 Fig. 6 u. S. 92).

Das oben in seinen allgemeinen Zügen behandelte Stück von Uruguay wird durch Erwerbung für die geognostische Sammlung für eine genauere Prüfung von Einzelheiten zugänglich; von Wichtigkeit sind die Anordnungen der horizontal erscheinenden Bänderung gemäß der Bodenfläche der Blasenfüllung, welche auf beiden Seiten der geschliffenen Platte zu beobachten sind;¹⁾ hierzu Fig. 30a—c S. 188.

1. Die I. Generation besteht aus einer äußeren Chalzedonzone um eine innere Quarzflur, die auf einer Seite gegen die Septaleinschaltung mit II. Generation völlig auskeilt, d. h. eigentlich hierdurch diese auffällige Einschaltung ermöglicht; auf der anderen entgegengesetzten Seite der Schlißfläche zeigt sich auf beiden Plattenseiten hier eine starke Verdünnung der Quarzschicht. Die äußere Chalzedonzone besteht aus zwei Teilen, einer gelblicheren äußersten Schicht, welche als erste die Unregelmäßigkeiten der aus der Blasenwand vorragenden stärkeren Kristallgruppen des Magmas überzieht und ihre Kugelwölbungen bildet, und eine zweite, welche hiermit nicht konkordant ist, sondern im Gegenteil in starkem sphärolithoidischem Wachs-

¹⁾ Die in Fig. 6 S. 34 dargestellte Plattenseite ist die der starken Mittenhohlung, welche auf der entgegengesetzten Seite gerade ausläuft. Der Schnitt ist etwas schief mit etwa 75° gegen die Bodenfläche gerichtet, geht also nicht ganz senkrecht zu der Bodenfläche durch die Füllung.

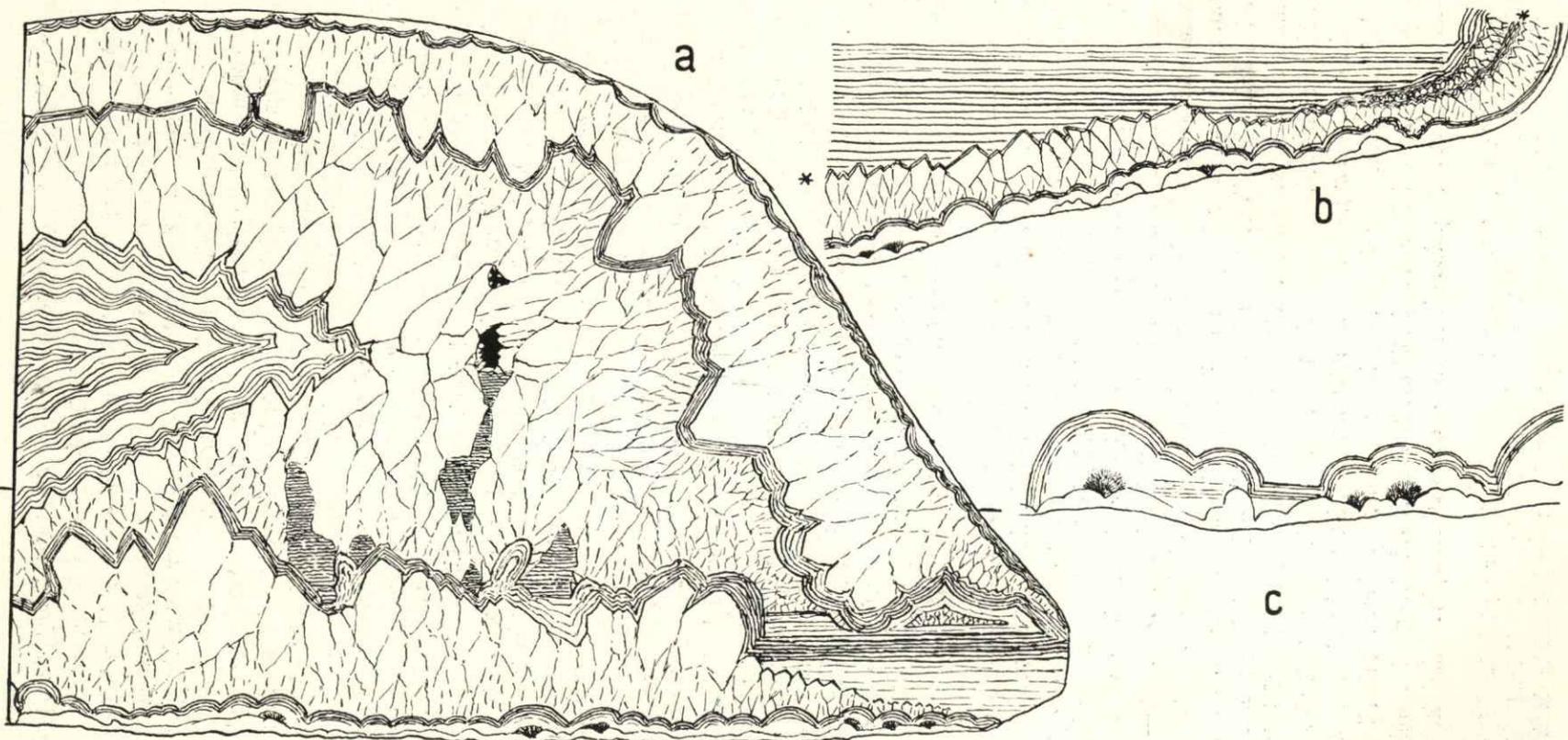


Fig. 30a—c zeigt in a die Kehrseite der in Fig. 6 in diesem Jahreshft S. 34 gezeichneten linken Hälfte. Zwischen den Quarzkristallen horizontale Schichtung, während um die Mittenhöhlung herum Ringsschichtung herrscht. In b ist die rechte Seite jener Fig. 6 nochmals dargestellt mit der genaueren Zeichnung der Lage und Neigung des Bodens gegen die horizontale Bänderung der II. Generation; in c sieht man Einzelheiten der I. Generation mit bodenmäßiger horizontaler Schichtung in kleineren Zwischenräumen (Uruguay).

tum die Mittelpunkte dieser ihrer sphärolithoiden Aufwölbungen gerade in den Winkelbuchten der ersten Schicht besitzt. An diese Mittelpunkte legt sich zuerst ein (künstlich stark färbbarer) Sektor als typisches Anfangskörperchen. Der jüngere Teil dieses Chalzedons ist gut geschichtet, da er aus gut färbbarem feinfaserigem und weißlichem gröberfaserigem, sonst mit Opaleinschlüssen versehenem Chalzedon besteht. — In diesem geschichteten Teil zeigt sich auch ungefähr entsprechend der Bodenfläche horizontale Schichtung an mehreren Stellen, wo die halbsphärolithoiden Aufwölbungen etwas weiter auseinanderrücken (Textfig. 30c). — Während die Sphärolithoide um die ganze Blasenwand herum auftreten, zeigt sich diese horizontale Bänderung nur im Bereich der Bodenfläche.

2. Die II. Generation beginnt ebenfalls mit einer zuerst die Kristalloberflächen der I. Generation dicht überkrustenden Schichtbänderung, deren Fortsetzung in dem seitlichen Septalraum schon breite Horizontalschichten bildet; in den trichterartigen Restlücken zwischen den stark vorragenden Quarzkristallen bilden die letzten dieser Schichten aber auch noch horizontale Ausbreitungen (Fig. 6 S. 34 d. J.), welche zum Teil scharf an den benachbarten vorragenden Inkrustationshüllen abstoßen. Beiderlei Bildungen keilen nach der der Septaleinschaltung entgegengesetzten höhergewölbten Seite der Blasenfüllung, nach welcher die Mittenhöhlung seitlich verschoben scheint — woselbst auch der I. Quarz auf dieser Seite seine geringste Dicke hat — fast aus.

Über dieser ersten Außenschicht der II. Generation zeigt sich auf einer Seite vom Boden unter dem Gewölbe der Blasenfüllung nach der anderen Seite hin ein zweiter Quarz in, wie stets, außenrandlich kleineren, nach innen sich vergrößernden Quarzkristallen; er keilt am Boden von oben und von beiden Seiten her an den Stellen, wo auch der erste Quarz seine geringste Dicke hat, auf $\frac{1}{3}$ der Bodenlänge aus. Es tritt also hier eine beträchtliche Lücke der Absätze ein.

3. Als letzte Ausscheidung zeigt sich ein regelmäßig gebänderter Chalzedon, der auf der Quarzseite die Kristallsitzen lebhaft bogig umhüllt, gemäß der oben erwähnten tiefliegenden Unterbrechungslücke aber regelrechte Horizontalbänderung hat; auf einer Seite (vgl. Fig. 6 S. 34 d. J.) liegen die Endpunkte der Horizontalbänderung radial senkrecht übereinander, auf der anderen Seite (Fig. 30b), woselbst sich der Boden der Blase und die Schichten der I. Generation gleichmäßig mit letzterem schief ansteigend emporhebt, stoßen die wie wasserrecht abgesetzten Schichten an den Unregelmäßigkeiten des Bodens zuerst ab und greifen auch horizontal über die Stellen hinaus über, wo unmittelbar vorhergehende Schichten gleicher Schichtungsgruppe, der äußeren Bodenumrißlinie ähnlich, schon schief abbiegen zu einer um die Mittenhöhlung umlaufenden Schichtung; die Stelle, von wo an die Bodenschichten sich an der umlaufenden Schichtung beteiligen, ist auf beiden Seiten der Bodenlücke nicht die gleiche. Es ist also nicht richtig, was oben gesagt wurde, daß die höheren Schichten dieser horizontalen Bodenschichten nur infolge der Anlagerungsanpassung an die vorhergehenden älteren so wagrecht gestellt wären; es ist vielmehr nur richtig, daß die gleiche Ursache bei allen Schichten von der ersten bis zur letzten für sich gewaltet haben muß.

In dem Wechsel von weißlichen nicht färbbaren und gefärbten Chalzedon sind einige durchsichtige dunkel erscheinende Lagen, welche auch ringsumlaufen; soweit sie der horizontal geschichteten Bodengruppe angehören, sind sie völlig ausgeebnet, sobald sie aber seitlich davon in die Biegungen hereintreten, zeigen sich feine Spitzchen von Quarz(Quarzin?)kriställchen, welche von der folgenden feinsten Chalzedonbänderung in ihren Zacken nachgebildet werden. — Die Wölbungen

der Schichtung begünstigen daher das Spitzenwachstum, die horizontale Schichtung hält es zurück!

In dem einseitigen Raum, aus dem die Mittenhöhhlung nach der entgegengesetzten Seite verlagert scheint, zeigt sich (Textfig. 30a) in der Fortsetzung der äußersten Spitze der Höhlung noch an mehreren Stellen mangelhafter Zusammenschluß der radial gewachsenen Quarzkristalle nicht nur seitlich, sondern auch mit den Spitzen gegeneinander; es deutet sich hierin noch ein Rest „Mittenhöhhlung“ an; die meist feinen Quarzzwischenräume sind mit zarter Chalzedonhaut belegt. An diesen Stellen tritt nun neben anderem ein etwas stärkerer radialer Zwischenraum von etwa 18 mm Höhe auf, dessen Chalzedonfüllung nun auch zwar nicht so scharf wie die bisher erwähnten Teile, doch deutlich genug horizontal geschichtet ist; das gleiche ist mit Anwendung der Lupe auch an den anderen senkrechten Zwischenräumen zu erkennen.

Für den breiten Septalraum und dessen horizontale Schichtung wurde oben gesagt, daß die horizontalen Schichten mit den ringsum laufenden alternieren. Genauer gesagt stoßen nicht alle horizontalen Schichten an der äußeren Seitenwand des Septalraums ab, sondern es gibt auch nicht wenige, welche nach starker Verdünnung eckig umbiegen, auf die Seitenwand fortsetzen und so ringsum ziehen. — Das ist ein ähnliches Verhalten wie beim ersten Achat, wo die horizontalen Schichten in den kleinen Zwischenräumen zum Teil seitlich abstoßen, zum größeren Teil aber in die benachbarten sphärolithoid gewölbten Teile mit deutlicherem Mittelkörper fortsetzen. Für die Entstehung der horizontalen Schichtung ist also eine Ursache zu suchen, welche nicht grundsätzlich von jener der sphärolithoiden abweicht (hierüber vgl. unten „Kornbergachat“ m 4 und Allgem. Erörterungen).

Es ist hier nochmals hervorzuheben, daß sich an diesem Stück nur der feinfaserige Chalzedon gefärbt hat und daß — im Gegensatz zu HEINS Beobachtungen — an anderen Funden die grobfaserigen, sonst weißliche Lagen auch weiß bleiben; die Färbung tritt auch in unserem Stück in den allerfeinstfaserigen Anfangskörperchen auf. Es hat daher vielmehr den Anschein, als ob die reichlicher Opal führenden Schichtteile, sobald sie feinfaserig sind — und eben deswegen — die Färbung annehmen, während die gröber faserigen infolge ihrer nachträglichen Zusatzkristallisation und ihres stärkeren Zusammenschlusses der Fasern sich nicht färben. — Daher mag es auch kommen, daß die Anfangsteile der Schichten im großen und ganzen leichter verwittern, also auch leichter durchtränkbar sind.

9. Vergleich der Schichtungseinzelheiten im Kalzit- und Voll-Achat.

Im Kalzitachat fehlen die Anfangskörperchen, weil hier keine Faserung in der nur schwachen Kieselsäureausfällung vorhanden ist; dagegen kann beim Chalzedon-Achat der Chalzedonrandsaum verglichen werden mit dem Randsaum im Voll-Achat, der öfters von der endgültigen Faserkristallisation des Chalzedons (S. 172) überschritten wird; eine Bündelfaserung fehlt auch bei dem Randsaum im Kalzitachat; er ist nur ein Teil des Schichtkörpers. Andeutungen einer Schichtung zweiten Grades, d. h. von Fugen diesseits und jenseits welcher beim Voll-Achat die Faserstruktur sich scheinbar fortsetzt und keine neue Bündelung eine vorherige stärkere Unterbrechung beweist, fehlen beim Kalzitachat. Man hat hier den Eindruck einer durchaus noch primären Schichtungsanlage, soweit der Feinquarz in Betracht kommt.¹⁾

¹⁾ Für kleine Ergänzungen in der Kenntnis von Einzelheiten des Baus der Schichten im Voll- und Kalzitachat verweise ich auf den Nachtrag zum Gemischten Achat Kap. VII am Schluß des Besonderen Teils.

Die doch schließlich scharfe Schichtung beim Kalzitachat ist dann dadurch hervor- gebracht, daß die spätere Kalzitausfällung aus erst beginnender und häufig auch vollendeter Karbonatfaserung (Vaterit) strukturergänzend hinzutritt.

g) Struktur der Pigmentbänder beim Voll-Achat.

(Vgl. Kap. B. S. 108—112.)

1. Eiform des Pigments.

Die Färbung ist in sehr vielen Fällen innerhalb der rötlichen Bänder der Kieselsäureausscheidung so gleichmäßig und fein beigemischt, daß auch mit scharfer Lupe nicht viel von einer Verteilung von einzelnen Pigmentkörnchen oder Tropfen- streifen zu erkennen ist; andererseits ist es zweifellos, daß sie auch nicht derartig innig gemengt sind, daß nicht auch verhältnismäßig unschwer eine die spätere Porosität sehr unterstützende Entziehung des Eisenoxypigments möglich wäre; bei vielen scheinbar ungefärbten Chalzedonen läßt sich ein Eisenentzug deutlicher folgern.¹⁾ Vorbehaltlich weiterer Untersuchungen an umfangreicheren und günstigeren Dünnschliffen sei folgendes zusammengefaßt:

Das Stück in Taf. III Fig. 15 und ebenso das in Fig. 14 zeigen Eisenentzug in einzelnen äußeren, leichter zugänglichen Zonen der Blasenfüllung, läßt aber auch im Innern der roten Bänder in selten guter Erhaltung die Pigmentierung in lagenartigen, durch nur wenig dünnere, nicht gefärbte Bänder getrennten Zonen schon mit der Lupe gut prüfen. Die hellen Bänder sind zweierlei: innere, nicht scharf gegen die Pigmentbänder getrennte, sondern lediglich durch das Fehlen des Pigments begrenzte und dann andere zum Teil dickere und durchsichtigere, welche eine schärfer linierte Abgrenzung haben. In diesen beiden Arten heller Bänder darf ein Pigmententzug als ausgeschlossen gelten.

Auffällig ist auch hier (vgl. Taf. III Fig. 2—3 u. 20), daß die tief gefärbten, dicht und gleichmäßig gesetzten Pigmentkörnchen meist radial verlängert sind; diese schon mit der Lupe sichtbare radiale Verlängerung rundlicher Körnchen ist um so auffälliger als die gegebenen Durchschnittsflächen nirgends genau radial genannt werden können, daher die radiale Verlängerung auch öfter überall etwas verkürzt erscheinen muß.

Das mikroskopische Bild zeigt für Fig. 15 Taf. III nun 1. eine außerordentliche Dichte, Feinheit und Gleichmäßigkeit der Faserung; jede Spur einer zweimaligen Vergrößerung und Veränderung des Faserbestandes fehlt; er ist zweifellos urprünglich; dann erkennt man 2. in den nicht pigmentierten Streifen, an deren Grenze die Pigmentkörnchen nach der inneren Zone zu in größerer Kleinheit eben auftreten, daß eine

¹⁾ Dieser Eisenentzug ist ein chemischer, nicht etwa bloß eine Verschwemmung, denn das Eisen setzt sich in kleinen Spältchen oft in dendritischen Auswachsungen wieder ab. Ich erachte diesen Vorgang als einen postthermalen, welcher auch die Erzgänge des pfälzischen Permkarbons nach starken Bewegungsvorgängen mit einer Auflösungsauslaugung und einem Wiederabsatz (also „post-orogenetisch“) betrifft; in diese Zeit der zweiten Mineralgeneration der Erz- und Mineralgänge fiel in den Achatknollen außerdem die Auflösung der peripher liegenden Karbonate, Zeolithe und eine gewisse Auflösung von Kieselsäure, welche sich hier und da auch recht stark in einer feinkörnigen Quarzrinde auf die Wände dieser Karbonate und Zeolith-Auslaugungshöhlungen absetzt (vgl. besonders hier Taf. III Fig. 9—17). Diese Erscheinung, welche wir im wechselnden Umfang bei unseren Achatstücken zu beobachten haben, ist von R. BLUM (Pseudomorph. d. Mineralien, I. Nachtr. 1847 S. 135) auch von den Achaten von Idar erwähnt (vgl. auch E. LIESEGANG l. c. S. 103) und an einigen belehrenden Beispielen allmählicher Karbonatentfernung bei mehr oder weniger hohlen Pseudomorphosen besprochen worden. Wir sind oben S. 157 u. S. 159 darauf zurückgekommen; vgl. auch Kap. VIII.

dem Kristallwachstum des Minerals angehörige Bänderung ohne scharfe Fugen aber doch in linienartiger Absetzung vorhanden ist, welche sich besonders scharf mit Neigung zu langgestreckten sphäroidischen Sektoren (Büschel) im Anfang (außen) vom I. Achat bzw. von dem Eisenkieselrand her kennzeichnet und nach innen mit dieser sich abschwächt. 3. Die Faserausstrahlungen und die Andeutungen sphärolithischer Entstehung finden auch hier von der Außenwand (ältere Achathülle) nach innen zu statt, somit zeigt sich auch in den Winkelstellen der Achatstruktur ein nach innen zu konvergentes Zusammenstoßen der Fasern an einer oft scharffugig ausgeprägten Scheitellinie¹⁾ (Taf. III Fig. 20). Die Kristallisationserscheinung ist also derart, daß ein Lösungsmitteldurchzug nach innen zu angenommen werden muß. 4. Auch innerhalb der rötlichen Bänderzonen zeigt sich eine etwas unregelmäßiger begrenzte konzentrische Bänderung in dem optischen Verhalten (Farben unter + Nic.) der Kristallfasern, was nach WETZEL auf wechselnde Durchschnittsrichtung der spiralig gedrehten Fasern zurückzuführen ist. 5. Die Pigmentkörner sind auf diese mehr regelmäßigen queren Bänder annähernd gleicher, schwach zickzackartig gewellter optischer Orientierung auch nur annähernd gleichmäßig verteilt. 6. Die Pigmentkörner sind nach der Faserung der Chalzedonindividuen merklich verlängert und gerichtet, so daß sie auch in den scharfen Winkelstellen der Achatstruktur nach deren Gesamtscheitellinie (Begegnungslinie) nach innen zu zusammenstreben (Taf. III Fig. 20). — Diese Verlängerung der Pigmentkörnchen ist besonders auffällig bei den schwächer gefärbten Zwischenstreifen, die sich gelegentlich fast mehr durch die Dünne der Pigmentflecken als durch die Zahl und Länge als farblos und farbarm erweisen; nur in der Anfangszone des II. Achats sind die kleinen Körnchen sehr schwach verlängert bzw. wirklich ganz rund. Die Verlängerung ist beim Vollachat merkbar stärker als beim Kalzitachat; die vereinzelt dickeren Kügelchen in bestimmter Zone sind bei diesem so dick wie die dicksten Eierchen des Vollachats; die schwächeren der letzteren sind so dick wie die durchschnittlichen beim Kalzitachat, woselbst sie aber viel kürzer sind. — Die rundlichen Formen finden sich bei beiden Achatarten in denselben Zonen. 7. Die Körner sind amorph und zeigen nicht die auffälligen Interferenzfarben z. B. des Goethits; an ihren Rändern zeigen sich hier und da radialgestreckte kurze Auszackungen und schwach eckige Absetzungen, welche auf die enge Zusammenlagerung mit den Chalzedonfasern hinzudeuten scheinen. 8. Die breiten nicht pigmentierten Bänder verhalten sich optisch etwas verschieden von den pigmentierten; sie sind hier²⁾ etwas gröber faserig und zeigen zwischen gekreuztem Nicols die gleiche innere etwas unscharf konzentrische Bänderung, wie sie in der pigmentierten Zone zu beobachten sind, in etwas größerer Breite und Deutlichkeit. Eine sonst vorhandene schärfere Abfugung fehlt; es hat den Anschein, daß sie durch eine zackig übergreifende Verfaltung der auswachsenden Kristallfasern verloren gegangen (Taf. VI Fig. 5); freilich ist das Bild scharfer, fast linienartiger Abgrenzung ohne eigentliche Grenzlinie nicht leicht zu verstehen; es ist auch schon sonst beobachtet, daß scharfe Fugen durch übergreifendes Kristallwachstum durchbrochen werden können. Wo sich hier Pigment zeigt, sind die Körnchen sehr klein und scharf linear gerichtet. Was die Pigmentkörnchen betrifft, so kommt es vereinzelt, wo die lineare

¹⁾ Diese Scheitelhalbierungsfugen (Begegnungslinien) der faserigen Mikrostruktur scheinen durch Zersetzungserweiterungen die Ursache zu bilden für solche „Röhrenbildung nach der Bänderung“, wie sie „LIESEGANG“ l. c. 1915. S. 69 Fig. 25 in Vergrößerung darstellt.

²⁾ HEIN hat (a. a. O. S. 209) an einer Stelle Gegenteiliges beobachtet, daß die Fasern im Pigmentband breiter und homogener seien; ich kann dies als Gesetzmäßigkeit nicht bestätigen.

Reihung sehr scharf und dicht ist, vor, daß sie seitlich und hintereinander liegend miteinander verwachsen; sonst zeigen sie die mehr in Breite und Länge gleichmäßig abwechselnde Art der Verteilung wie beim Kalzitachat, wobei ein Zusammenwachsen nicht häufig möglich ist.

Das Pigment der äußeren Achatkruste (I. Achat) ist in schärferen Reihen angeordnet, entsprechend einzelner schärfer ausgeprägter, nahezu abgefugter Chalzedonfaserbänder. Die Körnchen sind etwas größer als an entsprechender Stelle des Kalzitachats, jedoch sonst sehr ähnlich. Hier herrscht auch im Chalzedon ein deutliches sphärolithisches Wachstum in Büschelsektoren; die Faserausstrahlung ist ebenso wie innerlich von außen nach innen gerichtet, wie dies auch noch stärker beim Beginn des II. Achats überall sehr deutlich ist, besonders in einer schmalen Fuge zwischen äußerem Achat und dem Eisenkieselsektor (S. 164 und Taf. III Fig. 16). Der I. Achat ist gegen den II. mit einem schmalen scharfbegrenzten Band ausgeprägt senkrecht gestellter Fasern abgesetzt; bemerkenswert ist, daß hier der II. Achat mit Pigment beginnt, das ausgeprägt kugelig ist, besonders aber in der erwähnten Randfuge; der II. Achat beginnt gegen den I. auch hierin mit einer Anfangsgestaltung kleiner und rundlicher Eisenkörnchen.

2. Kegelscheibchenpigment an Schichtlinien mit scharfer Absetzung; Linsen- und Kugelform.

Die beim Kalzitachat (S. 109—110) beobachtete zweite Art des Pigmentansatzes, welche sehr eindringlich an das Auftreten rundlicher halbsphäroidischer oder flachkegelförmiger Konkretionen auf Quarz oder Kalkspat als Letztbildungen gegen die Mittenhöhlung erinnern, habe ich zunächst bei einem Achatstück von Niedermohr zu vermerken. Es ist eine Mandel mit deutlicher Grundfläche und etwas eckigem Aufbau (Taf. III Fig. 22), in dessen Ecken auf einer Seite, nach welcher auch die Mittenhöhlung liegt, radiale Septaleinschaltungen auftreten. Die dünne I. Achatrinde scheint die Färbung verloren zu haben, die übrige Bänderung scheint schon ursprünglich ungefärbt gewesen zu sein; das siebente breite bläuliche Chalzedonband unmittelbar außerhalb des Quarzes der Mittenhöhlung ist schärfer begrenzt gegen die nächst äußeren abgesetzt und zeigt breit abgeflachte Scheibchenform mit einer scharf nach außen abgesetzten Grundfläche; dieses Band füllt auch die Septalröhren aus und ebenso finden sich auch hier die Pigmentscheibchen breit auf der Diskordanzfläche aufgesetzt; mehr gegen außen vereinigen sich die Scheibchen zu einem einheitlichen Belag dieser Diskordanzfläche und bilden diesen besonders an deren umfanglich liegender sackförmiger Weitung gegen Chalzedon mit Quarz; das letztere ist auch, wie öfter erwähnt, bei den Septalröhren des Kalzitachats der Fall. Einzelne weißliche Flecken ganz in der Form der Pigmentscheibchen scheinen darauf hinzudeuten, daß eine Entfärbung reichlicheren Pigments im übrigen Teil von außen nach innen nicht statthaben konnte, und welche Spuren hinterlassen würden, was auch mikroskopisch am II. Achat dieses Untersuchungsstückes annähernd gestützt werden könnte.¹⁾ Die

¹⁾ Eine nachprüfende Untersuchung unter großer Vergrößerung hat folgendes ergeben: An einer — in der Faserung besonders — deutlichen linienartigen Schichtunterbrechung treten dieser Linie entsprechend verlängerte flach halbkugelige Unterbrechungen der Faserstruktur auf, hie und da mit einer Pigmentanreicherung nahe an der Basis, welche eben als Enteisungsrest eines ursprünglich größeren Pigmentkorns angesehen wurde. — Darnach müßte aber das übrige ein Hohlraum sein. Dies ist aber nicht der Fall; der im auffallenden Licht weiß, im durchfallenden Licht klar erscheinende Teil ist körperlich und besteht aus kleinen hellen Kriställchen, welche nach der Mitte zu nicht zusammenschließen und hierbei sehr kleine eckig begrenzte schwarze Lücken lassen. Es

Scheibchen sitzen also hier an einer wohlbegrenzten Schichtoberfläche fest, welche darauf von der innersten Chalzedonschicht überdeckt wurde und wohl ähnlich wie diese frei lag, was unsere Deutung auf S. 110 (Kalzitachat) in etwas anderem Auftreten ergänzend bestätigen kann.

Sodann wurden noch Scheibchen beobachtet bei dem Original des Stückes Taf. III Fig. 17 vom Hasensteig bei Oberalben und zwar im äußeren I. Achat; hier wurde S. 158 schon bei bläulicher Bänderung ein reichliches Auftreten feiner primärer Schwefelkieskörnchen erwähnt; sie liegen in bestimmten Schichtlinien neben einzelnen roten Eisenoxydkörnchen eingereiht; diese Kieskörnchen sind im Bruch völlig frisch und es ist deshalb nicht anzunehmen, daß auch Pigment aus dem innern Chalzedon I und II weggeführt ist; die Pigmentkörnchen sind in der äußeren Hälfte des letzteren ungefähr in der geringen Häufigkeit weit zerstreut, wie beim Kalzitachat; man erkennt aber, daß sie schwach querstrahlig verlängert sind, in einer mittleren schmalen, bläulicher gefärbten Bandfläche fehlen und im oberen zurückstehen; auch das spricht für Erhaltung ursprünglicher Zustände. — Dann folgen drei weiße scharf linierte Schichtlinien (fugenartig), woselbst in der untersten nur flache Scheibchenform im Pigment herrscht. Erst an der Grenze gegen den Quarz folgt wieder etwas Pigment und zwar kleine Eierchen, vergesellschaftet mit kleinen Schwefelkieskörnchen.

Ein weiteres gleichartiges Stück mit sehr feiner und scharfer Linierung und Scheibchen wurde mikroskopisch untersucht; es zeigt auch hier in beiden Generationen verlängerte Scheibchen in sehr flacher Kegelform und sehr ausgeprägter, auf der scharfen Grenzlinie flach aufsitzender Grundfläche (vgl. Textfig. 29 S. 186). — Daneben finden sich auch zahlreiche faserstrahlig verlängerte Pigmentkörnchen im Innern dieser Schichtkörper, welche sehr viel kleiner (ungefähr zehnmal) und hell durchscheinend, während die Scheibchen sehr dicht und völlig undurchsichtig sind. Es ist darin ein sehr starker Unterschied zwischen beiden Pigmentformen ausgedrückt, der auf sehr verschiedene Entstehungsart hinweisen dürfte; wobei zu betonen ist, daß die Schichtlinien mit den Kegelscheibchen hier durchaus fest geschlossen und nicht fugenartig sind.

Ebenso finden sich mikroskopisch diese Kegelscheibchen auf zwei scharf ausgeprägten Schichtlinien des unruhig sphärolithisch abschließenden Achat I bei dem in Taf. III Fig. 18—19 dargestellten schönen Stücke, dessen übrige Struktur wir oben besprachen; die Kegelscheibchen werden öfters erhöht durch den Anschluß eines wesentlich helleren Pigments in radialer Verlängerung, das sich aus dem Körper der anschließenden Schicht heranzieht.

An den gleichen Stellen des Aufbaus (Innengrenze des Achat I) findet sich häufiger diese Pigmentform und ist hier Ansatzstelle einer sphärolithischen Teilbüschelung des Chalzedons der darauffolgenden Schicht.

Ein bemerkenswertes Vorkommen ist in Taf. V Fig. 22 schematisch dargestellt; in einer der Quarzmittenfüllung nächstälteren Schichtabteilung zeigt sich — gleichsam

gehören also diese Körperchen zunächst in die oben S. 163 und Taf. V Fig. 3* bekannt gemachten Einschlüsse, welche im allgemeinen als älter wie die Faserung betrachtet wurden. — Es ist wichtig, hervorzuheben, daß unmittelbar innerlich von diesen Körperchen auch die Faserung sehr deutliche Krümmungsunregelmäßigkeiten in kurz schopfartiger Zusammenfassung aufweist, wie jene, welche in Taf. IV Fig. 15 und Taf. V Fig. 6—8 im Anschluß an Schwefelkieskörnchen beobachtet wurden, wenn sie auch diese öfters stark ausgreifende Verlängerung nicht haben. Diese Körperchen sind daher sicher älter als die Faserung, welche vielmehr durch jene beeinflusst ist. — Bis jetzt sind daher solche Hohlräume, welche als Auslaugungshohlräume von Pigmentkörnchen, die älter wären als die Faserung, erachtet werden könnten, noch nicht beobachtet. Besonders fehlen sie bei dem radial verlängerten ooiden Pigmentflecken ganz.

als unterbrochener Ansatz einer Mittenfüllung — ein schmales Band mit breiteren klaren Kriställchen, welche wohl als Quarzinkriställchen bezeichnet werden können; auf diesen setzte sich Scheibchenpigment auf, welches das Vorhandensein der Kristallspitzen voraussetzt; diese Kristallspitzen waren aber auch Ursachen und Anhaltspunkte der Bündelung der Chalzedonfasern der darauffolgenden Schicht; es dürfte also die Entstehung des Scheibchens zum mindesten zwischen der Auskristallisation der Quarzinkriställchen und der Faserbündelung, wahrscheinlicher nach letzterer zu setzen sein. Das Stück sammelte ich bei Wendelsheim (Grenzlager).

Eine seltenere Form des Pigments ist die Linsenform; sie wurde nur einzeln beobachtet, besonders an einem Fundstücke aus dem Grenzmelaphyr von Wendelsheim, und zwar in einer sehr fein doch scharf linierten Außenzone des II. Achats unmittelbar nach dem Abschluß des Achats I, auf welche dann gewöhnlich verlängertes Pigment folgt; diese Linsenform entsteht dadurch, daß an den Stellen wo einmal ein flaches Scheibchen sich absetzte in den darauffolgenden Linien unter dem Einfluß dieses Erstabsatzes in der Nachbarschaft sich ein gleiches Scheibchen zusammenzieht, was nach zwei Seiten abnehmend geschehen kann und so entsteht eine grobe Linsenform des Pigments; das Stück läßt übrigens gewisse berechnete Zweifel aufkommen, ob diese sonst nicht beobachtete Form nicht eine spätsekundäre Entstehung ist und in die Gruppe jener vergrößerten Scheibchen gehört, welche im Kapitel I) 1. unten beschrieben ist. — Ähnliches gilt von einem in der Scheiben- und radialen Eierchenform vergrößerten Pigmentbesatz eines Fundstücks von Waldhambach, wovon noch der mehrfach beobachtete Befund zu berichten wäre, daß die Scheibchen einmal in der äußeren Zone und einmal nahe dem Innenrand des Achat II deutlich auftreten, im übrigen Teil vorwiegend die radial gestreckte Eierchenform auftritt (vgl. z. B. Fig. 29 S. 186).

Zugleich mit dieser eigenartigen Form des Pigments läßt sich an einem andern Stück noch deutlich erkennen, daß ihre Lage an solche Stellen des feingebänderten aber noch mit bloßem Auge auflösenden Chalzedons gebunden ist, woselbst in regelmäßig verteilten radialen hellen Querzonen ein innigerer Kristallisationszusammenschluß von Schicht zu Schicht zu bemerken ist, woselbst also auch im Chalzedon radiale zusammenfassende spätere Vorgänge bei der Auskristallisation des Ganzen stattfanden; die Linsenform wenigstens scheint also keine ursprüngliche Erscheinung zu sein, sondern ein erst mit der endgültigen Erstarrung zusammenhängender Vorgang, welcher an den der Geoden in Schiefertongesteinen erinnert und der auch öfters beobachteten Vergrößerung des Pigments in den Klar- kalzitzonen des Kalzitachats analog ist. Diese Entstehung setzt die Schichtung in der Form, wie sie vorliegt, voraus, vielleicht auch noch eine erste Pigmentscheibe, an welche sich dann unter Vergrößerung der Uranlage in benachbarter Zone die Neubildungen ansetzen; dies schließt ein, daß der Eisengehalt vorher anders verteilt war. Tatsächlich habe ich in sehr fein lamellierten Partien eine gleichmäßigere Verteilung feinsten Pigments beobachtet; das sind Lamellen, nicht unähnlich den feinsten Diffusionsstreifen, wie sie zwischen den Färbungsstreifen gelegentlich nach LIESEGANG entstehen.

Kugelform der Pigmentkörner wurde schon als seltene Anfangsbildung im Voll-Achat mehrfach erwähnt; in ausgeprägtester Form konnte sie in kleinen Feldern beobachtet werden, welche im Moosachat, dem II. Achat angehörig, in ähnlicher

Weise diskordant zwischen den Stämmchen des I. Achats eingeschaltet sind, wie dies Fig. 1—2 Taf. V zeigen; sie sind hier aber nur auf eine breite Lage beschränkt, welche sehr fein- und dichtfaserig und nicht geschichtet ist; die Kügelchen sind sogar zum Teil dick konzentrisch geschichtet.

3. Pigment in Stücken von Wendelsheim und anderen Fundorten.

Das Stück scheint völlig farblos und läßt nur an der Grenze des I. Achats eine leichte Trübung erkennen. Unter dem Mikroskop zeigt sich an der unregelmäßig und unruhig geperlten Innengrenze des auch innerlich höchst unregelmäßig sphärolithisch-faserig kristallisierten Chalzedons des I. Achats eine fortlaufende Reihe ölgeblicher, stark lichtbrechender, einem Magmaglas ähnlicher, rundlicher Kappen, welche nahezu alle ein größeres Pigmentkorn enthalten; bei genauerem Zusehen und bei einem Querschnittsbild sitzt dieses Pigmentkorn mit einer scharfen Anpassungsfläche an der Außengrenze des I. Achats. Der Überzug ölgelber Kappen, auf welche nach innen, der Quarzhöhlung zu, sich sehr bald regelmäßig faserige Sektoren einstellen, erweist sich bei starker Vergrößerung auch nur teilweise als äußerst feinfaserig, an manchen Stellen zeigt sich eine mehr nebelartige Trübung und Verschwommenheit des Bildes und darf als die dem Quarzkorn des Kalzitachats vergleichbare Stufe der Kristallisation aus dem Gel mit Einschluß von Opal betrachtet werden (S. 172). — Schon die Tatsache scheint wichtig, daß hier der II. Achat mit einer auffälligen ursprünglichen Form beginnt, was für sich nahelegt, daß die Innengrenze des I. Achats einen stärkeren Unterbrechungsabschluß bedeutet, auf welchen sich die Pigmentscheibchen absetzen, wie etwa an der Kristalloberfläche der Quarze und Kalzite der Mittenhöhlung; hierdurch wird die Deutung der Pigmentkegelscheibchen an den Schichtlinien des Kalzitachats als Absätze auf wie freien, schon etwas zusammengeschlossenen Oberflächen appositionell wachsender Schichten bekräftigt (S. 110). Besonders ist die Tatsache zu beachten, daß die Kegelscheibchenform hier so häufig von jenem Chalzedonabschnitt umschlossen wird, der an innerster Stelle der Faserbüschel die am feinsten entwickelte Faserung und den stärksten Einschluß amorpher Kieselsäure enthält, wodurch auch diese Form des Pigments als eine sehr alte, wie ursprüngliche gekennzeichnet werden könnte.

Diese Erscheinung ist nicht selten; das Stück der Taf. IV Fig. 11 und Fig. 24 S. 155 zeigt das Gleiche. Ein größeres, in mehrfacher Hinsicht erwähnenswertes, bei Duchrot gefundenes Stück mit starken, bei seitlicher Zusammendrückung am Boden steil aufwärts gerichteten Gesteinseinfaltungen hat in der I. Generation zwei Kalzitlagen, eine Quarzlage, die mit Jaspis abschließt; die doppelt so dicke II. Generation mit normaler Folge von durchsichtigem, rötlichem und weißlichem Chalzedon mit abschließendem Mittenquarz beginnt mit einem schmalen Band elfenbeinweißen Kalzitachats, welches auf einer Seite reichliche Anfangssphärolithoide besitzt, die ihrerseits ein oder mehrere Pigmentkörner (und diese wie auch oben durchaus nicht immer im Zentrum) erkennen ließen (vgl. Textfig. 47).

Eine nur analoge Erscheinung dürfte folgendes sein (S. 182—183); an einzelnen Stellen kommt in Schichtungsabsätzen Kupfer- und Eisenkies in kleinen Körnchen vor. Da zeigen sich, an die Rundung der Kriställchen (Taf. IV Fig. 15 u. Taf. V Fig. 4—8) anschließend, einseitig gebogene Faserungsbündel rundlich gebogener, fiederiger Form, welche zweifellos etwas älter sind als die eigentliche Gesamtfaserung und konkretionär mit Bevorzugung nach der Innenseite gewachsen sind, bevor die Gesamtfaserung eintrat (S. 182). Sie sind etwas gröber faserig als die oben erwähnten ooiden Chalzedon-

konkretionen, beweisen ausgedehnte Mineralisierungen ohne spätere Änderung vor Abschluß aller Faserung. Es ist hervorzuheben, daß diese Markasitkriställchen auch in der ersten Generation auftreten und zwar an den Enden von außen hereinragender Büschel feiner Barytkristalle, welche vom I. Achat in sphärolithischen Bögen umhüllt sind (Taf. V Fig. 7). Solche Fremdkörper sind (wie das Pigment) mit den Ausgangspunkten der Faserungsbüschelung und der Anfangskörperchen eng verbunden (vgl. auch Taf. IV Fig. 16) und veranlassen ausschreitende Wachstumserscheinungen in frühesten Zeitabschnitten der Auskristallisation. — Während diese Erzkörnchen den Ausgangspunkt der Büschelung bezeichnen, liegen die Pigmentkörnchen oft recht seitlich von den Mittelpunkten der Sphärolithoide, welche auch bei anderen Stücken meist ohne Pigmentkern sind.

Über radial stehendes Pigment in Spärolithen s. S. 179.

Die hiermit in beiden Achatabarten genügend reichlich nachgewiesene Scheibchenform des Pigments mit scharf linienartig ausgebildeter Wurzelfläche beweist wohl unzweideutig das vorherige Vorhandensein von ausgeebneten Schichtflächen, auf welchen sie durchwegs aufsitzen und zwar in einer für die Formanpassung schon wohl ausgebildeten Härte (bzw. Oberflächenspannung?), weist also auf eine bestehende Schichtabteilung der Masse hin, bevor das Pigment selbst eine etwa für Schichtbildung maßgebende Anordnung erfahren hat.

Für die an der Oberfläche der I. Generation häufigen mit den Anfangskörperchen der II. Generation vergesellschafteten oder mehr und weniger innig verwachsenen Pigmentscheibchen scheint mir zu gelten, daß sie an wie freier Oberfläche entstanden sind; für viele andere Schichtabteilungen, für welche ein mineralischer Neuanfang an der unteren Grenze der Büschelung nicht abzuleugnen ist, kann dennoch die Pigmentkonzentration an dieser Linie eine innerliche und nachträgliche sein.

Eine einseitige Entstehung der Kegelscheibchen nach innen, wie sie für das Linspigment in zweiseitiger Form beobachtet ist, ist möglich, sie kann auch durch Fig. 19—20 S. 145 einigermaßen belegt werden.

4. Form und Verteilung der Pigmentierung bei beiden Achatabarten.

Im wesentlichen ist kein Unterschied in der Pigmentierung der beiden sonst stofflich so sehr verschiedenen Achatarten zu vermerken, wobei wir zunächst auf die geringere Färbung der allermeisten vorhandenen Stücke des Kalzitachats keine Betonung legen wollen, obwohl keine Anzeichen der Verminderung eines Pigments anzuführen wären, wenn auch einzelne tief braunrot gefärbt sind.

Die Form der Pigmentkörner ist bei beiden radial verlängert; hier zeigt sich der Unterschied, daß die radiale Verlängerung im innern Kalzitachat eine gerade bemerkbar geringere ist und öfters Kugelform auftritt, was übrigens auch an manchen Stellen der vorliegenden Voll-Achat-Dünnschliffe mit sonst starker radialer Verlängerung des Pigments beobachtet ist. Bei einem Stück Kalzitachat (Taf. III Fig. 4) — bei welchem auch die I. Achatgeneration als Kalzitachat ausgebildet und stellenweise gleichzeitig mit dem inneren Achat kristallisiert ist — sind die Körnchen dieses äußeren Achats auch stärker verlängert. Es ist indessen hervorzuheben, daß die Kugelform beim Kalzitachat häufiger ist, sei es nun, daß die Schichtung sehr ausgesprochen (fugig oder bänderig), sei es, daß sie nur angedeutet ist oder ganz zu

fehlen scheint. Eine Beziehung des Pigments zur Schichtung ist viel weniger häufig zu beobachten, wenn auch nicht in Abrede zu stellen ist, daß kleinere Ansammlungen von Pigment in den äußeren Anfangsteilen einzelner Schichten, besonders auch an den Stellen, woselbst sich Klarkalzit findet (wie auch gelegentlich in den äußeren Halbsphäroiden in deutlicher mittenstrahliger Verlängerung der Körnchen) zu beobachten sind. Eine ursächliche Beziehung zwischen Pigmentansammlung und Schichtung ist beim Kalzitachat noch weniger anzunehmen wie beim Voll-Achat, woselbst ein solcher Eindruck in der Pigmentbänderung oft nicht abzulehnen ist. Wir haben eher beim Kalzitachat den Eindruck, daß die Pigmentansammlungen mit der Entstehung des Klarkalzits zusammenhängen (vgl. S. 128).

Die scharfe Kegelscheibenform des Pigments in den Schichtlinien des Kalzitachats habe ich im vorliegenden Material beim Voll-Achat nicht nur an einzelnen Stellen beobachtet; die — soweit Scheiben festgestellt werden konnten — verhältnismäßige Seltenheit der hohen Kegelgestalt gehört jedenfalls nicht zu den beachtenswerten Unterschieden. Fast gleichmäßige, aber doch auch ordnungslose Verteilung des Pigments im Innern der einzelnen nicht oder schwächer gefärbten Chalzedonschichten kommt bei beiden Abarten selbst bei schwacher Färbung vor, wobei hervorzuheben ist, daß die Reihenordnung beim Voll-Achat oft auch keine allzu strenge ist.

Eine mittenstrahlige Verlängerung der Pigmentkörner tritt also schon sehr deutlich auf, bevor eine merkbare radiale Streckung der Elemente der Kieselsäureausfällung beim Kalzitachat festzustellen ist; sie hat zum mindesten einen starken Vorsprung; wenn aber das abgesetzte Eisenoxyd amorph ist und keine Gefügestruktur hat, von welcher seine Gestalt notwendig abhängig ist, so müßten die Bedingungen der Form außerhalb liegen; die kleinsten Körnchen des Pigments könnten ebenso zu rundlichen oder eiförmigen Formen zusammengefügt sein. — Da die erst später deutlich werdende und viel geringer große Chalzedonausscheidung daran nicht schuld sein kann, so könnten wohl die streng radialen Lösungsbewegungen von außen nach innen, welche auch die Gestaltung der Faserstruktur, sei sie die feinste mikroskopische und konkretionäre, sei sie die großkristallische der Mittenhölzung, mitbestimmen, hierbei gewirkt haben. Es kann hiezu daran gedacht werden, daß das Pigmentgel durch den Lösungsschub in kleinsten Teilchen zu länglichen tropfenartigen Gruppen zusammengeführt wird oder erst in stärkerer Anhäufung diese seine Form erhält. — Es müßte dann bei gestautem oder bei anfänglich bzw. ausginglich verringertem Lösungsdruck die Kugelform auftreten; hierfür könnte angeführt werden: 1. die kugelige Ausbildung in der Überwachungsfuge bei dem Voll-Achat S. 192 Taf. III Fig. 16 und öfter auch da, wo Neigung zu stärkeren Sphärolithoiden (bei viscoserer Lösung?) zu beobachten ist, 2. bei Kalzitachat Taf. III Fig. 5 vor dem Anfang der Schichtung der II. Generation und in hellen Schichtlinien des späteren inneren Kalzitachatkörpers, 3. die etwas geringere Neigung zur Verlängerung beim Kalzitachat überhaupt, wo ja eben eine stoffliche sehr wichtige Unterbrechung des Vorgangs angenommen werden sollte, d. h. Abschluß des Kieselsäurezuzugs und dann erst erfolgender Beginn der Karbonatlösung, deren Ausscheidung nicht auf eine rasche und dauernde radiale Gestaltung, sondern auf sichere und langsamere Karbonatausfällung zu großen, individuell einheitlichen Kristallfüllungen hinzielt, 4. die stärkere strahlige Gestaltung des Pigments beim I. Kalzitachat (Taf. III Fig. 4) ließe sich auf diese zweifache Einwirkung zurückführen, 5. die ganz entgegengesetzte Kegelscheibenform an den Schichtlinien würde von diesem Standpunkt aus die völlige Unterbrechung des Lösungsdurchzugs und die entgegen-

gesetzten Wirkungen von der Innenseite her kennzeichnen, was auch bei entstehenden Fugenöffnungen durch Kontraktion (vgl. Kalzitachat) oder als nachträgliche Wirkung beim Umbau des Innengefüges gedacht werden könnte (Fig. 21).

Wir wollen versuchen, uns hierbei noch eine vorläufige Hilfsvorstellung über die Unterschiede in den ersten SiO_2 -Ausscheidungen in beiden Achatarten zu bilden.

Wenn wir oben S. 114 aussprachen, daß die Quarz-Feinform beim Kalzitachat ein Anfangsstadium der Chalzedonausfällung im Achat¹⁾ darstelle, so ist dies nicht so zu verstehen, daß sie als solche auch eine jedesmal durchlaufene und so auch gelegentlich nachweisbare Übergangsform zum Faserchalzedon darstelle; der Befund des S. 116, 119 besprochenen Zustands scheint dies vielleicht zu beweisen. Diese Quarzform wäre vielmehr in kleiner Abweichung bedingt durch den Wechsel, welcher den Kalzitachat eben verursacht haben könnte, nämlich den Zwang zu einer raschen vollständigen und gleichmäßig gehäuften Ausfällung des ganzen Lösungsgehalts an SiO_2 , der vielleicht durch die Wirkung starker CO_2 -haltiger Karbonatlösung verursacht ist, welcher Vorgang (vgl. oben S. 113) in dem gleichen Gesteinskörper auch sehr gut unterbrechungsweise sich wiederholen könnte und nicht notwendig einheitlich und deswegen einmalig gedacht werden müßte, weil die schließliche Kalzitkristallisation einteilig ist. Diese Umstände könnten bei dem Voll-Achat einfach hinweggedacht werden; die SiO_2 -Ausfällung geschähe langsamer, mit beständigerem und gleichmäßigerem (stofflich und nicht zeitverhältnismäßig) Lösungsnachschub und -durchzug.

Wie könnte nun hierbei die Zufuhr und Ausfällung des Eisenpigments gedacht werden? Nach den Gesteinszuständen der Umgebung liegt im allgemeinen genommen der Gedanke nicht ferne, daß es in kolloidaler Lösung eingedrungen wäre; zunächst wäre aber doch zu betrachten, ob nicht als Karbonat, wobei zugleich zu erwägen wäre, daß da, wo mehr Kalkkarbonat zur Ausscheidung kommt, das Eisenkarbonat zurücktretend sein könnte (Kalzitachat), während da, wo reichlicher Eisensalz als Gelpigment auftritt, Kalzit (und Kalksilikate) auf den Anfang bzw. zu den innersten Winkelauskristallisationen verdrängt würden. Der Gegensatz zwischen Grünfärbung außerhalb der Blase und Rotfärbung innerhalb könnte darauf hinweisen, daß die Kolloidbildung erst im Innern der Blase und ihrer ersten Wandabsätze vor sich geht.

Wenn wir die wahrscheinlichsten Lösungsverhältnisse, wie wir sie G. J. 1904 S. 190—206 für die Entstehung der juvenilen Mineralgänge des Pfälzer Sattels annahmen, auf die Ausfällung der Blasensteinhöhlungen übertragen, wozu wir bezüglich der II. Achatgeneration gewissermaßen ein Recht haben, so könnten hier ebenso CO_2 - und ClNa -haltige Wasser angenommen werden, welche je nach ihrer Temperatur in wechselnden Mengen verschiedenartige Karbonate und Kieselsäure zu den Höhlungen bringen, woselbst sie noch auch infolge osmotischer Vorgänge (vgl. unten) im Maße und in der Zeit des Eintreffens in der Blasenöhhlung zerteilt und gruppenweise befördert werden könnten; es kann gedacht werden, daß der die Thermalwasser aus der Tiefe hebenden Kohlensäure Wasserdämpfe vorausgingen, durch deren Wirkung Kieselsäure gelöst wird; deren zähflüssige Masse wird in feinsten Gesteinsfugen zum Teil vorgedrängt werden und erst später konnten an gleicher Stelle die treibenden Gase

¹⁾ Die in diesem Jahreshaft S. 42 oben bekannt gemachten Zahlen lassen schließen, daß es sich hierbei nicht um Opal bis zu 2,3 höchstem spez. Gew. handeln kann, wohl aber um Chalzedon mit 2,5 niedrigstem spez. Gew., wobei 2,6768 für den Kalzitachat, bei beobachtetem Gew. 2,677 sich errechnen ließe.

mit reichlicher gelösten Salzen eintreffen, mit welchen auch CO_2 in größeren Mengen gelöst sein konnte. So konnte in einem dickflüssigen Kieselsäuresol in stärkerem Maße Kohlensäure eindringen und zugleich NaCl - und Karbonatlösung (darunter gelegentlich wenig Eisen). In diesem Innengemisch würde nun sowohl die Kieselsäure als auch kolloidales Eisenoxydhydrat ausgefällt werden (vgl. S. 113). In der Außenflur der Schichtanlage (vgl. Kalzitachat), wo wenig Kieselsäure in dickflüssiger Lösung ist, wird mehr Eisensalz angehalten und ausgefällt werden können als da, wo ein gewisses Höchstmaß von Kieselsäure schon angereichert ist, wo wir also nur annähernd gleichmäßig spärlich verteilte Eisenoxydkörnchen erwarten dürfen (Kalzitachat).

Wo wie beim Chalzedon-Achat die Kieselsäure in reicherem Vorrat vorhanden ist und stärkere Unterbrechungen, wie sie beim Kalzitachat durch rasche auch noch von anderer Lösung begleitete SiO_2 -Ausfällungen eintreten, nicht zu erwarten sind, da hat man gleichmäßigere und andauerndere Kristallisationsentwicklungen aus SiO_2 , größere Gleichmäßigkeit in der Bildung von Eisenoxydkolloid unter gleichmäßiger und länger andauernden radial gestaltenden Einwirkungen; es sind hier die Einzelunterbrechungen in Schichtgrenzen nicht so tief eingreifend, wodurch seltener die hohe Kegelscheibchenform zum Auftreten kommt, als gerade an besonders hervorgehobenen Stellen der Unterbrechungsstruktur in den Linien weißlichen, seitlich transgredierenden Faser-Chalzedons, während abgeplattete Scheibchen in dünnen Schichten häufiger sind.

Hierdurch wäre eine Erklärung der Pigmentbildung im Achat mehr im Anschluß an die Eigenheiten ihres Auftretens im Achat und innerhalb des Umkreises der Entstehungsgenossen versucht; wir kommen unten noch ergänzend darauf zurück.

Nun besteht wohl scheinbar eine Bänderkristallisation im Chalzedon auch ohne jede scharfe Schichtanlage mit und ohne Pigment, auch als eine innere Schichtentstehung, welche in gleichmäßigen viscosen Lösungen bei Fremdfächen überkrustenden Niederschlägen auftreten kann; die Fremdfäche gibt den ersten schwachen Anstoß zur raschen dichten Ausfällung in Faserkristallen; es wird dabei infolge der „Diffusionsbewegungen“ der Lösung beim Spitzenwachstum der Fasern vor den Spitzen (nach O. LEHMANN, vgl. d. Jahresh. S. 23—24) eine lösungsarme „Hof“fläche gebildet, welche eine gewisse Unterbrechung bedeutet, wobei der Restgehalt der Lösung zur seitlichen Ergänzung der rückwärtigen, eben angelegten Schicht beiträgt bis durch die Diffusionsbewegungen wieder die Lösung vor der neuen Oberfläche stark genug verdichtet ist, daß eine neue schichtige Ausfällung erfolgt. — Was hier an „Diffusion“ mitwirkt, das ist nach meiner Ansicht das von O. LEHMANN schon seit langem aufgestellte und zur Erklärung des Kristallskelett- und Sphärolithwachstums etc. besonders hervorgehobene, hier anwendbare Prinzip der Diffusionsströmchen zur Aufhebung des durch die Auskristallisation entstehenden lösungsarmen Hofes um die Spitzen von in viscosen Lösungen wachsenden Kristallansätzen. Ich sehe, obwohl ich gegen eine beschränkte Anwendung der Pigmentdiffusionstheorie keine Bedenken hätte, in der Fugenschichtung des Achats nichts anderes als eine Form der kristallinen Erhärtung und glaube auch, daß das Gleiche der achatartigen Schichtentstehung beim mehrerwähnten DAUBRÉE'schen Versuch¹⁾ vorwaltet, welchen ich als wichtigsten Vergleich für das Verständnis des Achataufbaus herangezogen habe; denn auch jede „appositionelle“ Schichtentstehung aus Lösung, auch wenn sie

¹⁾ DAUBRÉE, Experimental-Geologie 1880 S. 132. Vgl. auch LEHMANN l.c. Bd. I. S. 390 „Intermittenzen“.

weniger kristallisch ausgeprägte Elemente hat, findet unter ähnlichen Verhältnissen der Lösungsverdickung, Ausfällung und des diffusiven Lösungsersatzes statt. Kalzitachat und Voll-Achat (mit auch innerlich von innen heraus geschichteten weißen Chalzedonfaserbändern) würden hierin gewissermaßen selbständige Gegensätze darstellen. Die Fasersaumbildung der II. Generation des Kalzitachats und die bemerkbare Vaterit-Urfaserbildung im I. Achat lassen aber nicht unwahrscheinlich sein, daß feine und kleinzügige Anfänge zur Faserbildung auch im Kalzitachat überall vorhanden waren, daß sie aber in der II. Generation durch Dichteänderungen (Kontraktion nach dem Innensaum durch Raumverschiebungen der Feinquarkörnchen, die zu fordern sind) verschwanden; diese Anfänge könnten auch die geringe radiale Verlängerung der Pigmentkörnchen schon verursacht haben, vorausgesetzt daß die Pigmentbildung schon zu den älteren Gestaltungen gehört; es könnten dann bei der Klarkalzitbildung in dem äußeren Saum der Schichten die Körnchen sich angesammelt haben, an Größe gewachsen sein und rundliche Gestalt erhalten haben.

5. Zum Feinstaufbau des Pigments. — Nachtrag.

Wir haben oben dargelegt, daß in nahezu allen Fällen eine gleichmäßige Färbung des Chalzedons nicht besteht, sondern daß überall, wo auch das bloße Auge gleichmäßige Färbungen vorspiegelt, größere und kleinere Körnchen von ganz bestimmter Form vorliegen. In den meisten Fällen handelt es sich um radial verlängerte oide Körnchen, seltener um runde, in vielen Fällen auch um quer verlängerte, unten abgeplattete kegelscheibchenförmige, seltener um linsenförmige. — Was letztere betrifft, so konnte an einem Pigmentfund festgestellt werden, daß diese Form keine einfache ist, sondern daß es sich um eine örtliche Anordnung von Scheibchen handelt, welche regelmäßig von einem längsten Scheibchen aus nach zwei Seiten abnehmend übereinander gelagert sind und im kleinsten die Form und Entstehung von Karbonatgeoden nachahmen (Fig. 19 S. 145). — Die Einzelscheibchen waren scheibchenförmige Einlagerungen zwischen den feinsten alternierenden Einzelflächen des ringförmigen Aufbaus des Achats, welche, wie oben ausgeführt, sehr verschieden große Zwischenräume haben und gelegentlich deutlich zu und abnehmen. — Es lag nahe, etwas Ähnliches auch für die Kegelscheibchenform und die radial gestreckte Ooidform anzunehmen; es wurden darauf hin möglichst durchsichtige Dünnschliffe von günstigen Fundstücken angefertigt und es zeigten sich bei einem einzigen die in den Fig. 16—19 Taf. V dargestellten Verhältnisse, welche beweisen, daß auch diese scheinbaren Urformen der Pigmentierung zusammengesetzter Entstehung sind; sie bestehen alle aus radial übereinander geordneten Scheibchen in bestimmter auf die Kegel- und Eiform hinauslaufender Zu- und Abnahme der Länge und die Scheibchen aus dicht gedrängten verlängerten Fäserchen von Pigment.¹⁾ Diese Pigmentkörner sind daher nicht wie beim Kalzitachat auslösbare Körner von Eisenoxydhydrat, sondern sind je nach den Zwischenräumen mehr oder weniger dicke Zwischenfüllungen zwischen den Chalzedonfasern und werden nur dann leicht durchsichtig, wenn die Chalzedonfasern dicker und die limonitische

¹⁾ Fig. 19 der Tafel V zeigt auch wie tatsächlich eine zweite Wachstumsfortsetzung des eiförmigen Pigments zu einer rundlichen Ausgestaltung führt; Fig. 18 zeigt außerdem, daß trotz der lagenhaften Anlage der Pigmentkörner bei der Kegelform eine Abhebung einer kegelartigen Haube möglich ist, sobald die feine Lagenstruktur nicht mehr wirksam gedacht werden kann; dies wäre für den Kalzitachat zu beachten und zur Erklärung des Taf. III Fig. 2 zu S. 109—110 behandelten Falles anzuführen.

Zwischenfüllung an und für sich weniger dick ist. Beim Kalzitachat, woselbst die Feinquarzbeteiligung gering ist, bleiben daher die Körner nach der Auflösung des Kalks kompakt übrig und sind ebenso undurchsichtig wie vorher. Trotzdem ist hier die verlängerte Eiform der Körnchen ohne Spuren irgendwelcher Faserstruktur sehr häufig. Es kann also den Anschein haben, als ob hierbei selbständige mineralische Eigenschaften des Eisensalzes mitwirken könnten.

Zunächst ist auch die Tatsache hervorzuheben, daß das kolloide Eisenoxyd nicht, wie oben noch gesagt wurde, gestaltlos ist, sondern, daß kolloide Eisenoxydteilchen sich verhalten wie einachsige doppelbrechende, dem Quarz vergleichbare Kristalle, welche sogar unter Einwirkung von Magneten sich richten; hiermit wäre in mehrfacher Hinsicht die Möglichkeit so merkbarer Verlängerung nach streng mittelstrahliger Richtung der größeren makroskopischen Pigmentkörnchen gegeben.¹⁾ Dies gilt in beiden Fällen, da die radiale faserige Anlage des Kalzits im Kalzitachat wenigstens für die I. Generation und stellenweise auch für die Sphäroidregion der II. Generation nachgewiesen ist. Auf diese brauchen wir aber durchaus nicht so eindringlich hinzuweisen, da wir auch eine ooide, morphologisch völlig selbständige Gestaltung von ersten Kieselsäure (Chalzedon)-ausscheidungen vor der Hauptfaserentstehung der Schichtkörper kennen gelernt haben (S. 177—179).

Durch diese mineralische Eigenschaft des Pigmentstoffs ist es wohl auch bedingt, daß über die einzelnen Scheidelinien der Rings-Struktur hinaus eine Konzentration zu verschiedengestaltigen Gruppen überhaupt möglich ist und das Grundelement auch der quer verlängerten Scheibchen für sich eine radiale Streckung hat, welche der Faserstreckung des Chalzedons in gewisser Weise gleichwertig ist.

Hinzuzufügen ist, daß bei den linsenförmigen und jenen zur Eiform überleitenden fast eckigen Ansammlungen (Fig. 16—19 Taf. V) ein mittleres Band mit mehreren oder nur einer dickeren Chalzedonschicht gleichsam die Kernlage der zweiseitigen Konzentration bildet; hier überwiegt die Konzentrationsfähigkeit in tangentialer Richtung gegenüber der in radialer; bei der gewöhnlichen Eiform ist dies umgekehrt; die Durchlässigkeit (und der Durchzug) in radialer Richtung überwiegt hier. Es ist aber hervorzuheben, daß eine solche regelmäßige Eiform nur entstehen kann, wenn ein ausgeprägter Gesamt-Lösungsdurchzug von außen nach innen nicht mehr (oder zeitweise nicht mehr) stattfindet, wenn also die Konzentration in einer nahezu ruhenden Masse eintritt bzw. nur die Lösungsbewegungen der Konzentration zu bemerken sind. Es könnte das nur auf einen Zeitpunkt vor Abschluß der endgültigen, meistens einseitig erfolgenden Büschelfaser-Kristallisation bezogen werden, in welcher zweifellos noch eine starke Lösungersatzbewegung von außen nach innen statthatte. Ein solches Stadium, das zu konkretionären Entstehungen geeignet ist (vgl. Taf. IV Fig. 17 u. 20), hätten wir auch in manchen Funden der Chalzedonsphärolithen (vgl. unten zu Taf. V Fig. 11, 12 u. 20), welches hier vergleichbar herangezogen werden darf, da es nachweisbar in einer Frühzeit der Schichterhärtung eingetreten ist.

Neben diesen gestaltlich schärfer begrenzten Formen der Ansammlung und Vergrößerung der Pigmentkörperchen gibt es noch z. T. weniger scharf begrenzte, welche längstreifenweise durch eine größere Anzahl von feinsten Schichtlinien durchsetzen, deren Anordnung und Form vom radialen Lösungsdurchzug in Zusammenhang mit dem Faserwachstum des Chalzedons abhängig ist.

¹⁾ Vielleicht ist in dieser Eigenschaft auch die Möglichkeit so ausgesprochen dendritischer Entwicklung bei diesen Hydroxyden gegeben.

Letztere Abhängigkeit zeigt sich am auffälligsten in den in Fig. 11—12 Taf. V dargestellten eiförmig koncretionären Chalzedonausscheidungen, an welchen das Pigment sich an der ringsstrahligen Faserstruktur in wechselnder Dicke beteiligt; hierbei ist noch hervorzuheben, daß es sich in diesen Koncretionen anreichert, d. h. von den Zwischenräumen wegwandert. — Auch das ist wichtig, daß diese Einordnung des feineren und gröberen Pigments zu einer Zeit stattgefunden hat, nach welcher noch in den noch lange nicht endgültig dichtgeschlossenen Zwischenräumen eine Karbonatausscheidung erfolgte, welche diese Koncretionen umwächst (Beil. z. Kap. i) Fig. 35 c u. d); diese Gestaltung gehört also den älteren Stadien der mineralischen Strukturanlage des Chalzedons dieses Stückes (Fig. 20 Taf. V) an.

Den einfachsten, fast schematischen Fall gestalteter Pigmentierung, den ich unter dem Mikroskop beobachtete, zeigt eine ganz dünne Lage eines (den schön gefärbten und zugleich durchsichtig leuchtenden Achaten nicht sehr vergleichbaren) Achatfunds von Duchrot, zwar mit deutlicher Bänderung, aber fehlender bzw. mit tauber mehr brauner bis braungrauer Färbung; die Lage befindet sich gegen die Mittenhöhlung hin außerhalb einer mit grob radial gestreckter Pigmentierung zonar gebänderten Schicht und innerhalb einer Anzahl schwach gefärbter und ganz heller Schichten, von welchen einzelne sehr fein und gleichmäßig mit kleinsten länglichen Pigmentkörnchen punktiert sind. — Die Pigmentkörnchen sind auch in der genannten Lage (s. Kap. I) 1.), welche sehr fein rings liniert ist, verlängert und auf die Zwischenräume zwischen den hellen Faserlinien beschränkt. Daneben zeigen sich aber auch in zahlreichen radial durchsetzenden Streifen nicht nur Verstärkungen der Körnchen, sondern auch ganz helle Strahlenlinien, welche in radialer Richtung verlängert, wenn auch nicht so scharf und unregelmäßig seitlich begrenzt, den hellen rings verlaufenden Linien entsprechen, ihnen stellenweise auch gleichwertig sind.

Hier zeigen sich also die mineralischen Bauelemente des Chalzedons, radial verwachsen, in gewisser Färbungs- und Helligkeitsgleichwertigkeit mit jenen tangentialen Linienverdichtungen, welche die feinste Bänderstruktur verursachen; wir sehen hier in einfachster Form unter Bildung von kurzen hellen radialen Linien das Pigment zur Seite gedrängt. Wir müssen auch die zonaren Pigmentansammlungen unter dem Gesichtspunkt von Absetzungen der mineralisch größeren und geringeren Dichtigkeit der Chalzedonsubstanz betrachten, als ein Erzeugnis der faserigen SiO_2 -Ausscheidung; es setzt sich das Pigment da ab, wo der Faserbildung nach weniger dichter Chalzedon auftritt. Wir sehen so auch von diesem Ausgangspunkt aus keinen Anlaß, anzunehmen, daß die Schichtung von einem im weichen Zustand des Hydrosols der Kieselsäure stattgefundenen Eisenpigmentniederschlag herrührt.

Es trifft diese Art der Erklärung auch mit der beim Kalzitachat vertretenen überein, nach welcher das ursprünglich im Gel gleichmäßige Eisensalz durch die erste Feinquarzausscheidung verteilt wird; die Klarkalzitbildung bewirkt dann, daß das Pigment schwach nach der Stelle der stärksten Klarkalzitenstehung hinzieht, das ist nach den Stellen, woselbst in einem ursprünglichen Wechsel von dichter und weniger dichter Kieselsäureausfällung auch der Kalzit in der Umwandlung aus einer labilen in die stabile Form sich anreichert. Beim Voll-Achat findet eine Umwandlung aus Gel in Opal oder Chalzedon statt; in den Umwandlungsraum könnte dann auch die Konzentration des kolloiden Eisensalzes zu gestaltlich festgelegten Pigmentkörnern erfolgt sein; hierfür spräche auch die (S. 194) mehrdeutige Beobachtung, daß gar nicht selten ein Scheibchenpigment den Kern der Opal-führenden

und gering gefaserten Anfangskörperchen der Faserbündel des Chalzedons bildet. Dieser Vorgang ist aber, der Häufigkeit der Tatsachen nach zu urteilen, beschränkt und kann für die vielfältigere Entstehung der Pigmentpunktierung nicht verallgemeinert zu Grunde gelegt werden; er bietet nur eine Möglichkeit, den Platz in einer der vorhandenen Strukturverschiedenheiten, wohin der Raumfrage nach noch Eisenpigment konzentriert werden könnte, zu erklären. — Eine allgemeine Umwandlung von Opal in Chalzedon, wie das von manchen Forschern angenommen wird, nehme ich für den Voll-Achat nicht an. Es ist hervorzuheben, daß ich Opal bzw. ganz gering entglaste amorphe Kieselsäure öfters in der I. Generation zum Teil mit Delessit beobachtete; es scheint hier die rascheste Erhärtung des Gels stattgefunden zu haben und nur eine geringe nachträgliche Umwandlung in Quarzin.

Neben jenem erwähnten einfachsten Fall gestalteter verlängerter feinsten Pigmentierung sei noch der Fall fast ungestalteter Pigmentierung erwähnt in gewissen radial begrenzten gestreckten Sektoren-artigen Regionen des Achat II des Stückes Taf. V Fig. 20, in welcher noch keine Schichtung zu beobachten ist, welche sich auch durch geringer scharfe Faserkristallisation und durch die sehr schwache Tönung feinsten Opaleinschlusses gegen die bräunlichen Nachbarzwischenräume auszeichnen (Fig. 29e).

Es darf auch dieser Fall nicht als die Erhaltung eines Pigmenturzustandes betrachtet werden; er ist überliefert in einem Stück, dessen Eigenheiten durch andere seltene Unterbrechungen der Struktur einer Schichtungsbildung ebenso widerstrebend sich erweisen, wie es ein ausnahmsweises Vorkommen von Chalzedonkonkretionen aufweist; es findet dies in der II. Generation statt, während die I. Generation normale Faserung und durchaus verlängerte Pigmentkörnchen besitzt.

Wenn wir also die Tatsache hinsichtlich des Pigmentvorkommens zusammenfassen, so darf gesagt werden: Es gibt keine Pigmentkörner welche für sich frei bestehen; sie haben seltener die einfachste Form von Verdrängungskörnchen eines ursprünglich gleichmäßig verteilten Pigments zwischen den lediglich mineralischer Entstehung zuzuschreibenden Ringsbändern und radialen Faserzusammenschlüssen; in allen Fällen setzen sie auch bei späterer größerer Ausgestaltung diese Strukturelemente voraus und bilden Konkretionen von Linsen-, Eier- oder Kegel-artiger Gestalt, je nachdem sie in den beiden Hauptrichtungen in irgend einer Kombination auswachsen und sich den Schichtlinien oder Fasern engstens anschließen. Auslaugungshohlräume selbständiger Pigmentkörperchen gibt es nicht. Das Pigment befindet sich auslaugbar zwischen den Fasern, umhüllt und verkittet diese in Tropfen- etc. -Form. Es ist mir kein Pigment vorgekommen, von dem man sagen könnte, es stecke in dem Faserkörper der Kieselsäureausscheidung drinnen, die Achat-Kieselsäureauskristallisation habe es als älteres Element gleichsam einverleibt. Die Pigmentbildung ist überwiegend jünger als die Faser- und Schichtfugenbildung; ihre Streifenordnung ist wohl abhängig von der Durchlässigkeit der Faserung und der Konzentration des Eisenoxydgels. Es handelt sich um eine Eisenoxyddurchsinterung älterer und ziemlich regelmäßiger Form in einer älteren regelmäßigen Aggregationsstruktur (vgl. S. 192), welche die letzten Stadien des Feingefüges abschließt. Über Durchsinterungspigment s. Kap. I) 1.

h) Die Septaleinschaltungen und verschiedene Beziehungen zur äußeren Form.

6. Rheinische Vorkommen.

Nach der Pigment-Diffusionstheorie könnten die früher sogen. Flußkanäle (Röhrensepten) z. B. auch in einer Abänderung der radial verlaufenden „pseudoklastischen“ Ausfällungsunterbrechungen genau so mit dem nicht pigmentierten Gel erfüllt angenommen werden, wie etwa die hellen Zwischenbänder zwischen den Pigmentstreifen seitlich neben ihnen; sie müßten ebenso wie diese erhärtet, stabil und für alle weiteren gleichartigen Vorgänge, welche nicht ebenso noch die Gesamtheit der benachbarten Gelausfällungen ergreifen, undurchlässig geworden sein. Dies ist aber offenbar nicht der Fall; es zeigen sich in den Röhrensepten fast immer auch schichtweise Bänderungen und Ausfällungen, welche auf eine engste Vergleichbarkeit und Abstammungsverbindung mit den innersten (auch für die Diffusionstheorie) späteren Vorgängen der Bänderentstehung hinweisen, welche zeigen, daß hier rückwärts, entgegen der angenommenen bisherigen Richtung des Fortschreitens der Ausfällung auch in einen noch so engen Septalraum hinein, im ganzen Umfang die scheinbare „Füllung“ von neuem oder erst jetzt zu leben beginnt, sei es nun, daß die Septalräume durch scharfe mehrfach übereinandergelegte Chalzedon- bzw. Kalzitachat-Schichten seitlich scharf abgetrennt oder gegen den gebänderten Körper nur scharf abgesetzt wurden. Die seitlichen, die Röhrenräume umgebenden stockartigen Massen pigmentierter sowie hellerer und weißlicher Bänder müssen für diese letzten Vorgänge schon völlig unzugänglich gewesen sein.

Ich nehme aber an, daß in diesen Räumen eines sehr verdünnten oder fehlenden Gels zum Schluß eine neue Geleinwanderung stattgefunden habe oder, wie man meinen kann, daß in einem Raum mit einer sehr verdünnten Lösung zwischen jenen stockartigen Ausfällungskörpern in radialem Vorwachsen eine sehr allmählich erst vor sich gehende Konzentration und Gelanhäufung eingetreten sei, woselbst öfters sich vorher nur an den Wänden wirklich gelöste Kieselsäure wie in einer Verschalung mit feinfaserigen opalhaltigen Chalzedonüberzügen gelegentlich diskordant angesetzt hat. Wir kommen mit der Vorstellung eines von Anfang an mit Kieselsäuregel ganz erfüllten Blasenraums, in welchem ausnahmslos alle Unterschiede auf das diffusiv von Pigmentlösungen durchzogene und endlich eintrocknende Gel zurückzuführen sein sollen, nicht aus.

Für diese Klarlegungen sind auch die bei dem Kalzitachat über die Septalräume bekannt gemachten besonderen Tatsachen von großer Wichtigkeit und bestätigen meine Auffassungen von der Unzulänglichkeit der Theorie der Pigmentdiffusion.

Auf einen Unterschied z. B. zwischen den pseudoklastischen ausfällungsleeren Bändern und den Septalröhren des Achats möchte ich noch aufmerksam machen; erstere treten nach den eignen Präparaten E. LIESEGANGS in der innersten Zone auf, woselbst auch in genetisch gleicher Ursache die Diffusionsbänder weiter auseinander rücken; letztere aber an völlig entgegengesetzter Stelle; sie entsprechen einem durch äußere Umstände bzw. nach der Zusammensetzung der Wand von Anfang an bestehenden Lösungsmangel, welcher das äußerlich vergleichbare Diffusionsbild erst am Schluß des Vorgangs aus inneren Ursachen der Erschöpfung kennzeichnet.

Einem Versuch R. E. LIESEGANGS, die Einflußkanäle nachzuahmen, fehlt das Charakteristischste und nie Fehlende der Septalröhren, nämlich das scharfe seitliche Abstoßen der Bänderung gegen den kanalartigen Raum. Dagegen habe ich dieses Abstoßen bzw. Zusammenlaufen bei Austrocknungspräparaten an Stellen beobachtet,

woselbst sich das Lösungsmittel länger (besonders an eingeschalteten Fremdkörpern) adhäsiv zusammengehalten hat (vgl. Textfig. 49).

Während LIESEGANG annimmt, daß in diesen Räumen lediglich auf die eine oder andere Weise ein Pigment-Diffusionsvorgang radial unterbrochen wurde, glaube ich den Hinweis nahegelegt zu haben, daß von Anfang an auch die Kieselsäure selbst hier nicht oder ungenügend zur Ausfällung gelangte, und daß die Erfüllung dieser Röhre erst später gleichsam von innen nach außen zu nach rückwärts geschah. — Hierüber im folgenden noch etwas Nachträgliches sowohl in tatsächlichen Beobachtungen als in Kennzeichnungen der einheitlichen morphologischen Merkmale.

Wenn in sehr vielen Fällen die Septalräume oft sehr feinhöhrig in längerem radialen Verlauf nach der Mitte führen, finden sich auch Stücke, wo sie sehr kurz sind; in mehreren vorliegenden Fällen sind sie dann auch breit und fällt der radiale Septalraum mit einem großen, aber auch stark ausgestreckten bzw. nach dem Umfang verlagerten „Mittelraum“ zusammen.

1. Das erste Stück, Fig. 30, an der Bodenfläche angeschliffen, zeigt rings einen dünnen gleichmäßig rot gebänderten Achat I, der in dem scharfen Umbiegungswinkel zur Bodenfläche kleine von dem Umfang ausgehende stalaktitoide Delessit-Seladonitgewächse regelmäßig umkleidet; diese Gebilde ragen in den bläulichen Achat II herein. Die übrige Füllung besteht wie bei dem in diesem Heft S. 34 Fig. 6 abgebildeten Uruguay-Achat aus einer zweimaligen Wiederholung der Folge Achat-Chalzedon und Quarz. Der Achat II und III ist regelmäßig und breit durch weißliche Zwischenlinien gebänderter bläulicher Chalzedon, der Quarz II ist stengelig und hat nur an einer Stelle dickere Kristalle. Diese Stelle ist auch die woselbst sich die Einseitigkeit des ganzen Baus kennzeichnet.

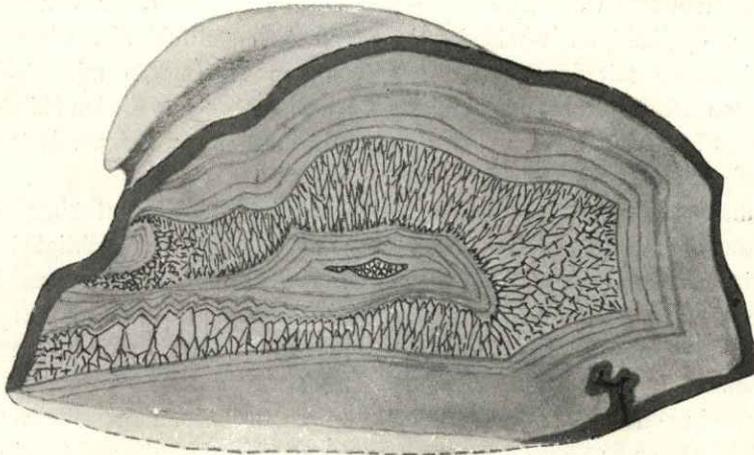


Fig. 31, Achat von Oberstein, zeigt das Auskeilen der Bänderung des älteren Chalzedons der I. Generation gegen eine an der Blasenoberflächenfüllung sichtbare starke Furche, wo also vom Gestein her in die Höhlung eine kammartige Vorrangung vorsprang; nach derselben Seite hin stoßen die inneren Quarz- und Chalzedonschichten (II. und III. Generation) an der I. Generation ab.

Die Einseitigkeit besteht darin, daß nach der Stelle hin, woselbst oben und außen eine starke Blasen einbiegung auftritt, der Achat I ziemlich rasch sich verdünnt; die weißen Bänder laufen aus, legen sich zusammen und verschwinden schließlich

über dem Achat (Chalz.) I, dafür tritt nun der Quarz II auf den Achat I und schließlich auch der Chalzedon III, wobei auch an einer Stelle der vom Boden her angeschliffenen Mandel der Achat III auf dem Achat I ohne Zwischenbildung von Quarz II aufliegt; daneben sind die Kristalle des Quarz II stärker und breiter und die Bänderung des Achat III entspricht auch hier in solcher Schärfe und Regelmäßigkeit, in solcher gleichmäßigen Kontinuität ohne Anzeichen von Dehnung, Zerreißen oder Stauchungen zwischen den Kristallvorrangungen, daß an ein Einpressen der Quarzkristalle durch Kristallisationsdruck in die vorher schon gebänderte und dabei doch unwahrscheinlicherweise weich gebliebene Masse unter gar keinen Umständen gedacht werden kann; es ist das in solchen öfters zu beobachtenden Fällen der gewöhnliche Befund. — Die Quarzkristalle des Quarz II haben hier offenbar wie freigelegen und sind später bänderungsweise inkrustiert worden (S. 159–160).

Hierdurch ist auch zugleich nahegelegt, daß die Unterlage des Quarzes der Generation II ebenfalls eine wie freie Oberfläche gehabt und daß diese Oberfläche nach einer Stelle, sich verdünnend, herabsank, so daß dann auf gewisse Breite der Achat I frei blieb; hier nähert sich der Achat I der tiefsten Stelle der Oberflächenfalte der Gesamtfüllung, ohne seinerseits merklich an Dicke oder Färbung abgenommen zu haben.

Das Verhalten der Schichten ist hier gerade so, als ob statt der Quarze der Mittenfüllung Kalkspatkristalle in breiter Fläche der Generation I aufgewachsen wären; es ist das gleiche gesetzmäßige Verhalten der Bänderungsabnahme, wie sonst bei den oben beschriebenen normalen Septalräumen (vgl. Taf. III Fig. 18–19), welche nur von Chalzedon erfüllt sind.

2. Ganz das gleiche Bild gibt ein Stück Textfig 38 (c–g) mit ausgeprägter Bodenfläche. Auch hier von einer Chalzedon-Delessitkruste, besonders auch von oben seitlich hereinragend, von Achat I überwachsene wurmförmige Zapfen; der Boden ist zum Teil von unten außen emporgedrückt und zeigt hierbei unregelmäßige Überfältelungsfurchen, in welchen nebst 1 mm starker Delessitschicht auch noch Reste des Gesteins enthalten sind (vgl. unten); es ist hier also eine nach innen vorstehende und seitlich überhängende Gesteinsleiste von Achat I überwachsen. Längs dieser auffälligen Oberflächenunebenheit ist nun der Quarz der Mittenhohlung unter Ausschaltung des übrigen dicken reich gebänderten Chalzedons des Achats II, in dem sich ein hartes dichtes Chalzedonbändchen besonders bemerkbar macht, auf dem Achat I unmittelbar aufgewachsen; auch hierbei ist an der Dichte, Dicke und sonstigen Beschaffenheit des Chalzedons des Achat I nichts geändert. — Wir werden bei einer eingehenden Besprechung dieses wichtigen Stücks im Anschluß an Fig. 38 und Fig. 39 sehen, daß hier in der Zeit zwischen Achat I und II vom ersteren in Fortsetzung des Vorgangs der Bodeneindrückung ein Stück des Achats I herausgebrochen wurde und nachdrängende Kieselsäure diese Bruchlücke mit einem Neuabsatz ausgefüllt hat. Diese Vorgänge der zum Teil gewaltsamen Umwandlung der Form des Bodens haben im II. Achat verursacht, daß die II. Achatschichtung gegen diesen Fremdabsatz auskeilt, im Winkelraum zwischen seitlicher Aufbiegung der Blasenwand und des hereingebrochenen länglichen Stücks und seiner Nachbildung eine Achatschichtung überhaupt ausblieb und der vorhandene Raum erst durch den Mittenquarz ausgefüllt wurde. Auch dieser Befund weist darauf hin, daß es sich mehr um einen Unterschied in der Lokalisierung der Kieselsäureausfällung und nicht um Pigmenterscheinungen bei dem die Septalstrukturen begleitenden und kennzeichnenden Bänderverlauf handelt.

3. Die jetzt mehrfach betonte Beziehung der Septaleinschaltungen zu Oberflächenunebenheiten zeigt auch ein Anschliff eines in Dichte und Unberührtheit des I. Achats gegenüber dem gebleichten und durchsinterten (vgl. Original zu Kap. I) Achat II bemerkenswerten Stücks; es sind hier am flachen Boden (Fig. 41 d) an zwei bis drei Stellen flachliegende Zapfen des Gesteins, welche ursprünglich frei ins Innere ragten, vom Achat I völlig umwachsen; dieser bildet eine liegende Falte; davon ist der „Mittelschenkel“ der Falte augenfällig etwas dünner als der innere hangende Schenkel, ebenso erscheint der liegende Schenkel in der Erstreckung des mittleren deutlich etwas weniger stark, genau so wie an einer vierten Septaleinschaltung und gerade so wie bei Fig. 10 S. 97 auch — hier ohne deutliche Faltung — der Achat I auf über die Hälfte verdünnt ist (an einer Stelle sieht es fast aus, als ob ein schmaler Durchbruch nach außen vorläge). Es hat also hier den Anschein, als ob die gegen die Blasen- oder Mittenhöhlungen zugewendeten Schenkelteile des Achat I in ihrer Entwicklung gegen die beiden anderen bevorzugt bzw. diese gegen die durchschnittliche Ausbildung des Achats I des Stücks benachteiligt wären. — Wir haben oben S. 167—168 auf etwas Ähnliches beim Achat I schon aufmerksam gemacht und nahegelegt, daß die Tatsache wohl darauf beruhen könne, daß bei einer Zug-Ansaugung der Lösung nach innen, die ja eigentlich ein Druck von außen ist, nur stärkste Anhäufung der Substanz nach der Stelle stattfindet, woselbst die Raumverminderung als Ursache des Zugs eingetreten ist; hauptsächlich ist aber hier auch die erste und stärkste Ausfällung anzunehmen, welche ebenfalls Lösung von hinten her nach sich zieht bzw. ihren Nachschub fordert (vgl. unten).

An der einen Stelle (Fig. 41 b) ist die stärkere septale Einschaltung an der Spitze, eine schwächere an der Wurzel der Überfaltung, an der anderen Stelle ist lediglich an ihrer Spitze die Einschaltung. Bei einem weiteren Stück zeigt sich ganz Gleiches mit einer sehr erheblichen Verschwächung des Mittel- und Liegend-schenkels, wobei auch die größere Dichtigkeit und bessere Erhaltung des Achat I gegenüber dem Achat II hervorzuheben ist.

Wir erinnern uns nun auch, daß bei Taf. III Fig. 9—10 u. Fig. 13—14, Taf. IV Fig. 11 die Kalziteinschaltung im Querraum einer breiten „Septalunterbrechung“ (S. 159, 166) u. s. w. ebenfalls an solche Unregelmäßigkeiten der Blasenoberfläche gebunden sind, ja sogar beim Kalzitachat derartiges an verschiedenen Stellen sehr deutlich war (vgl. Taf. IV Fig. 6 und S. 97 Fig. 11 u. 14).

Andererseits finden sich diese Septaleinschaltungen öfters entsprechend zuge-schärften Seitenkanten einseitig zusammengepreßter oder randlich zusammengekniffener Blasen (vgl. S. 83 Fig. 2 u. S. 97 Fig. 11) besonders bei Taf. III Fig. 15—16, woselbst der Eisenkieselkeil bei beiderseitig, oben und unten, sich verschwächenden Schichten des Achat II auf I. Achat eines Blasenwinkels aufgewachsen ist, wo auch bei immerhin deutlicher Verschwächung der Achat I des oberen Teils streckenweise mit dem des Bodens verwachsen ist. An solchen Stellen treten nicht selten als Erstbildungen des Achat I auch traubige, stalaktitoide und sphäroidische Ausscheidungen von Eisenoxyd, Delessit, Kalzit etc. auf. Es sei hier auch an solche stärkere außergewöhnliche Teilbildungen in dem Winkelraum von Enhydros erinnert (vgl. Taf. III Fig. 1 und Taf. V Fig. 24).

Wie gesetzmäßig diese Tatsachen wiederkehren, zeigt auch eine Ausfüllung vom Gangelsberg (Textfig. 32), woselbst ein einseitig am Rand der flachen Füllung gelegener, noch in Resten erhaltener Karbonatkristall auf I. Achat sitzt, während die Hauptfüllung

aus einer 1 cm starken weingelben grobstengeligen Quarzlage mit nachfolgendem beinahe gerade so dickem Amethyst besteht; die erstere bricht bzw. keilt nach der Ansatzstelle des Kalzits aus, während erst die zweite den Kalzit umhüllt. Der weingelbe Quarz ist mit einer ganz dünnen gleichmäßigen Chalzedonhaut in seinen

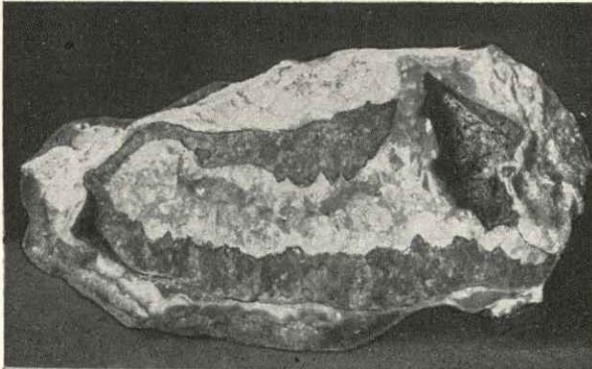


Fig. 32.

Querbruch durch eine Achatdruse von Duchrot; die untere Fläche ist „Boden“ mit Karbonatabsatz der I. Generation. Der Quarz der II. Generation ist außen weingelblich (im Bild dunkel) und innen heller Amethyst; beide Schichten keilen nach der Seite zu (rechts) aus, woselbst vom Chalzedon der I. Generation aus ein Kalzitkristall ins Innere ragt, der von den Amethystkristallen von innen her (mit Abguß seiner Form) umwachsen wurde.

scharf ausgeprägten Endigungen überzogen, über welchen die Amethystkruste (III. Gen.?) mit feineren Anfangskriställchen beginnt; es ist auch hier das Bild einer normalen Kristallisationsfolge, nicht einer gewaltsam mit Kristallisationsdruck erfolgenden Umbildung ursprünglich feinfaserigen Chalzedons oder amorphen Opals. Auch an der Amethystkruste zeigt sich die Eigenheit, daß die Färbung erst in späteren Stufen des Spitzenwachstums auftritt, nachdem der Karbonatkristall — ein großes Skalenoeder — schon umwachsen ist. — Auch auf Fig. 5 Taf. IV S. 119 und die Bemerkungen S. 159 sei hier noch verwiesen.

Eine Abart der vorher besprochenen Struktur zeigt ein kleineres Stück von Gangelsberg bei Duchrot,¹⁾ welches (Taf. IV Fig. 10) eine dicke randliche Braunspatkruste über einer äußersten Chalzedonhaut als erste Generation hat; der Braunspat ist hier zum Teil lagenweise, zum Teil in unregelmäßig gestellten Kristallen ausgeschieden und wird von einer dicken, gleichmäßig dichten Chalzedonlage des Achat II, welche mit kleinen Sphärolithoiden beginnt, überwachsen; nach innen folgt Quarz als Mittenfüllung. Gemäß einer tiefen äußeren Einfaltung auf der Oberfläche, welche von einer Gesteinsvorrangung (vgl. unten Allg. Teil) erfüllt ist, öffnet sich die Chalzedonlage (Fig. 10+) torartig nach außen, mit rascher Verdünnung auskeilend; von hier aus zieht sich nun durch den ganz lichtrötlichen Braunspat eine gut abgegrenzte quere Achse von einheitlich kristallisiertem hellen Kalzit, welcher einerseits an dem Mittenquarz mit ungestörten Kristallenden freien Wachstums anliegt, andererseits unter einer nach außen zu geringen Decklage des Braunspats verschwindet. Dieser Kalzitkristall war also schon Septaleinschaltung oder mindestens der Raum einer Septalunterbrechung während der Braunspatbildung der I. Generation und des

¹⁾ An diesem Fundort habe ich auch mehrere Belege gesammelt, welche ein ausgedehntes Karbonatwachstum über der Generation I aufweisen, welches unmittelbar von Quarz als Vertreter des Achat II geschlossen überwachsen ist und Kalzit als Mittenfüllung hat.

Chalzedon II bis zu der Quarzbildung der Mittenhöhle; die Kalzitkristalle sind, wie an zwei Stellen des Querschnitts deutlich ist, sogar noch über der Chalzedonschicht in die Mittenhöhlung hineingewachsen und dann erst mit ihren scharf ausgeprägten Kristallenden vom Quarz der Mittenfüllung umhüllt worden.

Es sei hierbei daran erinnert, daß etwas ganz Gleiches auch bei dem Kalzitachatfund vom Oberhauser Einschnitt (S. 119 Taf. IV Fig. 5) beobachtet und erwähnt wurde; es ist das der einzige Fall beim Kalzitachat, daß in einem solchen radialen Raum mit seitlich auslaufenden und anstoßenden Kalzitachatschichten eine klare Kalziteinschaltung scharf begrenzt eingewachsen ist und bis in den Mittenquarz hineinreicht. Hiermit scheint also gerade darauf hingewiesen zu sein, daß in diesem Raum der Durchtritt von Kieselsäure auch in der geringen Menge, wie sie im Kalzitachat nachgewiesen ist, wie verwehrt oder sehr vermindert ist.

Das oben für Taf. IV Fig. 10 beschriebene Vorkommen einer septalen Kalziteinschaltung in einer braunspätigen Masse I. Generation mit zurücktretendem Chalzedon hat insofern eine Wichtigkeit, als hiermit auch schon für das Karbonatwachstum der I. Generation festgelegt ist, daß eine starke Unterbrechung der Ausscheidungen vorliegt, welche wohl nur als in einer zeitlichen Aufeinanderfolge entstanden zu denken ist und zwar, daß die spätere Ausscheidung wie in einem radialen Leerraum zwischen den älteren erfolgt, daß an den Seitenwänden des Leerraums sich der Chalzedon verdünnt herabzieht wie in den Septalräumen des Voll-Achats und hier auskeilt; in diesem Zwischenraum findet nun die Kalzitausscheidung zeitlich vor der Quarzbildung der Mittenhöhlung statt.

Wenn wir selbst annehmen, daß das schalig wachsende Karbonat der I. Generation aus einer Karbonatgallerte mit zuerst völlig zurücktretender Kieselsäure entstanden wäre, so gilt die Ursache der Unterbrechung auch für die sich innen daran schließende Kieselsäuregallerteschiebt der II. Generation; mangelnde Einwanderung von Pigmentlösung in einer einheitlichen Gesamt-Gallertfüllung der Blase kann hier nicht die Ursache der Unterbrechung sein. — Wir werden durch diese seltsame Kombination von Tatsachen darauf verwiesen, daß man es hier mit einer Ausscheidung in einem Leerraum oder in einem hochgradigen Verdünnungsraum der Lösung zu tun hat; denn für eine andere Möglichkeit, daß nämlich die Kalkspatkristalle rein beliebigen Zwischenkristallen zwischen I. und II. Generation entsprechen könnten und umlagert umwachsen worden wären, dagegen sprechen alle besonderen Einzelheiten des Wachstums- und Anlagerungsanschlusses.

Für die Besonderheiten dieser Deutung haben wir übrigens eine Vergleichsbildung, welche unten bei einigen Stücken italienischen Fundorts ausführlich beschrieben wird (vgl. hierzu Textfiguren 37 u. 38): ursprünglicher Kalzit als Septaleinschaltung in Chalzedonachat, welches auch die Möglichkeit eröffnet für das Auftreten von Kalzit in Septaleinschaltung gegen ringsumlaufenden Kalzit.

An diese Tatsachen kann die Beobachtung angeschlossen werden, daß bei dem Fundstück Taf. V Fig. 23 in der Quarzkruste gegen die Mittenhöhlung sich ein halbsphäroid-strahliger Kalzit (Textfig. 39b) einstellt, daß daneben die Quarzkruste sich außerordentlich verschwächt und daher die Karbonatstengel seitlich hinüberwachsen. An der Stelle, wo in der Quarzkruste Karbonatlösung eindringt bzw. Kalk ausgeschieden wird, geht die Quarzbildung zurück! Hierdurch wird auch ein anderes Stück vom Gangelsberg bei Duchrot verständlicher, woselbst das gleiche in einer Rauchquarzdruse der Fall ist, woselbst aber die Karbonatausscheidung

nicht strahlig-stengelig ist, sondern ein großes Rhomboeder den Ausgangspunkt der Ausscheidung nicht klar erkennen läßt; er ist durch die außerordentliche Ver-
schwächung der Quarzkruste mit kleinsten Kriställchen aber gekennzeichnet.

Bei der in Taf. V Fig. 24 dargestellten Enhydrosfüllung zeigt sich am Boden eine nach einer Seite umgelegte Gesteinszunge, welche für die „Wasser“-Schale Anlaß zu einer Zweiteilung wurde (wofür wir auch Vergleichsstücke vom Gangelsberg bei Duchrot besitzen). Bezeichnend ist, daß bei Fig. 24 von dieser Gesteinsgrenze her ins Innere der größeren Teilschale ein großer Kalzitkalenöder hereinragt, der nur teilweise von schwacher nach der Kristallspitze auskeilenden Quarzlage überwachsen ist; es erinnert dies an gleiche Vergesellschaftung bei Taf. III Fig. 13 und 14, woselbst auch Blasenwandvorragungen auftreten.

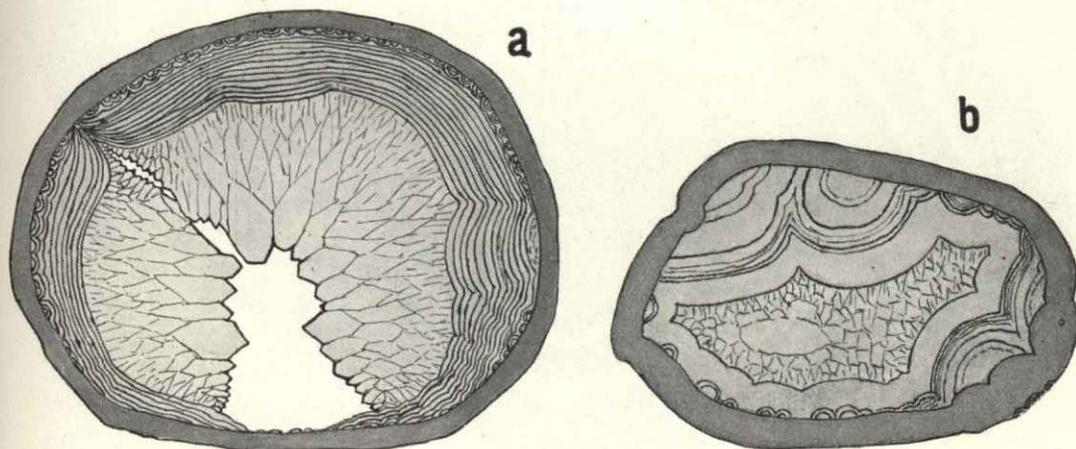


Fig. 33a. Innerhalb von ringsum gleichmäßigem Chalzedon I. Generation mit Halbsphärolithoiden beginnende Generation II, welche mit dem End-Mittenquarz nach dem Boden zu auskeilt. Chalzedon II diskordant an Chalzedon I abstoßend. (Talböckelheim, zweimal vergrößert.) b. Mit Halbsphärolithoiden diskordant an gleichmäßigem I. Chalzedon anstoßender Chalzedon II. (Talböckelheim, fünfmal vergrößert.) Völlig die gleichen Formen treten auch in einem Mandelsteinporphyr von Kornberg (Erbendorf-Schadenreut) auf, deren Original in der sogen. Flurl'schen Sammlung des Oberbergamts sich befindet (vgl. unten).

Ein in Fig. 33a dargestelltes längliches Bruchstück eines Vollachats aus der Zone des Kalzitachats nordwestlich vom Niedertaler Hof bei Talböckelheim zeigt in auffallender Weise die einseitige Verlagerung der Mittenhöhle nach dem Boden zu in der Art einer Septaleinschaltung, in welche sie auch nach der anderen Seite hin übergeht; die Ringschale der I. Generation läßt an keiner der beiden Stellen etwas hiervon erkennen. Die leider nur in einer Hälfte aufgefundene hochgewölbte Blasenfüllung zeigt einen deutlichen Boden mit einer gegen die Schmalseite der Blasenumbiegung gelegenen Zuschärfung. Nach der Mitte dieser Bodenfläche der I. Generation keilen die Schichten des Chalzedon II aus, bzw. sie stoßen an jener ab, wie auch schon vorher die kleinen spärolithoiden Randausscheidungen gegen die I. Generation nach dem Boden zu abbrechen. Der Mittenquarz tritt noch mehr seitlich zurück und die Quarzkriställchen werden nach der Randstelle des Aufsitzens sehr klein und kurz, als ob hier auch die Größen-Fortwachsung der Quarzkristalle stark gehindert und verlangsamt wäre. Gegen die erhaltene Schmalseite der länglichen Blasenfüllung rücken die Chalzedonschichten mehr gegen die

Mitte vor; dem folgt auch der Quarzbesatz mit kleinen Kriställchen nach. — Durch diese Art der Ausscheidung bzw. Lage des Septalraums ist hier das Gegenteil eines Bodenabsatzes für die II. Generation gekennzeichnet, wie ein solcher in der I. Generation bei unseren rheinischen Achaten häufig ist und wie er in der II. Generation bei den südamerikanischen Funden so überaus kennzeichnend ist.



Fig. 34.

Achat von Uruguay mit Horizontalschichten (★) und in die diesen entsprechende, nicht selten so zu beobachtende Lage (vgl. S. 145) gebracht; rechts außen Skalenoederhöhlräume, bei + septale Unterbrechung der Schichten II. Generation durch eine den Mittenquarz überwachsene dunkle Chalzedonlage (III. Generation), wodurch auch am Rande Barytkriställchen, auf I. Generation aufsitzend (vgl. Textfig. 48a), umschlossen werden.

2. Brasilianische Vorkommen (Textfig. 34 und 35 mit 35a).

a) Als Ergänzung der Ausführungen über die Septaleinschaltungen folge die kurze Beschreibung einer Uruguay-Achatplatte, welche in mehrfacher Hinsicht auch für die übrigen Feststellungen in dieser Abhandlung von Bedeutung ist.

Die Figur ist so gestellt, wie sie nach den an zwei voneinander getrennten Stellen deutlichen (★★) Bodenschichtungen zu schließen im Gestein lagern muß; es ist also eine Ähnlichkeit der Form und Lage mit den in Kap. P., S. 144 und Textfig. 19 gemachten Angaben und Beobachtungen. — Beachtenswert ist, daß 1. die zwei Stellen, an welchen die Bodenschichtung sehr deutlich ist, ohne Verbindung stufenabsatzweise weit übereinander liegen, wobei die Bänder selbst natürlich einander parallel verlaufen; daß 2. diese Horizontallinien nicht mit der nächst gelegenen äußeren Umrißlinie oder Seite der Blasenfüllung und der ihr im allgemeinen ganz entsprechenden Bänderung des I. und II. Achats übereinstimmt, sondern hiermit etwa einen Winkel von 15° machen, daß also diese Seite, obwohl sie die flachstgelegene

ist, nicht eben „Boden“ genannt werden kann, der eigentlich der Ausdruck des magmastatischen Ausgleichs von unten her ist; doch ist diese Seite bodenartig, wie sie auch mit Rauigkeiten und tiefen eckigen Lücken auf der Unterseite gegenüber der übrigen glatten Oberfläche am meisten jetzt ausgelaugte Kalziteinschlüsse der Unterseite verrät. Es ist hiedurch bewiesen, daß die Horizontalschichtung im Uruguay-Achat kein Beweis irgend einer mechanischen Sedimentierung ist, welche mit einem abgeplatteten Boden völlig gleichlaufend ist und hier weit heraufreicht.

Diese Bodenschichten gehören hier ganz dem I. Achat an, der abgesehen von den schärfer ausgeprägten Horizontalschichten deutlich wenn auch nicht regelmäßig gebändert ist und unregelmäßige Moosachat-artige Ansätze zeigt. Bei der Konkordanz zwischen I. und II. Generation ist es natürlich ohne Mikroskop schwer, deren Grenze genau festzustellen; unter dem Mikroskop erkennt man nach der Lage eines Bandes mit ausgeprägten kleinen Halbsphärolithen, daß der erste Wechsel von einem tiefbraunen und weißen Band schon der II. Generation angehört. — Darnach wären die am rechten oberen Eck der Blasenfüllung eingewachsenen, durch einen manganreichen mürben Kieselsinter teilweise ersetzten Kalzitkalenoöder noch von den letzten Bändern der I. Generation umwachsen und (gleichzeitig mit den Bodenschichten) einem dickeren Abschnitt der letzteren angelagert bzw. aufgewachsen; ihre Gestalt bietet maßgebende „Formfläche“ für die Bänderung (S. 154).

Im allgemeinen folgt hierauf die II. Generation mit drei weißen und vier dicken braunen Bändern und einem zweiten weißen Abschluß, vor dem der Mittenquarz zuerst mit opalartiger Trübung, dann weißlich bis klar durchsichtig beginnt. Dieser mit großen zackigen Kristallenden auswachsende Quarz bildet aber nicht den Abschluß der Absätze nach innen zu, sondern es folgt noch einmal ein dickes Band tiefdunkel braunen Chalzedons mit einer dünnen Quarzkruste vor der nun hohl verbleibenden Mittenhöhlung, gleichsam eine dritte Generation, die ja so häufig (vgl. Textfigur) auftritt.

Die ganze Ringsbänderung ist nun an einer Stelle unterhalb und neben den erwähnten Kalzitlöchern schief quer radial in einer an Breite ziemlich gleichmäßigen Gasse durchbrochen, an deren Rändern alle anderen Ringsbänder ziemlich schroff abbrechen, nach welcher auch die ziemlich dicke Quarzschicht mit immer kleiner (schmäler und kürzer) werdenden Kriställchen hin auskeilt. Diese Quergasse ist nun endlich gleichsam von dem Chalzedon der erwähnten III. Generation erfüllt, welcher nun, am Rand von einer zartesten hellen Grenzlinie begleitet, bis zu dem herabreicht, was wir oben I. Generation genannt haben und was die quere Außenwand der Gasse und Blase bildet. Da ist nun hervorzuheben, daß hier dieser III. Chalzedon auch einige dünnplattige Barytkriställchen umhüllt, welche auf dem I. Chalzedon (Außenwand) aufsitzen und von denen einer fast radial in diese Röhrengasse hereinragt. Hierbei keilt an der Wurzelhöhe der Kriställchen auch das oben genannte weißliche Grenzbändchen aus (vgl. Textfig. 48⁴ in Vergrößerung).

Wie nun die oben erwähnten großen Skalenoöder an dem rechten Eck der Fig. 34 von der Bänderung zuerst scharf, dann mit allmählicher Zurundung der Ecken umhüllt werden, so gilt dies auch für diese recht viel kleineren Barytkristalle, welche in voller Substanz erhalten sind. Es ist anzunehmen, daß die Kalzitkristalle zur Zeit der Übrerrindung dieselbe Dichte und Schärfe besessen haben, wie die Baryttäfelchen noch jetzt.

Nachzutragen ist, daß die größeren Kristalle ganz glatt an dem Chalzedon anlagen und daß nur mit der Lupe eine schwache Anlagerungsrauigkeit zu er-

kennen ist. Es wiederholt sich aber hier die an dem Ausgangsstück Taf. III Fig. 9—10 beobachtete Tatsache, daß der Chalzedon die Winkel zwischen den Skalenoëdern nicht glatt ausfüllt, sondern hier mit einer kleinkugeligen freien Oberfläche endet (vgl. auch S. 151).

Man hat hier also die Anzeichen einer mehr und weniger dichten Anlagerung an ältere Kristalle, und einer Bänderung, welche in ihrer regelmäßigen Form und gleichbleibenden Dicke sowie in ihrer Zurundung die Anzeichen der Entstehung als einfache Überrindung an sich trägt; dies gilt auch für die kleinen Kriställchen der septalen Gasse, welche nahezu gleichalterig mit den größeren Kristallen von keinem Chalzedonabsatz mehr betroffen sind bis endlich zu der rückläufigen Fortsetzung jener Schicht, welche in der Mittenhöhlung als jüngste Bildung erkenntlich ist.

Zur mikroskopischen Kennzeichnung ist noch folgendes zusammenzufassen: Die I. Generation besitzt eine mittlere Grenzlage mit gut ausgebildeten Spitzen, welche Ursachen einer unregelmäßigen Büschelung im darauffolgenden Chalzedon sind. Die II. Generation beginnt mit kleinen Halbsphärolithen wie mit Anfangskörperchen; die weißen Ringszonen bestehen aus Opal-führenden, im durchfallenden Licht ölgelblichen körneligen Dünnfaserbändern, welche sich oft wiederholen, öfter deutlich den Anfang und das Ende einer selbständigen Faserschicht kennzeichnen. Die zweite Stabfaser-Kristallisation dieser Erstfasern geht hier meist bis zur Fuge, an einer Stelle erkennt man (Taf. VI Fig. 5) ausnehmend schön, wie diese nachträgliche dickfaserige Zusammenschmelzung noch auf den Anfangsteil der nächsten Schicht unregelmäßig weit hinübergreift. Die braunen Bänder sind fast durchweg durch ovale Pigmentkörperchen, klein und groß, gefärbt, an einer Stelle sitzen sie mit abgeflachtem Boden auf einer Fuge auf. In einem breiten Ringsband, an welchem eine Flur von Pigment-Faserung neben einer Pigment-freien ohne scharfe Trennung liegt, erkennt man, daß letztere breiter faserig ist als erstere, scheinbar abschließend bei einer Eisendurchsinterung gewirkt hat.

Bemerkenswert ist die tiefbraune Färbung, welche sich aus einer geringen Verteilung hellgelblicher fast durchsichtiger Körperchen schon in gewisser Dicke ergibt. Die Chalzedonfasern sind durchweg viel feiner als die Pigmentkörperchen und gehen augenscheinlich durch letztere ohne jede Änderung hindurch.

b) Herrn Geh. Rat Prof. Dr. OEBBEKE verdanke ich die Anschaffung des zunächst zu erwähnenden Stückes Textfigur 35 (aus der Sammlung der Münchener Technischen Hochschule). Es ist ein Uruguay-Achat, der an der linken Außenseite die glatte Überwachsung sehr großer Kalzitskalenoeder erkennen läßt und auf der Unterseite auch einen großen, flach nach innen aufsteigenden Septaldurchbruch aufweist, der von innen her mit einem Teil der II. Generation, an dem die Schichtungen zum Teil quer abbrechen, zum Teil auskeilen, überdeckt ist. In diesem Innenteil scheinen die zwischen den Struktursektoren liegenden Scheitelhalbierungslinien (-flächen) nach unten und außen gespalten und diese Öffnungen von dem Septaldurchbruch her mit Chalzedon erfüllt, der im Septalraum nicht nur je ein Analogon der Mittenfüllung umhüllt, sondern auch mit dem die eigentliche Mittenfüllung umhüllenden Chalzedon einheitlich zügig zusammenfließt, also nach meiner Auffassung mit ihm gleichalterig ist. Auf der Gegenseite sieht man das merkwürdige Bild, daß eine so schmale Erfüllung ganz für sich ohne Zusammenhang mit der Gesamt-Nachbarbindung quer liniert ist (vgl. S. 215—216).

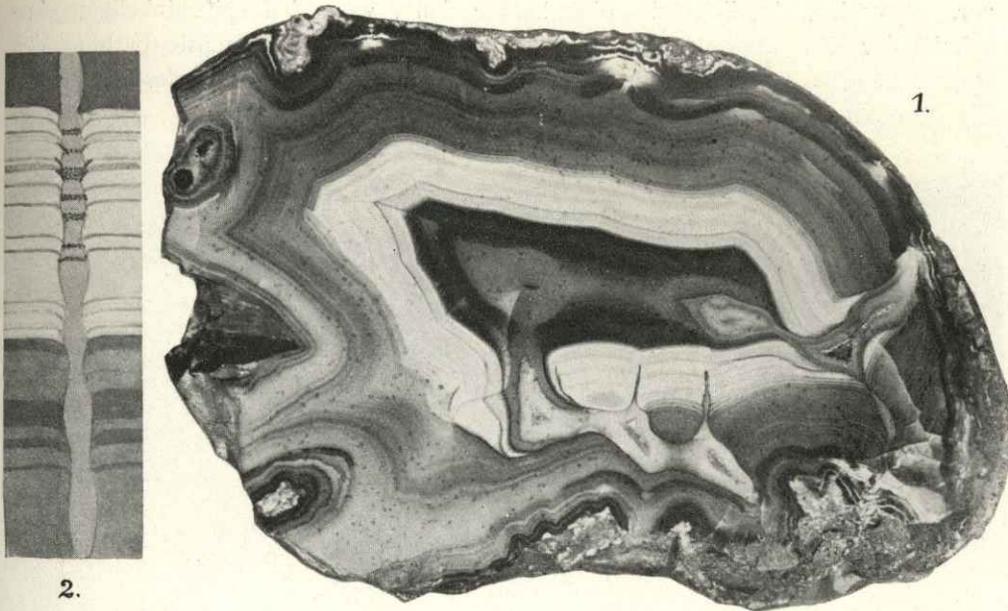


Fig. 35.

1. Achat von Uruguay mit eigenartigen septalen Einschlüssen (vgl. 35 a in Vergr.); links Abdruck spitziger Skalenoeider-Einschlüsse. 2. Septalröhre der Rückseite von 1. mit scheinbar „pseudoklasen“-artig abgesetzter Bänderung, was auf einer Täuschung beruht und in dem Eindringen einer Manganfüllung in die im Röhrenumfang ausstreichenden Chalzedonschichten begründet ist. (Vergr.)

Die erwähnten radial durchschneidenden Scheitelhalbierungsfugen sind Fugen, welche an der „Faserbegegnungslinie“ (vgl. Taf. III Fig. 20) wahrscheinlich wie andere Schichtfugen als System der Ringbänder durch Abkühlung entstanden und an diesem Stück seitlich und oben sehr deutlich sind. Eine nach unten entstehende klaffende Öffnung solcher Fugen könnte gut die Folge eines von unten auf den überhängenden älteren Teil erfolgenden Drucks sein, der wohl mit den letzten inneren Setzungen der Masse zusammenhinge. Die Möglichkeit wäre nicht ausgeschlossen; indessen sind diese klaffenden Fugen ganz schmale Endigungen von Septalraumverzweigungen, welche in diesem Falle in äußerster röhriger Einengung von dem jüngsten Chalzedon erfüllt werden.

Das Stück führt etwas, was leicht zu Täuschungen und Irrungen, vielleicht zur Annahme von Pseudoklasen Anlaß geben könnte und mich selbst einige Zeit beschäftigte. Auf der ungeschliffenen Rückseite ist eine schmale gangartige Septaleinschaltung (Fig. 35, 2), welche ebenso wie die neben der Haupteinschaltung vom Boden her mit dem helleren Chalzedon um die Quarzmitte erfüllt und auch mit diesem in unmittelbarer Fortsetzung zusammenhängt. Dieses radiale Band erscheint für sich quer schwärzlich gebändert und zwar steht die Querbänderung in gewisser Beziehung zu den bestehenden (durchsichtigen) nicht opalführenden Bändern; immer liegt ein Streifen etwas tiefer als das Seitenende der nach unten etwas abgebogenen durchscheinenden Bänder in der Septaleinschaltung. An diesen letzteren Stellen sieht man nun einen von dem Raum der Septaleinschaltung ausgehenden Manganhydroxydniederschlag, der zum Teil randlich in die Zwischenfugen der Achatmasse, d. h. die opalfreien übertritt. Da nun das Röhrechen sehr schmal und im Querschnitt eirundlich ist, scheint die ringförmige Austrittsstelle mit ihrem schwarzen Manganbeschlag hindurch und täuscht eine Querbänderung in der Septalfüllung

vor. Besonders deutlich tritt dies hervor dann, wenn bei spitzwinkeligem Anschnitt der Röhrenfüllung gegen den unteren Röhrenumfang zu die Färbung des Durchscheinens kräftiger wird, wie dies auch auf der Schliiffseite des Stückes in Fig. 35, 1 unter der Lupe an den schmalen Röhrchen deutlich ist.

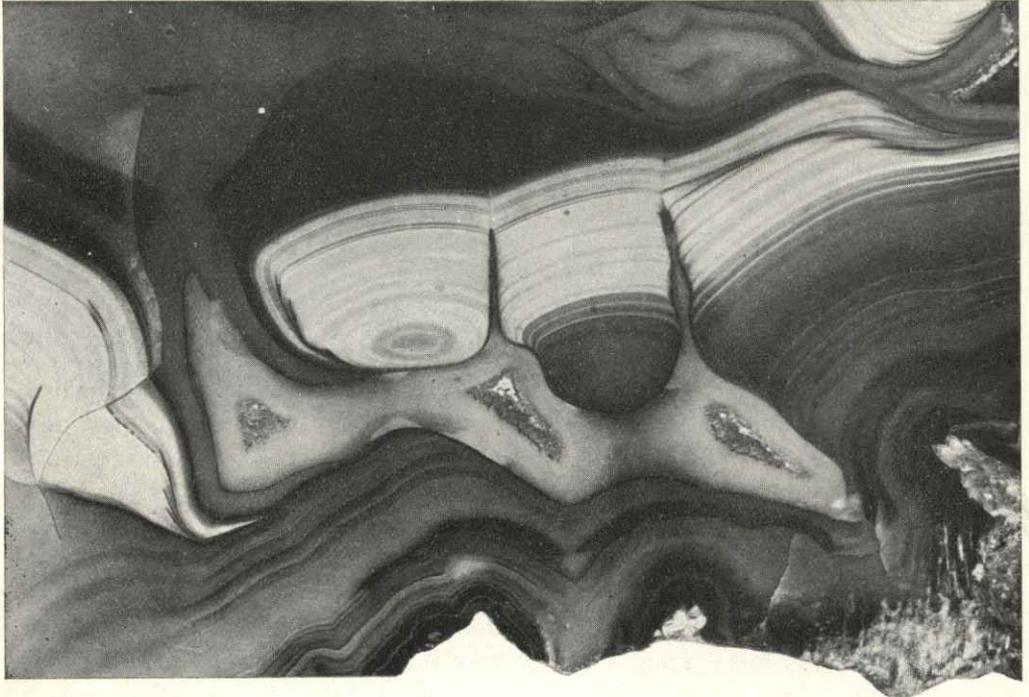


Fig. 35 a.

Vergrößerung der Septaleinschaltung von Fig. 35 mit Abzweigungen der Mittenhöhlung; sie zeigt auch hier das Auftreten der Manganfärbung an den Stellen, woselbst die innere schwarze Chalzedonlage diskordant an die älteren Schichten des Septalraums anstößt (vgl. Textfig. 35, 1).

Wichtig ist also hervorzuheben, daß an dieser scharfen Grenze zwischen Septalfüllung und Hauptkörper des Achats eine geringe Einsickerung von schwarz färbender Substanz (Manganoxydhydrat) in die fertige Struktur der Hauptfüllung eintritt und zwar von der nach unserer Ansicht jüngeren Auskristallisation in Septalräumen her, in der jener voraufgehenden Zwischenzeit oder mit ihr. Beim Austritt des Röhrchens aus dem Wechsel der durchscheinenden und weißen Lagen tritt statt der dunklen Färbung eine dünne völlig dichte Hülle von rotem Jaspis ein, der von innen her durch einen vierfachen schwachen Wechsel von mehr und weniger dunklen, breiten, unscharf begrenzten Innenbändern hindurchgeht und sich nur auf der vorletzten Grenzfläche vor dem Innenquarz gleichmäßig in deren Abbiegungen als selbständige Lage verteilt; seine Entstehung ist also zu verstehen als die Grenzschicht der in die Septalröhre hereinreichenden inneren Bänderungszone, die bei dem Eintritt in die Opalschichten sofort verschwindet. Die Manganfärbung tritt stets da auf (vgl. Fig. 35 b), wo die dunkle nächstältere Zone im Septalbereich an noch ältere rückwärts transgredierend anstößt.

Auffällig ist an der erwähnten engen Röhre (vgl. auch Textfig. 35 a), daß sie im Lumen bald weiter, bald weniger weit ist; ich habe im Verein mit den übrigen Röhrchen dieses Stückes nicht feststellen können, ob diese Erscheinungen und Aus-

weitungen etwa mit einem Wechsel der opalführenden und reineren Chalzedonschichten zusammenhängt. Auch die Erscheinungen an Fig. 37a u. b scheinen durchaus nicht für einen solchen Zusammenhang zu sprechen, vielmehr handelt es sich hier offenbar um Vorgänge in der Verteilung der Lösungen und ihrer ersten Ausfällungen. Hierbei sei auf Taf. VI Fig. 9 S. 230 verwiesen, woselbst eine solche Aufblähung der Septalröhre bzw. -spalte um ein Bruchstück herum erfolgt, welches als Fremdkörper im II. Achat liegt; auch verweise ich auf Fig. 39f u. g und die dazu gehörigen Bemerkungen auf S. 226—228.

Es sei zum Schluß nachgetragen, daß die Bänderung auch hier die Formeinzelheiten des Kalzits nachbildet und nach innen mit mehr und mehr gerundeten Ecken weiterführt (vgl. S. 154 u. S. 169). Der Abdruck der Flächen, Kanten und Spitzen ist so scharf, daß die Kristalle zur Zeit der Übrindung undurchdringlich waren (vgl. auch das Kapitel über die Pseudomorphosen).

i) Gemischter Voll-Achat mit unregelmäßiger Kalzitdurchwachsung.

1. Wir verweisen zunächst auf das Kap. J (S. 133) „Gemischter Kalzitachat“. — Ein Stück von Duchrot¹⁾ (Taf. V Fig. 20) ist ein Voll-Achat, dessen erste Chalzedongeneration starke, jetzt durch Quarz und Limonitsinter fast zugewachsene Höhlungen früherer Karbonateinschlüsse aufweist, und nach innen sehr scharf abgesetzt ist; über dieser auffälligen Trennungslinie sitzen nach innen auf den Wölbungen oder zwischen ihnen in den Winkeln fünf große Halbkugeln oder „Viertel“ von gelblichem, regelmäßig strahlig gewachsenem, stengelig-blättrigem Kalzit mit gut entwickelten spitzigeren Rhomboederendigungen, welche von der nächstliegenden Bänderung des II. Achats sehr gleichmäßig umwachsen sind. Die zweite Chalzedongeneration ist doppelt so dick und trägt nach innen eine feinkristallische Braunspatfüllung, welche an einzelnen Stellen eine gewisse Regelmäßigkeit des Wachstums nicht verkennen läßt, obschon sie nicht entfernt strahlig gewachsen ist, wie die erwähnten Großsphärolithen; sie umschließt (umgekehrt als sonst) eine nicht sehr scharflinig davon abgesetzte Quarzmittenfüllung. An einer Stelle nun, wo innerlich von den erwähnten äußeren Einschlußhöhlungen zwei Großsphärolithe sitzen (**, Fig. 20), zeigt der II. Achat plötzlich eine Abnahme an Dicke; es tritt dafür auf einer Seite der erwähnte mittlere Braunspat unmittelbar ein; auf der andern Seite zerschlitzt sich der Achat nach der Seite hin, keilt aus und wird zum Teil lagenweise vom Braunspat ersetzt; es zeigt sich hier eine „Braunspatfazies“ des Chalzedons, welche auf einem hier früheren Einsetzen der Karbonatmittenfüllung beruht; dieser Vorgang findet bezeichnenderweise an einer Stelle statt, welche einer Septaleinschaltung außerordentlich ähnlich sieht. Das gleiche zeigt sich auf der Gegenseite des Bruchstücks in etwas anderer Form fortgesetzt. — Es sei hervorgehoben, daß das Stück gut erhalten ist.

Eine „Vertretung“ von Chalzedon durch Karbonat ist nun auch im Innern des zweiten sehr fein wenn auch etwas unruhig und unscharf gebänderten Chalzedons an einigen spitzig und rhomboedrisch brechenden und kristallisch spiegelnden, zum Teil ungefähr bänderartig verlaufenden Zügen deutlich zu erkennen (+ Fig. 20); die mikroskopische Untersuchung zeigt hier sehr eigenartige Tatsachen.

Es wurde schon oben (S. 178) geschildert (Taf. V Fig. 11—13 u. Textfig. 36) wie die Struktur dieses Achats II nach innen zu völlig sphärolithisch ist und daß sich eine ge-

¹⁾ Der Fundort steht nicht genau fest; es könnte sich ebenso bei diesem älteren Sammlungsstück um Oberstein handeln; das äußere Gehabe des Stückes veranlaßte mich Duchrot bzw. Talböckelheim anzunehmen.

wisse Reihenordnung der Sphärolithe nicht verkennen läßt, wenn auch eine richtige Schichtung, welche regelmäßig radialfaserig nach der Mittenhöhlung zu wäre, nur an wenigen Stellen vorhanden ist. Die Kalzitverbreitungen im Achat II bestehen nun in einer meist ziemlich dicht geschlossenen und nach der angedeuteten Schichtung bzw. tangential etwas gestreckten Aneinanderwachsung von gleichmäßig großen mikroskopischen Rhomboederchen, deren Hauptachse streng radial gestellt ist; sie bilden nirgends einheitliche Flächen von großen Kristallen, sondern es bleibt an den Einkerbungen trotz der völlig einheitlichen Orientierung immer die Zusammensetzung aus gleichmäßig kleinen Rhomboederchen kenntlich; dies ist ein bemerkenswerter Unterschied gegenüber anderen Kalziteinschlüssen im Achat II, welche im Gegensatz auch stets auf Achat I aufsitzen (S. 150—160). Nach oben sind die Rhomboeder hier nicht so dicht zusammengeschlossen wie nach unten.

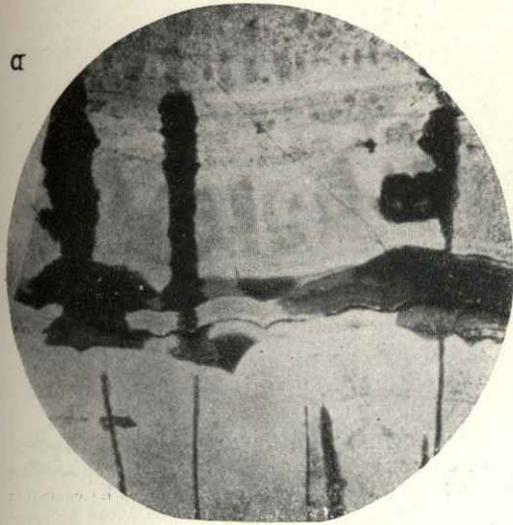
Diese Rhomboederchen sind nun bei genügend dünnem Schliff nicht wie beim Kalzit des Kalzitachats durch kleinste Körnchen gleichmäßig trüb, sondern sind (Fig. 36 c, d) überall da klar und durchsichtig, wo sie nicht 1. sphärolithische Einschlüsse teilweise oder voll abschließend umwachsen haben, 2. wo sie nicht hiermit Pigment einschließen und 3. wo sie nicht kleine faserige Splitterchen von Chalzedon enthalten, 4. wo sie nicht durchgängig am Rande der Kristalle eine dichte gelbräunliche Trübung haben, welche auf reichlichen Einschluß von Opal hinweist.¹⁾ Die Sphärolitheinschlüsse sind als Kornanlagen eingeschlossen und oft am Rand nur teilweise umwachsen; hiermit ebenso die mit den Sphärolithen endgültig ausgebildeten Pigmentkörnchen, welche im Innern der Kalzitgruppen jeweils genau so beschaffen sind, wie sie verschiedenartig außerhalb auftreten; es sind also diese beiden Gebilde schon endgültig geschaffen gewesen als die Entstehung der Rhomboeder eintrat. — Die angeführten Chalzedonsplitterchen sind gleichmäßig und nicht so zahlreich verteilt, daß sie die Klarheit des Kalzitkörpers bemerkbar beeinträchtigen; sie sind auffällig viel kleiner als die Chalzedonelemente außerhalb und haben keine irgendwie bemerkenswerte Anordnung, erscheinen eher unregelmäßig im Kalzit schwimmend.

Diese Kalzitbildung ist also erfolgt zu einer Zeit, als das erste Sphärolithwachstum mit seinen wohl gleichzeitigen Pigmenteinschlüssen schon vollendet war, als aber das Bindemittel, der nachträgliche Chalzedon, erst noch im Entstehen war und zum Teil als amorphe Kieselsäure nach außen verdrängt und von dem letzten Zusatz des Rhomboederwachstums noch eingeschlossen werden konnte; es ist möglich, daß die Anhäufung von Opal im Randsaum der Rhomboeder endlich das örtliche weitere Wachstum hinderte.

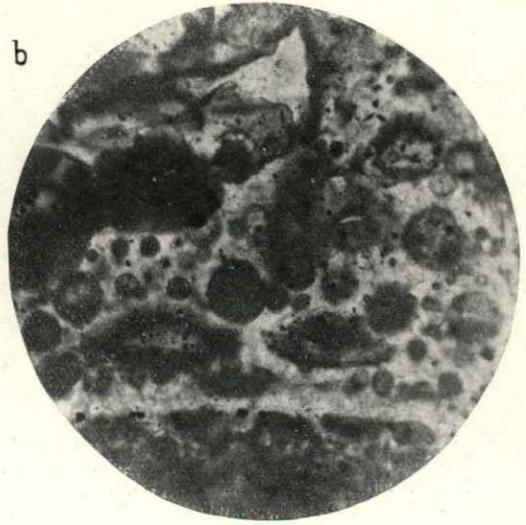
Bei solchem Befund ist nun die nächste Frage, wo die Karbonatlösung herkommt; da ergeben die Schliffe (Fig. 36 a, c, e) nun ganz zweifellos, daß sie von kleinen kapillaren Spältchen aus nach der Seite vordrang; es liegen solche Spältchen vor, welche in der ganzen Länge ihres schiefqueren Verlaufs durch den II. Achat seitlich mit diesen Rhomboederchen besetzt sind und an die sich lagenartige Rhomboederansammlungen seitlich anschließen. Diese Spältchen erleiden an der Grenze der zwei Generationen eine Unterbrechung (Fig. 36 a); durch den ersten Achat setzen sie bedeutend schärfer hindurch, es zeigt sich hier aber nirgends eine in den Chalzedon seitlich vordringende Rhomboederbildung; die erste Generation war darnach schon vollständig dicht und festgeschlossen, während die zweite gerade

¹⁾ Eine äußerliche gleichmäßige Verkieselung von Kalzitkalenoedern durch eine opalreiche Oberflächenschicht in der Zeolithschale bei Enhydros ist auf ähnliche Weise nicht entstanden.

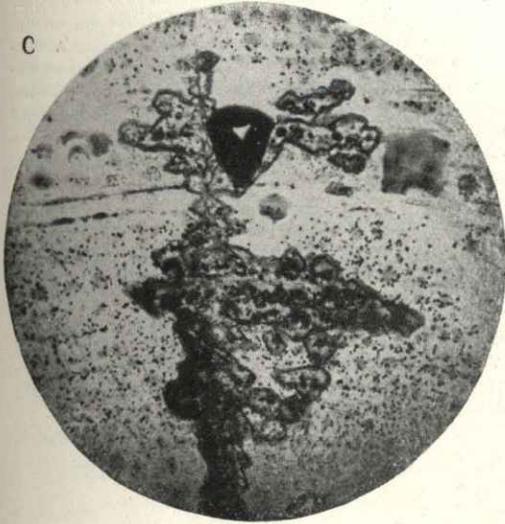
α



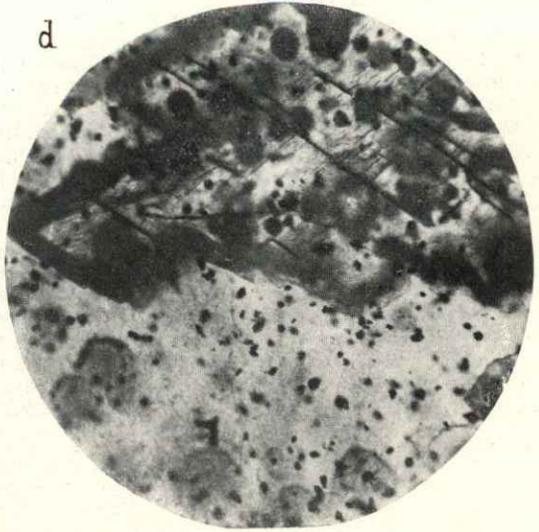
b



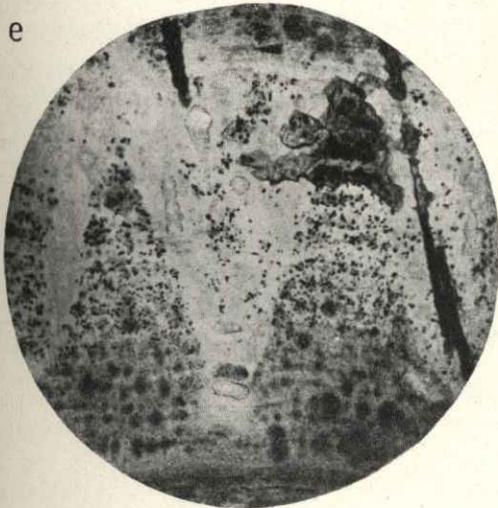
c



d



e



f

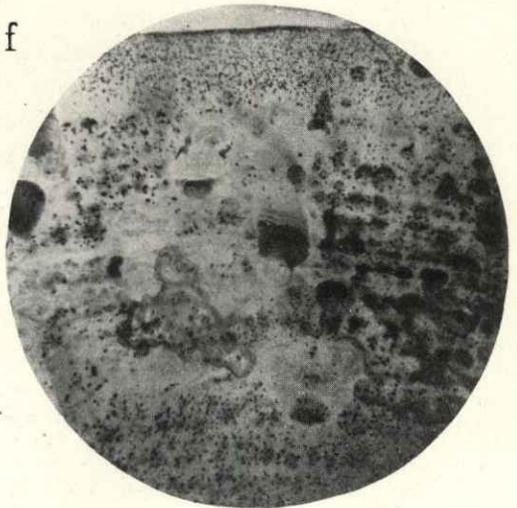


Fig. 36 a–f. Mikroskopische Bilder aus einem in Taf. V Fig. 20 dargestellten Voll-Achat mit sphärolithisch konkretionärem Aufbau in der II. Chalzedon-Generation und mit vor dem Abschluß der endgültigen Erhärtung des Chalzedons von Kapillarspalten aus vorgedrungener Kalzitisierung. a zeigt die Grenze zwischen I. und II. Generation; Spältchen in der I. Generation bleiben fein und dünn, schwellen in der II. Generation an Breite an, woselbst sich opalreicher Chalzedon neben Kalkspat neu ausscheidet, der auch seitlich in die Lagerung eindringt (vgl. c u. d); im Achat II unregelmäßig kegel-, säulenförmige Anreicherung von Pigment; b unregelmäßige Sphärolithe im Kalzit; c eine Haarspalte mit davon ausgehender Kalzitisierung, deren Rhomboeder einen dunklen opalreicheren Rand besitzen (vgl. d); neben feinen Sphärolithen sind säulen- bis keulenförmige Zusammenpackungen einseitig geformter Sphärolithe (vgl. Taf. V Fig. 11–12); in der oberen Hälfte ein solches mit sehr starker Opalanreicherung; d Vergrößerung einer kalzitisierten Partie (Spaltbarkeit!) mit Opalanreicherung am Außenrand der Kristalle; Sphärolithe im Innern des Kalzits kleiner als außerhalb; die schwarzen Pünktchen sind Brauneisenkörnchen, welche sich auch sichtlich (besonders beim Auf- und Abschrauben des Tubus) an die Sphärolithe halten. e Neben den Spältchen und zum Teil deren anschließenden Kalzitisierungseinseln zeigen sich nahe der Grenze gegen die Generation I kegelförmige Abschnitte mit stärkerem Pigment und schärfer ausgebildeten Sphärolithen; die dazwischen liegenden hellen Trichterräume haben feines Pigment und in den sphärolithischen Gebilden eine Abänderung mit mehr körniger Struktur, welche auf den Unterschied von Quarz (Quarzin) gegen Chalzedon beruhen kann; hier die keulenförmigen Gebilde nach Art der Taf. V Fig. 13. f Gegen die innere Grenze von Generation II; hier eine etwas ungleichmäßigere radiale Verteilung von unregelmäßigen dunkleren opalreicheren, mit stärkerem Pigment versehenen Sphärolithen und solchen helleren Regionen, wie sie in e gleichmäßiger kegelförmig auftreten; daneben keulenförmige Zusammensetzungen in ersteren Zonen, wie Taf. V Fig. 12 sie vergrößert und eckig kastenförmige wie bei c oben rechts; auch hier ist ein Kalzitisierungsausläufer mit dunklem Rand angeschnitten. Reihen von Halbsphärolithen deuten die Schichtung an. Rechts ein Streifen von Opaldurchsinterung, welcher nahe des Oberrands unterhalb der Mitte in leichtem Bogen nach einem dunklen Sphärolith- und viereckigen Sphärolithpaket und wieder im S-Bogen nach dem seitlichen Unterrand rechts verläuft. (Vergr. ungef. 60 mal.) Bei e ist übrigens auch zu sehen, daß der Kalzit seitlich von der Zufuhrspalte zuerst dunkel und dann hell ist, je nachdem er durch den mit Pigment und Opal versehenen oder diese entbehrenden Chalzedon tritt. Diese Trennung in dunkle helle Kegelfelder ist daher älter.

schon geeignet war, ihrer Konsistenz nach von dort herkommende Risse fortzusetzen; eine durch die ersten Mineral-Ausfällungen in großem Umfang standfest gemachte Gallerte war also mindestens in einem Zustand, auf welchen wir schon oben aufmerksam machten, der mit abnehmenden Wassergehalt beginnt (vgl. S. 113).

Mit diesen Kalzitausscheidungen hat nun wohl die vorher besprochene Karbonat-„fazies“ des Chalzedons (Taf. V Fig. 20) nichts unmittelbar zu tun, doch ermöglicht deren Beobachtung sich vorzustellen, wie auch in einem früheren Zustand der Kieselsäuregallerte die Karbonatlösung sozusagen die Kieselsäure verdrängen bzw. von vorneherein sich nicht weiter ausbreiten und ergänzen läßt, wenn sie an geeigneten Stellen Gelegenheit hat zu raschem und gehäuften Eindringen, wie etwa an solchen durch den I. Achat durchdringenden kapillaren Spältchen; etwas Derartiges müßte auch an der „Fazies“-stelle (Taf. V Fig. 20) angenommen werden und es ist bedeutsam, daß hier auch mehrere Kennzeichen einer Septaleinschaltung vorliegen, so daß angenommen werden darf, daß der zufällig vorhandene Bruchflächendurchschnitt etwas seitlich von einer solchen Septalverbindung nach außen zu hindurchzieht, welche besondere Gelegenheit zum Eindringen, zur Ausbreitung und Ausfällung bietet.

Die Beobachtungen über das nachträgliche schichtmäßige Eindringen von Karbonatlösung in schon vorhandene Chalzedonanlage ermöglicht auch im allgemeinen, sich vorzustellen, wie z. B. in noch früherer Phase der gemischte Kalzitachat nach den in Kap. J. u. Fig. 16 S. 135 dargestellten Funden entsteht, wie z. B. in der äußeren Sphäroidzone in den gleichen Achatschichten Karbonat- und entschiedene Faser-Chalzedonausscheidung sich seitlich ablösen, endlich wie überhaupt ein Wechsel solcher Schichten hier stattfinden kann. Im allgemeinen kann auch die Ansicht (S. 112) noch hierdurch eine Stütze erhalten, daß beim Kalzitachat die Kalzitlösung das nach der Ausfällung des Feinquarzes Hinzutretende ist, daß das oben besprochene Fällungsverhältnis zwischen Kieselsäure und Karbonat kein ganz ursprüngliches ist.¹⁾

Endlich darf auch darauf hingewiesen werden, daß eine nachträgliche entomorphe“ Entstehung von Kalzit im Chalzedon eine ganz andere Form hat wie das Auftreten der einheitlichen großen Kristalle von Kalzit an der Grenze vom I. und II. Achat und daß das Auskeilen und Verschmelzen von Chalzedonbändern gegen die septal eingeschalteten Kalzitkristalle nicht in der Weise gelöst werden kann wie die im Chalzedon zerstreuten nachträglichen Rhomboederchen-Gruppen des Fundstückes Taf. V Fig. 20 rechts (+), sondern eher wie die ursprüngliche Faziesänderung an dem gleichen Fundstück Fig. 20 links (*). Solche Kalziteinschaltungen (Zwischenkalzit) haben wir ja auch an dem gleichen Stück zu beiden Seiten der im II. Achat auftauchenden Vertretungserscheinung und sehen die drei Tatsachen in ihren verschiedenen Formen unmittelbar nebeneinander an dem gleichen Fundstück.

Wie oben erwähnt wurde, haben die Karbonatkriställchen meist einen dunklen Rand, in welchem auch die Faserteilchen von Chalzedon fehlen; wir haben diesen Rand als Folge des Einschlusses von Opal gedeutet; es mußte hierbei das bei der Kristallisation am leichtesten Verdrängbare erst beim Abschluß der Entstehung der

¹⁾ Nachzuholen ist noch die Tatsache, daß bei nachträglichen Einsammlungen in Oberstein auch Kalzitachat nachgewiesen wurde und daß einer dieser Kalzitachate reichlich freie Sphärolithe zum Teil in der Form führt, welche auch an dem Stück von Duchrot nachgewiesen wurde; diese Oolithe bestehen aus Quarzin und sind offenbar älter als der sie umschließende Kalzitachat bzw. die Karbonatkomponente des Kalzitachates.

kleinen Rhomboederchen einverleibt werden. Hierbei ist zu bemerken, daß in den Spältchen selbst öfters diese Mischung als Füllung auftritt, ja daß auch das Karbonat so zurücktritt, daß Opal die Hauptsache hierbei bildet; dann fehlt die rhombische Begrenzung selbstverständlich und es tritt dafür eine unregelmäßige ein. An der Stelle, wo die aus dem Achat I austretenden Kapillaren in die Anfangskörperchen des Achats II einmünden (Fig. 33a), zeigt sich sofort die Beteiligung von Opal an der Ausfüllung und Umwandlung der plötzlich verbreiterten Spalten, als ob die Kieselsäure lediglich aus dem Achat II stamme; jedoch zeigt sich auch Opal in den feinen Spältchen des Achat I.

Es ist nochmals hervorzuheben, daß diese Karbonat-Opal-Ausscheidung nicht als Kalzitachat zu bezeichnen ist.

2. Italienische Stücke (mit Fig. 37, 1 u. 2 u. Fig. 38).

In gewisser Weise bei „Gemischter Voll-Achat mit unregelmäßiger Kalziteinwucherung“, aber auch im Anschluß an die Besprechung der Eigentümlichkeiten der Septaleinschaltungen ist auf zwei seltsame Stücke aus der Sammlung des Assessors Dr. ARNDT einzugehen, die er mir neben anderem zur Verfügung stellte. Sie wurden in Rom gekauft und stammen angeblich aus den Albaner Bergen.

A. Das erste Stück zeigt leicht zersetzte, schmale und unregelmäßige I. Generation, nach innen begleitet von breitem braunrotem Jaspis mit bläulich-weißlichen Innensaum. Darauf folgen nach der Quarzmitte zwei breite weiße, innerlich fast einheitliche Bänder; das erste läßt keine Linierung erkennen und endet mit einem Randstreifen mit großen Körperchen derart, wie wir sie sonst als Anfangskörperchen kennen, mit welchen aber auch gelegentlich (Taf. IV Fig. 13) die Bänder nach innen zu abschließen. Auf der größeren Fläche der zweiseitig angeschliffenen Platte ist auch die Quarzmittenfüllung groß.

In auffälliger Häufigkeit treten hier in allen erwähnten Schichtabteilungen schief längs angeschnittene Septalröhren auf, an deren Wänden auch die feinen Linien des Ringsaufbaus schief abstoßen; es zeigt sich sogar im Mittenquarz eine unregelmäßige Schichtlinie, welche deutlich eine äußere Wachstums-Abteilung des Quarzes mit leichter Opaltrübung an der rückwärtigen Fortsetzung des eigentlichen Mittenquarzes in die Septalröhre hinein abstoßen läßt; man hat in einzelnen nach außen sackartig sich erweiternden Septalbildungen aber auch Fortsetzungs-artiges Auftreten dieser beiden Quarzlagen nebeneinander und hierbei die inneren Säume der einzelnen Schichten, welche stets diskordant die Septalröhren verschalen. Über die eigenartigen Aufblähungen der Septalräume vgl. oben zu Textfigur 35, 1 und zu Tafel VI Fig. 9.

Bei einer Gruppe der Röhren fehlt aber dies alles; hierdurch ist ein merkwürdig verzweigtes, nach verschiedenen Richtungen auseinander gehendes, bald flachgedrücktes, bald rundliches Kanalsystem bloßgelegt. Die Wände sind glatt und von allen oben erwähnten Schichten bis zur eigentlichen Quarzmitte frei; ebenso läuft der schmale Chalzedonsaum zwischen beiden Quarzabteilungen auf der Innenseite der Röhre, den äußeren Quarz begrenzend aus.

Es ist völlig ausgeschlossen, daran zu denken, daß hier hauptsächlich Quarz und zurücktretender Chalzedon etwa ausgelaugt wären; das widerspricht jeder Art Zersetzung in anderen Fällen; es müßte gerade umgekehrt sein; aber selbst am Ringchalzedon fehlt jedes Anzeichen, daß er hier irgendwie auch nur „angegriffen“ oder „angeätzt“ wäre.

Es zeigt sich nun auch an der Grenze des Mittenquarzes gegen die glatte Bloßlegungsfläche des Chalzedons an den inneren Endigungen der Septalröhren (Fig. 37, 2), daß hier der Quarz ältere, aus den Röhrenräumen vorragende fertige Rhomboederspitzen überwachsen hat; an einer Stelle sieht man diese Negative auch in einem Teil der inneren weißen Chalzedonschicht in voller Deutlichkeit; auch ein sackförmiger Teil einer Röhre vom äußeren braunroten Band läßt erkennen, daß hier rhomboedrische Kristallformen überwachsen sind.

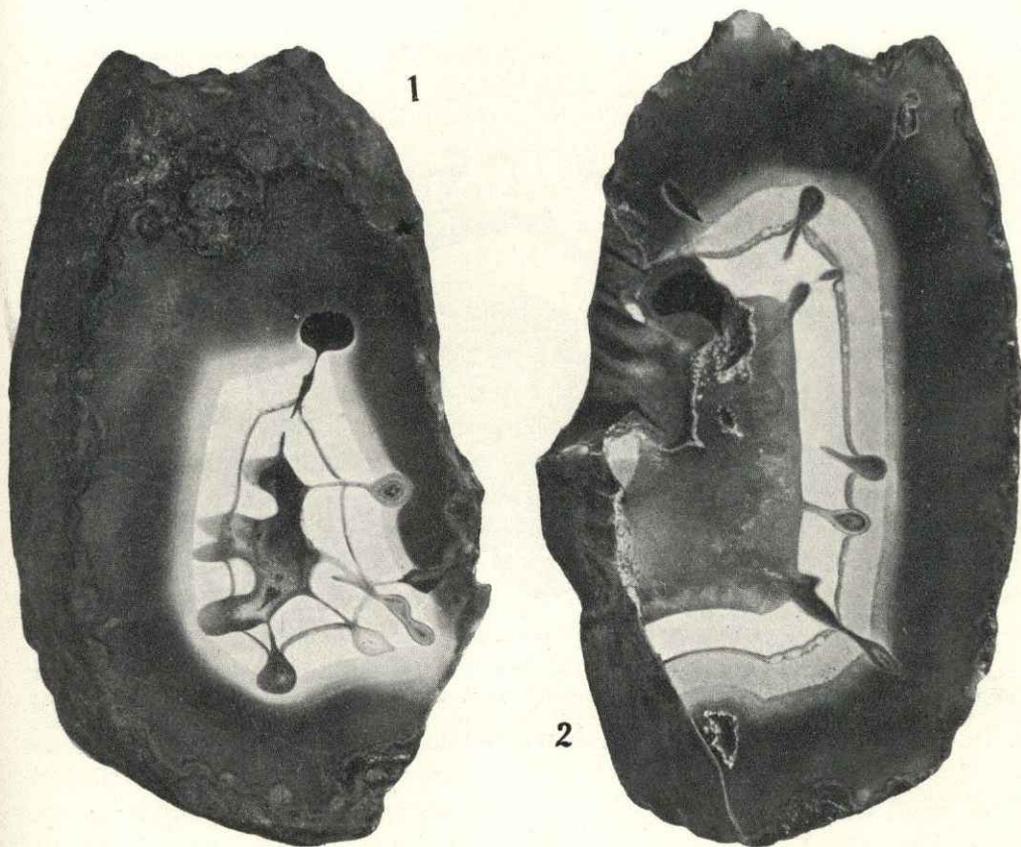


Fig. 37.

Zwei angeschliffene Seiten einer Achatplatte, teilweise mit ganz ausgelagten Septalröhren aus Karbonatfüllung; bei 2 ist am linken Rande oben eine solche Röhre aufgebrochen, wodurch man auf die glatte Septalwand hinaufsieht. Das schwarze Loch in der Tiefe der Röhre mündet bei 1 an der geschliffenen Fläche rundlich aus. Die übrigen Septalröhren sind mit Chalzedon und Quarz in Ringsbänderung erfüllt.

Noch deutlicher wird dies an der anderen Plattenseite (Fig. 37, 1); hier ist die Verteilung normal ausgefüllter Septalkanäle ähnlich, jedoch zeigt sich an Stelle des Mittenquarzes eine größere Höhlung, die im eigentlichen Mittenquarz fehlt. An dieser Höhle ist zunächst klar, daß sie sich gegen den Mittenquarz der anderen Seite zuspitzt, weiterhin, daß hier die freien Quarzendigungen keine spiegelnden Kristallflächen der Quarze, sondern von schiefen Querschnittsflächen der Quarzkristalle gebildete Negative sind und zwar weisen die Abdrücke auf langgezogene flache, ganz dicht gesetzte Rhomboeder hin; es handelt sich daher mit dieser Höhlung um den Raum einer Septalröhre, wie solche in der Längsachsenfortsetzung der Mittenhöhlen sehr häufig sind. Das ist in wenig anderer Form dasselbe Ergebnis wie oben.

An diesem Stück sind also Septaleinschaltungen vorhanden gewesen, welche von außen her mit einem leicht auflösliehen Mineral im Kern erfüllt waren, das sich außen, wahrscheinlich auch feinfaserig an den Chalzedon anlegte, innen aber gegen Chalzedon und besonders die spätere (!) Quarzmittenfüllung in freien Rhomboederflächen auswuchs, daher offenbar ein Kalkkarbonat darstellte, das mineralisch älter war als der sonst in die Septalräume hereinreichende Quarz der Mittenhohlung, der also hier als jüngste Bildung die fertigen Rhomboederspitzen der älteren Entstehung umwuchs.

B. Das zweite Stück ist nur ein Hälftenbruchstück einer größeren Blasenfüllung; es bestätigt die oben gegebene Deutung.

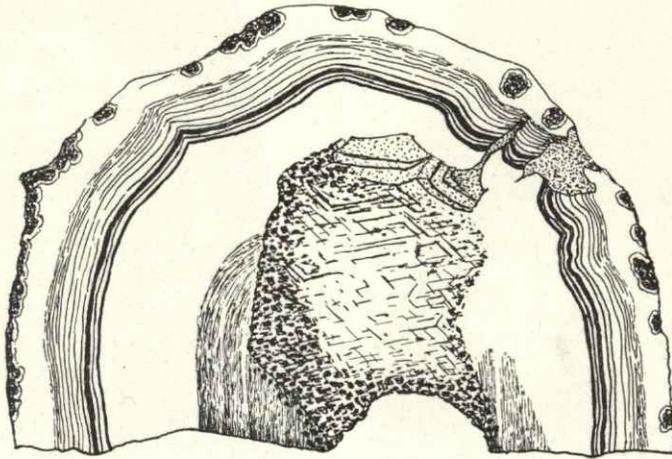


Fig. 38.

Achat mit einseitig gebogener innerer Füllung von Kalzit und Abzweigungen dieser Kalzitmasse in Septalröhren nach außen, woselbst vereinzelt Kalzitkristalle auf I. Generation aufsitzen; eine solche Abzweigung wurde nachträglich auf der rechten Seite der Figur bloßgelegt. Unbekannter italienischer Fundort. Sammlung Assessor Dr. ARNDT. $\frac{1}{2}$ natürl. Größe.

Der erste Achat ist schmal, mit zahlreichen fast völlig eingeschlossenen Delessitbutzen; an ihn schließt sich auf der einen Seite der Platte eine Ringzone mit zwölf weißlichen, dünnen, scharf begrenzten Schichtlagen an (2 cm dick), nach innen folgt rötlicher, gegen die Mitte breit weißlich und unscharf gebänderter Chalzedon, woselbst die Färbung aus dicht und weniger dicht gesetzten eiförmigem Pigment recht deutlich ist. An einer Randstelle, woselbst die Hohlung eines Karbonatkristalls auf I. Achat zu erkennen ist, keilen die weißen Bänder der äußeren Zone der II. Generation aus. — Die Gegenseite (Fig. 38) bietet ein anderes Bild. Hier treten zwei schmale Septalkanäle auf, welche wie bei 1. hohl sind. Von außen her schmal, münden sie trompetenartig nach innen in eine Hohlung, welche zunächst nichts weiter darstellt als das Negativ von mehreren ausgelaugten Rhomboederecken, welche Abdrücke in der Tat noch mehr nach innen zu in eine zusammenhängende, wie einheitlich kristallisierende Karbonatmasse überleiten. — Von dieser inneren Masse sind die erst erwähnten Rhomboeder-Negative nur randlicher gelegene ausgelaugte Teile. — Man sieht also den hohlen Septalkanal der Fig. 38 nach innen zu in einem Karbonatkristall als eine Art Mittenfüllung übergehen; man hat hier gegenüber Fig. 37 nur die Abänderung, daß diese Karbonatkristalle nach der Mitte zu nicht durch Quarz

überwachsen sind, sondern mit schwachen Kristallformabsetzungen stofflich aber ununterbrochen in eine Art Mittenfüllung von manganhaltigem Kalzit übergeht.

Betrachtet man aber hierzu das Verhältnis dieser Art Mittenfüllung zu der Karbonatfüllung: Letztere ist ziemlich scharf, aber sehr ungleich begrenzt, was schon daraus hervorgeht, daß sie sich einseitig an den kurzen, ganz randlich gelegenen Septalkanal anfügt; die von der anderen Seite erwähnten mittleren weißlichen Bänder des Chalzedons stoßen an der Karbonatfüllung ab, wie die Karbonatkriställchen in kleinen Gruppen zum größten Teil auch von dem Chalzedon umschlossen erscheinen. Hier zeigt sich also das Bild jener faziellen seitlichen Vertretung des gemischten Chalzedons durch Karbonatausscheidungen, wie wir sie von einem Stück von Duchrot zu Taf. V Fig. 20 S. 217 abgebildet und besprochen haben. Gleichzeitig haben wir hier die oben dazu angedeutete Tatsache, daß diese Vertretung an einer Stelle liegt, welche dem inneren Auslaufen einer Septaleinschaltung der Form nach entspricht. Zugleich hat es den Anschein, daß das Karbonatwachstum in ähnlicher Weise noch vom Mittelraum her in den Chalzedon eingedrungen wäre, wie wir dies von dem Duchroter Stück von kleinen, von außen her eindringenden Haarrissen bekannt gemacht haben.

An einer Stelle, wo in der Abbildung auf der Seite der Septalkanäle der Chalzedon spitzwinkelig in den Kalzit hereinreicht, habe ich nach Herstellung des Klischees noch ein Stück Chalzedon abgesprengt, wodurch eine von der inneren Kalzitverbreitung radial nach außen verlaufende, sich rasch verschmälernde Röhre sichtbar wurde, welche Einblick in den Bau der Röhrenfüllung (Textfig. 48, 3) gestattet; sie besteht aus einer inneren dicken, rundlich abgegrenzten, selbst röhrenartigen Achsenfüllung von Kalkspat, einer nach außen folgenden limonitischen Hülle, innerlich mit sehr feiner Quarzkruste, nach außen mit Rhomboederecken, welche auch an vielen Stellen der Grenze der etwas einseitigen Mittenfüllung sichtbar ist und einer häufig zu beobachtenden Zersetzung eines Eisenkarbonats zugeschrieben werden darf; auf dieser sitzen fast dicht gedrängt kleine halbkugelige radialstrahlige Sphärolithe, welche bis 3 mm groß sind und aus einem Karbonat bestehen, das öfter bei der Zersetzung eine weißliche Masse wie Feinquarz hinterläßt, also vielleicht zum Teil Kalzitachatbeimengung hat. Derartige Halbsphärolithen finden sich auch deutlich an der Grenze der sogen. Mittenfüllung gegen den Chalzedon, bald größer und dichter gedrängt (sie erinnern etwas an die etwas kleineren Halbsphärolithe an der Grenze der I. und II. Generation, welche ich Taf. V Fig. 3 an stalaktitoiden Endigungen in Chalzedonpseudomorphosen nachweisen konnte), bald kleiner und weiter auseinander; die dazwischen liegenden Rhomboederchen sind an anderen Stellen des Stückes in eine Kruste spitziger Formen übergegangen. Überall zeigt sich zwischen dem Innenkalzit und dem Limonit eine ganz dünne ungleichmäßige Quarzkruste, offenbar eine thermale Umwandlung eines Chalzedonbands (S. 191¹).

Nach dem makroskopischen Verhalten hat es den Anschein, als ob die Erhärtung dieser Karbonatausscheidungen älter wäre als die Erhärtung des benachbarten Chalzedons; dies zeigt auch das mikroskopische Verhalten insofern, als die „Limonit“-rhomboeder die Ansatzpunkte der Büschelungsmitten der Chalzedonfaserung sind; es folgt also mindestens der Chalzedonfaserung die Karbonatauskristallisation. Dies ist schon deswegen nicht erstaunlich, weil die letztere sich engstens an die Zwischenkalzite anschließt, also schon hierdurch einen Vorsprung haben kann. Es würde weiter schließen lassen, daß diese Röhren gegenüber dem körnigen Vorstadium des dichten Chalzedons ohne jeglichen oder erheblichen Kiesel-

säureinhalt abgegrenzt waren und so auch mit den Röhren der ganze Mittenfüllungsartige Kalzit (vgl. hierzu auch die Fig. 48, 3); dies spricht dafür, daß es sich hier um die Abgrenzung zum mindesten zweier standfester, schon zusammenhaltender Ausfällungsanlagen handelt, von welchen die erste, die Kieselsäureverbreitung, ein älteres körniges Anfangswachstum gehabt hätte, die zweite, die Karbonatausfällung, im abschließenden Kristallwachstum rascher nachfolgend und die faserige Chalzedonausbildung überholend, endgültige Formgrenzen erlangte, welche dann von Faser-Chalzedon überwachsen wurden. Bei solcher Auffassung hat man auch die Folge der Kalzitachatbildung gewahrt. Über die feinquarzhartige Anlage der Chalzedonschichten vgl. Kap. m).

Die Unterschiede zwischen beiden italienischen Stücken bestehen darin, daß bei dem einen die septale Kalziteinschaltung nur oder teilweise nicht ganz bis zur Quarzfällung reicht, während bei dem andern sie in den Bereich und die Bedeutung einer Mittenfüllung vordringt, deren Formergänzung wir uns nach Art der in Taf. V Fig. 20 dargestellten Verhältnisse vorstellen können.

Der Unterschied dieser neuen Form des gemischten Chalzedon-Kalzitachats mit dem Fundstück von Duchrot (bzw. ? Oberstein), Taf. V Fig. 20, besteht also darin, daß bei diesem eine viel spätere Karbonatdurchsinterung noch in das werdende Chalzedongefüge in ziemlichem Umfang eindringen kann, während dies bei dem italienischen Exemplar anders ist, d. h. die Ausbreitungsräume von Karbonat und Kieselsäure schon streng getrennt sind und auf anfänglich auseinandergehaltene und morphologisch bestimmte Züge beschränkt erscheinen.

Dieser nicht unwichtige Unterschied kann darin eine Erklärung finden, daß bei dem italienischen Stücke eine normale selbständige Regelung von innen heraus ohne Hinzutreten äußerer Ereignisse möglich war, während bei dem außergewöhnlichen deutschen Vergleichsstück tatsächlich eine Zerspaltung des I. Achats erst die Voraussetzung für den Eintritt der Lösung ins Innere bildete. Hierbei konnte diese Zerspaltung bei dem noch nicht fertigen Zustand des Gefüges ansaugend wirken; andererseits ist auch die Möglichkeit gegeben, daß gerade diese Blase, in der Nähe einer tektonischen Spalte befindlich, unter höherem Druck stand, worauf einerseits die Kapillarzertrümmerungen weisen, andererseits nach unseren Ausführungen im Allg. Teil auch die sphärolithische Erhärtungsart und die hiermit im umgekehrten Verhältnis nachlassende Schärfe der Schichtung zusammenhängen kann.

Es sei hier noch angefügt, daß ein Auftreten von Kalzit in Septalräumen mit Kalzit und Chalzedon, so wie es hier beschrieben, mit gegen Mittenquarz gerichteten und von ihm umwachsenen Rhomboederspitzen als voneinander getrennte, im großen und ganzen aber gleichzeitige Entstehungen auch innerhalb der II. Generation in Taf. IV Fig. 10, wenn auch in nicht so auffälliger Weise, dargestellt und S. 209 beschrieben wurde. — Außerdem ist ja auch verschiedentlich festgestellt, daß die Kalzit-Zwischenkristalle noch während des Beginns der II. Generation weiterwachsen und Teile der dahin auskeilenden Chalzedonbänderung überwachsen, so daß hier doch schon die äußere Form der Septaleinschaltung gegeben wäre.

Die italienischen Stücke würden also die allgemeinere Auffassung, die wir von Anfang an vertraten, daß die Septalräume etwa zur Aufnahme des bei den ersten Kieselsäureausfällungen und der Chalzedonanlage abgegebenen entsättigten Lösungs-

mittels dienten, daher auch, wie dies ebenso für die Entstehung des Kalzitachats und gemischten Achats gilt, durch nachträglichen Kalkhinzutritt sich mit Kalzit ausfüllen können, nur von neuem stützen.

Auch hieraus tritt die äußerst wichtige Beziehung der Septalräume zu den das Wachstum der Achate in mannigfachster Weise begleitenden und beschränkenden Karbonatausscheidungen klar hervor.

In mikroskopischer Hinsicht sei noch folgendes hervorzuheben: Der I. Achat besteht aus butzigen unregelmäßig stalaktitoiden Gewächsen von Delessit, der von einer rotbräunlichen glasartigen Masse bogig umgrenzt ist; die letztere läßt, bei + Nic. fast dunkel bleibend (also amorph), eine sehr zarte sphärolithisch angeordnete, mehr durch die ganze Masse durchgehende Faserung erkennen, welche als Entglasungsfaserung von (?) Opal gedeutet werden kann; beim Gebrauch des Gipsblättchens zeigt sich diese Faserung als optisch positiv, wäre also Quarz oder Quarzin? — Es ist das eine Vermutung, die ich auch für I. Achat anderer rheinischer Fundstücke aussprechen konnte. Die erwähnten weißlichen Streifen der äußeren II. Generation bestehen alle aus der erwähnten feinfaserigen ersten ölgelben Schicht mit feiner Opalkörnelung, welche, von der Chalzedonkristallisation eingeschlossen, derart etwas überschritten wird, daß die Chalzedonfuge (Taf. VI Fig. 5) stets etwas weiter nach der Blasenmitte zu liegt. Pigment ist zum größten Teil Scheibchenpigment, das besonders schön entwickelt auf den Fugen aufsitzt; entfernter von diesen tritt nur Eierchenform des Pigments auf; in den ölbraunen Opalstreifen fehlt das Pigment wie stets.

k) Zeitpunkt der Kieselsäureeinwanderung in die Blasenräume und ihrer Erhärtung daselbst.

Es wurde oben mehrfach darauf aufmerksam gemacht, daß im Innern von rings geschlossenen und glattflächigen Blasenfüllungen, besonders bei Blasen mit stärker ausgeprägter Bodenfläche, kleine eckige Bruchstückchen des Eruptivgesteins eingeschlossen sind (Taf. IV Fig. 1 u. 4); häufig zeigen sie sich bei einseitig zugeschärften Blasenfüllungen auf der Seite der Zuschärfung der Blasenform. Nach den oben S. 144 über die Entstehung von solchen Abplattungen und Zuschärfungen der Blasenform gegebenen Erklärungen haben sich hierbei an der Grenzzone der oberen schon mehr und weniger gehärteten Rundhaube der Blase gegen den tieferen noch plastischen und zähflüssigen Bodenteil bei der Abkühlung des gasförmigen Blaseninhalts und mit einer Eindrückung von unten her Bruchstücke der Umbiegungsstelle abgelöst und sind, soweit sie nicht von dem noch aufnahmefähigen Magma eingeschlossen wurden, in das Innere der Blase abgestoßen worden; der ältere schon gehärtete Teil der Blasenwand und der jüngere noch weiche sind hierbei natürlich eng und (unter der Voraussetzung noch fortbestehender Gasspannung) glatt miteinander verschmolzen.

Merkwürdigerweise zeigen sich in nicht wenigen Blasenfüllungen, bei welchen die gleichen morphologischen Kennzeichen vorliegen, auch Bruchstücke eines älteren Blasenbelags in seladonitisch gefärbten Chalzedonfragmenten, in auseinandergesprengten und zerschlossenen Bruchstücken von Halbsphärolithen eines mehr Eisenkieselartigen Achats und endlich aus reinem Chalzedon, welche vom Chalzedon I. Generation gut umhüllt und umflossen sind; ich habe zwei solcher instruktiver Blasenfüllungen von Oberstein, deren regelmäßiges Wachstum durch diese trümmerigen Einschlüsse

sehr gestört, aber in den gesetzmäßigen Grundlinien des Baus noch gut zu erkennen ist. Bei drei anderen Stücken ist die Erscheinung auch zum Teil stark aber doch örtlich beschränkt; sie lassen weitere Folgerungen zu.

1. Das eine Stück (Taf. V Fig. 23) zeigt unmittelbar neben einer auffälligen Zuschärfung zwischen Boden und Wölbung eine eigenartige Emporbiegung einer Bodenlage nach einem vom Boden in die Höhlung hereinragenden Gesteinszapfen zu, der hier wie an anderen Funden (z. B. Textfig. 41) aussieht, als ob eine hereinragende, noch weiche schmal-lappige Magmaauffbiegung sich nach der anderen Seite umgelegt hätte; der emporgebogene älteste Teil des Bodenbelags ist nun an einer Stelle aufgebrochen und die Enden sind (bei *) auseinandergerissen; eine sehr dünne neuere Bodenlage an Stelle der alten hat sich in völliger Ausebnung gegen das Magma gebildet und der Zwischenraum zwischen beiden ist durch Chalzedon mit einer Quarzmittelfüllung, welche der Generation II angehört, (vgl. auch Textfig. 39f—g und Taf. V Fig. 21) ausgefüllt; kleinere derartige Aufbiegungen des älteren Wandbelags mit Nachbildung eines schwächeren neuen Bodens sind noch mehrfach, jedoch ohne Bruch an der bodenartig ausgeebneten Fläche (vgl. S. 211 Fig. 38 b) zu sehen, jedoch nicht an der (soweit erhalten) gerundeten Wölbung. — Ich habe auf diese Tatsache früher schon hingewiesen (d. Jahresh. S. 27), glaubte aber, daß diese Aufbiegung und Zerreißung durch ein gewaltsames Eindringen der Kieselsäure in den Blasenraum verursacht sein könne; das genauere Studium der Blasenformen und ihrer Entstehung leitete aber zu der wohl einzig richtigen jetzigen Deutung.

2. Ein weiteres, in der Fig. 39c—g dargestelltes Fundstück von Dennweiler zeigt eine Steigerung solchen Verhaltens; es ist eingehender zu betrachten und Form und Aufbau aufeinander zu beziehen.

Im Querschnitt durch die über einem flachen, teils von außen eingetieften Boden hochgewölbte Blasenfüllung (Fig. 39d, f, g) zeigen sich die Grundlagen aller Struktur der I. und II. Generation sehr deutlich; der durchsichtige und fast einheitliche I. Achat läßt nur am Boden eine Unterbrechung erkennen und eine Strukturverwirrung, wobei sich eckig begrenzte Bruchstücke des Muttergesteins, von Delessit und eine rötliche Kieselsäureausscheidung neben und innerhalb der erwähnten Unterbrechung des I. Achats auffällig machen; hierbei ist die Tatsache hervorzuheben, daß der I. Achat ziemlich scharf radial abbricht und auf einer Seite auch in dem der Lücke benachbarten Abschnitt eine radiale Zerreißung kenntlich ist. — Da ist es nun höchst auffällig, daß im Innern des II. Achats, von diesem regelrecht umwachsen, ein Bruchstück in der Farbe, Dichte und Durchsichtigkeit des I. Achats und fast völlig von der Länge und dem Umriß des am Umfang fehlenden Stückes zu sehen ist, welches aussieht, als ob es unten ausgebrochen und nach innen verlagert worden sei. Seine Gestalt ist recht verschieden von den stalaktitoiden Innenfortsetzungen des I. Achats, wie eine solche von oben her eindringt. Wichtig ist, daß dieser längliche Bruchstückkeinsatz an seiner unteren gestreckten Seite — die Gegenseite ist rundlich sphärolithoid gebogen wie die Innenfläche des Achat I — ein geradliniges Band von etwas verändertem Delessit aufweist, wodurch die Auffassung eines abgerissenen Teils des Achat I nur noch bestätigt wird. — Als Ausfüllung des Ausbruchraums fanden sich, wie gesagt, ein Bruchstück des Muttergesteins mit Delessit und eine rötliche Kieselsäureausscheidung, welche aber nun nicht die Form eines Bruchstückes hat, sondern die einer Wachstumsausfällung, welche nicht nur die Lücke ausfüllt, sondern auch in das Innere in rundlich begrenzter Oberfläche, Blumenkohlkopf-artig hereinragt und bis an die Unterseite und die seitliche

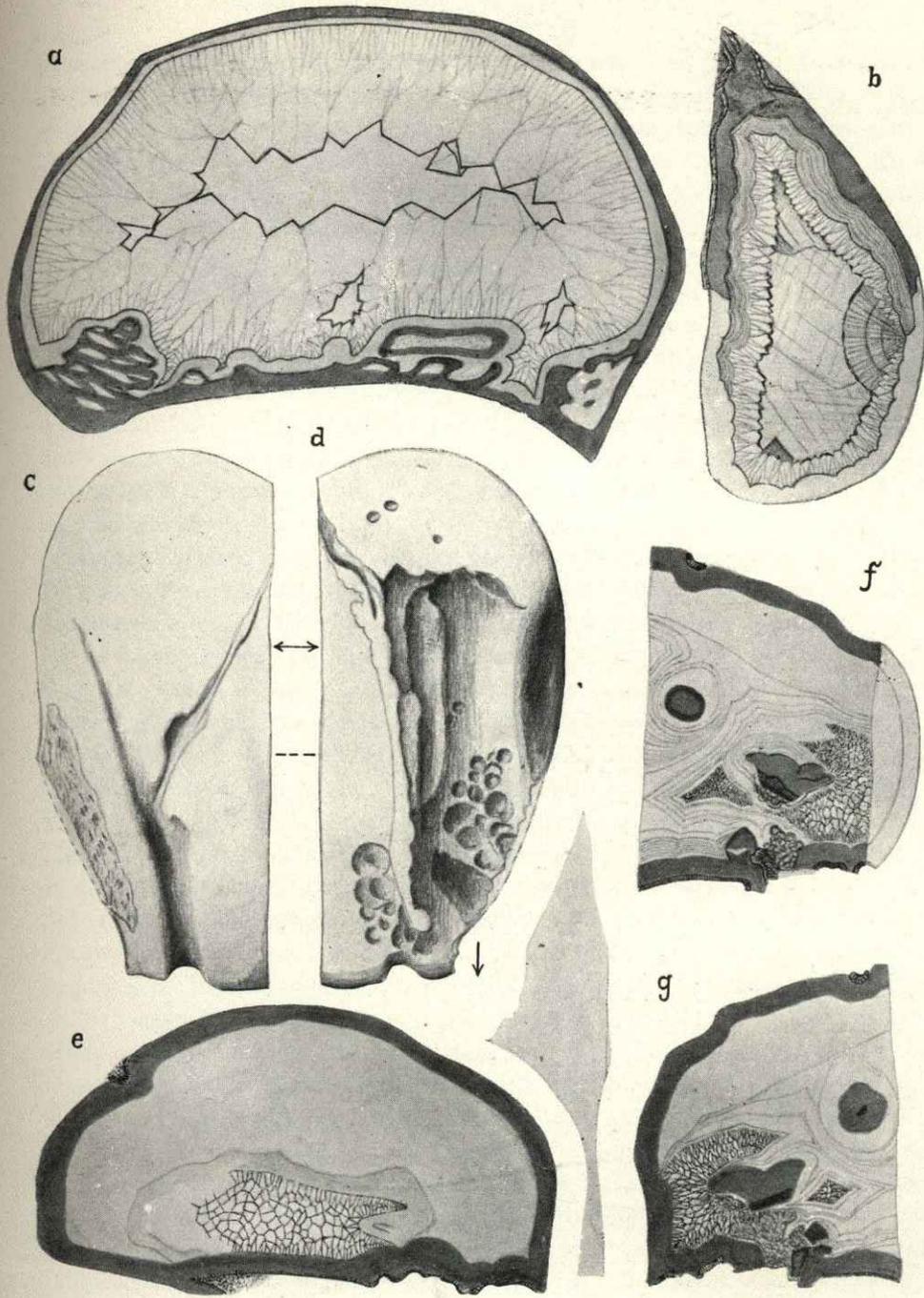


Fig. 39. a Querbruch durch eine Achat-Amethystdruse von Oberstein ($\frac{1}{2}$ nat. Größe); die Chalzedon-Generation I ist dunkler gehalten als die II. Generation; der Boden ist eingedrückt (ohne das anhängende Gestein); eine allererste, voll erhärtete Chalzedonschicht der I. Generation, welche sich am Boden hält und auch Karbonateinschlüsse führt, wurde dabei abgesplittert (vgl. Taf. V Fig. 21 mikroskop. Bild) und die Bruchstücke von dem normalen Chalzedon der späteren Absätze der I. Generation umhüllt. Die Quarzmittenfüllung mit nach dem Boden zu gerichteten Abzweigungen. b zeigt Aufbiegungen und Ablätterungen an einer älteren Schicht der I. Generation zunächst der im Bild nach oben gestellten seitlichen Spitze und Bodenfläche (links), vgl. hierzu Taf. V Fig. 23. Im Gewölbe eine beiderseitige Verdünnung des II. Quarzes zu Seiten eines hier eindringenden und seitlich überwuchernden Halbsphärolithen von stengeligem Karbonat. c und d. Stark gewölbte Oberfläche und unregelmäßig eingedrückte Bodenfläche einer seitlich nicht ganz erhaltenen Blasenfüllung von Oberstein. Oben eine sich gabelnde Furche mit stellenweise erhaltener Delesschicht (e, f, g). Ein Gabelarm setzt auf der Bodenfläche (d) fort und bewirkt hier mit einer queren Falte (vgl. e im Längsschnitt gemäß der Linie des unteren Pfeils bei d) eine eingedrückte Bodenfläche. Nach Erhärtung der gesamten I. Generation längs der erwähnten Falte eine Zerreißung und Eindrückung; ein dabei abgesprengtes Bruchstück jener nach innen verlagert; nach einer SiO_2 -Zwischenbildung mit verschiedener Erhärtungsart — sog. Verkiesselungsringe! — (vgl. zu dem vergrößerten Textbild Fig. 40a—b) setzt die II. Generation ein (vgl. f u. g in den Schnittflächen quer zur Längsachse gemäß der gestrichelten Linie zwischen c und d); die Quarzmittenfüllung ist einseitig nach dem Boden und der Seitenwand verlagert.

Bruchgrenze des Fragments heranreicht. Die gegebenen Querschnitte auf beiden Seitenflächen einer Durchsägung des Stücks zeigen hier gerade eine tiefe Unterbrechungsnische der unregelmäßigen Oberfläche der kopfartigen Form. Die Innenstruktur ist sphärolithisch bis röhrig und besteht aus Jaspis-artiger Ausscheidung. An diese Füllmasse, ebenso wie an das verlagerte Bruchstück legt sich nun der zweite Achat mit seiner fein ausgeprägten Bänderung wie gewöhnlich an eingeschaltete Fremdkörper sowohl annähernd konkordant als scharf diskordant und mit Bänderungsauskeilung heran und erweist sich in jeder Hinsicht als von späterer Entstehungszeit und -Art. Besonders hervorzuheben ist die Bänderausfüllung in den schmalen radialen Rissen des stehen gebliebenen Flügels des Achat I (F. 40 b rechts) neben der Ausbruchlücke.

Die Beschaffenheit der Unterseite der Blasenfüllung (Fig. 34 d), in deren Boden diese Ausbruchlücke festgestellt ist, bietet nun auch das Bild einer verwickelten Eindrückung von außen her und der Verschweißung verschiedenartiger Teilgebilde. Die oberseitige Wölbung ist an der einen Schmalseite scharfeckig gegen die Bodenfläche abgesetzt, an der anderen (links) zieht sie sich noch in ein Drittel der Unterfläche in schwacher Wölbung weiter, bricht aber dann quer in einer entgegengesetzt gerichteten Falte ab, deren Durchschnitt Fig. 34 e zeigt. In diese Gesamteindrückung zieht sich von der Oberseite (c) her eine Längseinbiegung, welche sich oben und unten nach dem normaler gebliebenen Teil der Blasenfüllung verliert. Auf dem Boden ist sie zum Teil in einem schmalen Wulst sichtbar, neben welchem eine breite tiefe Furche verläuft, welche in der Blasenwand einer schmalen Furche und einer breit gewölbten Aufwölbung entsprechen. — Diese Unregelmäßigkeiten sind entstanden vor dem Beginne der Chalzedonabsätze; es liegt (vgl. oben S. 146) eine Eindrückung des Bodens vor und eine längsgerichtete Zapfeneinfaltung der noch plastischen Masse. Längs dieser Zapfeneinfaltung mit begleitender schmaler Furche fand nach Bildung des I. Achats eine weitere Druckwirkung statt, während welcher Zeit nun das unmittelbar benachbarte Gestein offenbar auch schon ziemlich hart geworden ist. Sie arbeitete in gleicher Mittelregion des Bodens und in der gleichen Längsachse, aber in geringerer Breite und erfaßte auch schon Teile des I. Achats; man darf wohl hierbei an die letzten Nachbewegungen der früheren Vorgänge denken, deren Ursachen jetzt etwas entfernter von der Blase hinweggerückt sind, d. h. beim Nachlassen der inneren Gasspannung in den Blasen an die letzten Setzungsbewegungen von den noch plastischen Teilen des Magmas aus. Der Vorgang dieses letzten Akts der Umgestaltung des Blasenbodens ist S. 228 in den Fig. 40 a—b dargestellt, wobei in dem ersten Bild die wahrscheinlichen Formen und Sprünge angedeutet sind. In Fig. 39 d S. 226 läßt sich deutlich erkennen, daß in einer Längsspalte eine Zunge vom Muttergestein mit anhängenden Delessitresten eingedrückt und daß daneben eine ebenso lange Füllung der Jaspis-artigen Ausscheidung hereingewachsen ist, welche nach außen nicht mehr weiche Teile des Effusivgesteins, sondern schon eckige Bruchflächen begrenzte. Diese Füllung zeigt auch, wie bei wenigen anderen Gangfüllungen dieser Gegend und dieses Muttergesteins in drei Fällen beobachtet, die beim Innenkern des Enhydros häufige Erhärtung in feinen ringförmigen Runzeln, die aber bei uns nur bei der Erfüllung spaltartiger Räume auftritt. — Wichtig ist dieses Stück auch für meine Auffassung der Selbstständigkeit der I. Achatgeneration.

Es sei noch außerdem hervorgehoben, daß die seitliche Lagerung des Bruchstücks und die Anwesenheit desselben an und für sich Ursache ist, daß inmitten der Blasenfüllung ein beiderseitiges Auskeilen der Chalzedonschichten sowohl nach dem Stück selbst, als auch nach der Blasenwand der I. Generation auftritt, so daß

ein gewichtiger Teil des Mittenquarzes (Quarz der Mittenhöhlung) an diese Wand verlagert ist und diskordant auf der I. Generation aufsitzt; es sind das Eigenschaften des Septalraums, soweit er mit der Mittenhöhle in nähere Beziehung tritt (s. Textfigur 33a, S. 211 u. 31, S. 206. Gleichzeitig mit der Auslösung des Fragments ist aber auch hier ein Eindringen von Lösung und eine dem Achatwachstum nur ausnahmsweise zukommende Lösungsausscheidung in Kieselringen vergesellschaftet. —

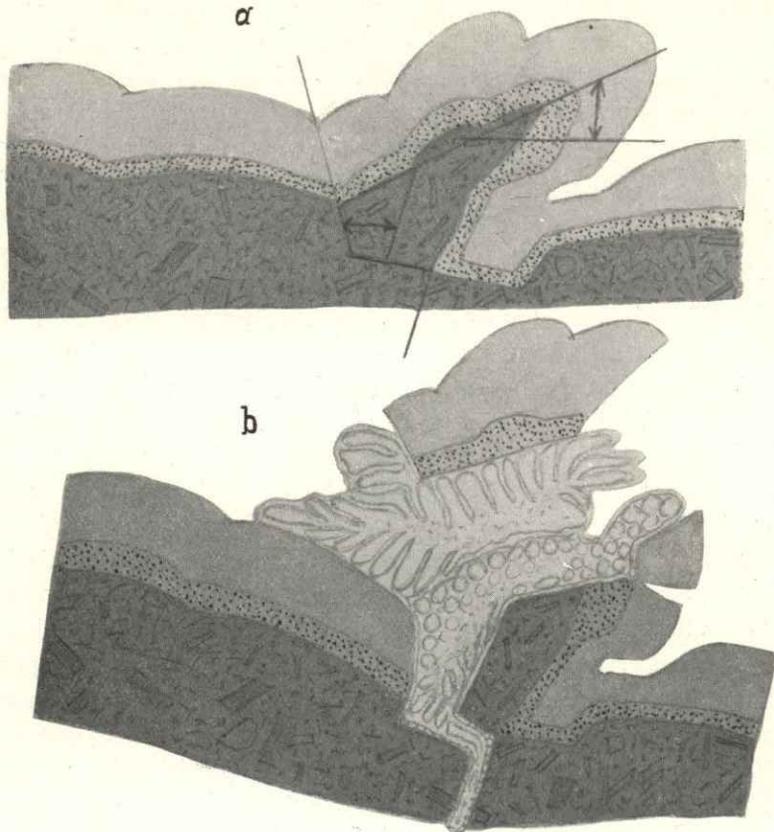


Fig. 40a und b. Zwei schematische Figuren, welche die ursprüngliche Gestaltung und einen Zwischenzustand des in Fig. 39f (bzw. g, Gegenbild unten rechts bzw. links) gefundenen endgültigen Tatbestands in dreifacher Größe darstellen sollen. Bei a ragt vom Boden ein Zapfen des Gesteins in die Blasenöhlung hinein (der Delessitbelag ist punktiert), darüber der Chalzedon I; nach Abschluß der I. Generation (im Nachgang zu der Entstehungsursache des Zapfens) neue Raumverminderung, welche Teile des Zapfens mehr und weniger völlig absprengt; nach Veränderung der das Gestein durchziehenden Lösungen bzw. Ausfällungszustände dringt SiO_2 in die Blase, welche nach außen in Kieselringen erhärtet; das Bruchstück der I. Generation wurde nach innen oben vorgedrängt und nur zu geringem Teil von unten her umwachsen; erst die II. Generation umhüllt dann das Bruchstück und dringt in die nahen Spaltungsrisse; hiergegen keilt die Bänderung des II. Chalzedons mit dem Mittenquarz aus bzw. stößt an ihnen ab (vgl. Fig. 39f u. g). Die bei a mit Doppelpfeilen angemarkten Keile wären aus der Bildfläche bei b verschwunden.

Unter diesen Voraussetzungen kamen also hier gewisse Formen der Septaleinschaltungen zustande und bilden einen Beweis für die von uns vertretene Auffassung dieser eigenartigen queren Unterbrechungsgassen der Achatbänderung.

3. Ein großes Stück verdient hier besondere Erwähnung (Fig. 35a und Taf. V Fig. 21). Es ist eine große hochgewölbte Blase von Oberstein mit einem unter scharfer Kantenbildung tief eingedrückten Boden; sie führt verhältnismäßig schwache Achat-

bildung und starke Quarz-Amethystfüllung, welche noch Resthöhlungen mit Epidotkrüstchen nebst Baryt auf dem Quarz hinterläßt. Im dünnen Chalzedon ist eine deutliche Trennung von I. und II. Generation zu erkennen; beide sind geschieden durch eine durchsichtige Lage, wonach die II. Generation mit einem sehr feingebänderten opalführenden Band beginnt.

Während im oberen Umfang der Achat gleichmäßig dünn und regelmäßig ist (höchstens der Achat II etwas nach oben abnimmt), schwillt er am Boden in unregelmäßig hohen und unregelmäßig im Innern aufgebauten Wülsten besonders zunächst den Bodenkanten und in der Mitte auffällig an. Bei näherem Zuschauen erkennt man schon mit der Lupe eigenartig und verwickelt gewundene Lagerung der aufgewölbten Teilstücke.

Unter dem Mikroskop, besonders bei polarisiertem Licht, sieht man nun das in Taf. V Fig. 21 dargestellte Bild, das in der Hauptsache dadurch gekennzeichnet ist, daß eine Anzahl langgestreckter, mit nichts anderem als mit Glastafelsplittern vergleichbarer, scharf begrenzter, zugespitzter, scharfeckig gebrochener und ineinander gedrängter Bruchstücke von Chalzedon von einer regelmäßigen I. Achatgeneration, welche die gewöhnlichen Kennzeichen der Faserung und Bündelung des I. Chalzedons besitzt, umwachsen und das ganze vom II. Chalzedon in weiterem Verband gemeinsam umhüllt ist.

Die Splitter sind, vereinzelt noch mit gerundeter Oberfläche freier Formprägung, völlig normaler Chalzedon in Faserung und Schichtung, welche beide Kennzeichen in ungewachsener Weise an der Bruchgrenze abstoßen und abbrechen; an vielen Stellen erkennt man auch das Eindringen einer inneren kieselig-chloritischen Zersetzung an den Grenzflächen. An den Bruchstücken ist auch außerdem zu ersehen, daß sie Teile einer Schichtlage sind, welche vorher schon Karbonatkriställchen unregelmäßig umwachsen; andere Stücke sind veränderte Bruchstücke einer Lage mit zum Teil erhaltenem Kalzit und Pseudomorphosen nach Faserzeolithfragmenten.

Wir folgern aus diesen Bildungen die Zerstörung eines allerersten, schon gehärteten normalen Achatabsatzes mit nach innen freier Oberfläche, deren Zertrümmerung durch nichts anderes begründet werden kann, als durch die Hereinpressung des vorher auch nach unten außen, wenn auch noch so schwach entgegengesetzt gewölbten Bodenabschnitts;¹⁾ das Magma war also zu dieser Zeit nach Abnahme der inneren Gasspannung und der ersten Absätze auf einem weniger gerundet nach unten ausgebogenen Teil der Blasenwand noch plastisch; — das läßt schließen, daß die Absätze im Innern der Blase schon sehr früh zu hoch thermischen Zuständen begannen und stellenweise im Innern der Blase ein nahezu gleichzeitiges Äquivalent mit den letzten Ausscheidungen der Zwickelfüllungen im Gestein selbst darstellen.

Es sei im Hinblick auf die angeführten Deutungen darauf hingewiesen, daß oben (S. 217—220) ein Fund beschrieben wurde, in welchem der I. Achat, von scharfen Sprüngen durchsetzt, keine irgendwelchen Veränderungen erlitten hat, daß aber an der geradlinigen Fortsetzung der Sprünge in den II. Achat seitlich Karbonatlösung in den noch sehr durchlässigen Chalzedon eindrang und bei sehr schwacher Verdrängung amorpher Kieselsäure und dem Einschluß kleiner Faserfragmente im

¹⁾ Eine ganz ähnlich große Blase mit Kalzitfüllungen von Talböckelheim (vgl. unten IV. Abschnitt) zeigt Vergleichbares in ihrer Bodenlage neben erheblicher Eindrückung.

Chalzedon hier ziemlich klare Karbonatrhomboeder sich auskristallisierten. Der spätere II. Achat war also in einem wesentlich ursprünglicheren Zustand als die Zerspaltung eintrat und noch aufnahmefähig für beträchtliche Lösungsaufnahme und -ausscheidung, deren doch frühes Eintreten noch dadurch gekennzeichnet ist, daß gleichzeitig im Innern neben einem Septalraum eine fazielle Verdrängung und Vertretung des Chalzedonachats in seiner letzten Bänderzone durch feinen Kalzit zu bemerken ist. Der Vorgang ist hier nicht zur Bildung eines Trümmerachats aus I. Generation gediehen, wohl aber zur Bildung eines Mischachats in der II. Generation.

4. Ein Stück von Uruguay (Taf. VI Fig. 9).

Für die in diesem Kapitel beschriebenen Erscheinungen kann ich auch ein südamerikanisches Stück anführen; es ist vielleicht ein Viertel einer größeren Blasenfüllung mit einer eingedrückten Bodenfläche neben einer kantigen Umbiegung nach oben. Die Oberfläche läßt hier eine äußere annähernd glatte Haut erkennen, unter welcher an verschiedener Stelle eine zweite Schichtlage deutlich wird, welche auf der Oberseite Kieselringverhärtung in dicken Wülsten zeigt. Die genannte Bodenlage führt bis zur Umbiegungskante mehr die Rauigkeiten ausgelaugter Kristalle. — Auf die erwähnte Kieselringlage folgt eine Ringzone mit stalaktitoiden Bildungen, welche dann von mehreren zuerst dünnen Lagen dann einer dicken Endschiebt abgeschlossen wird, wie eine solche sonst auch gelegentlich die einzige Schicht der I. Generation bilden kann.

Die II. Generation besteht aus einer Anzahl weniger scharf abgegrenzter grauweißlicher Ringbänder stellenweise zwischen fast schwärzlich erscheinendem (ganz durchsichtigem) Chalzedon, in deren äußerer Mitte drei breite ganz weiße (Opal-) Chalzedonbänder in schärfster Abgrenzung liegen, welche an zwei Stellen an Septaleinschaltungen abbrechen; bei der einen liegt der angeschliffene Anbruch derart, daß die Röhrenfüllung nach dem Rande zu liegt, bei dem andern ist es umgekehrt. Der sackartige Teil der Röhre liegt hier gerade in den weißen Bändern und ist durch eine außerordentlich durchsichtige Füllung ausgezeichnet. In dieser Füllung liegt nun, in die durchsichtige Tiefe länglich fortgesetzt, ein eckiger Splitter, wie ein Stück von einem Porzellanteller; die Scherbe ist durch den Anschliff quer getroffen, die Ober- und Unterseite sind einander streng parallel, scharfeckig und gestreckt, nach welchen zwei Ebenen sich auch im Innern noch ebenso scharfe und gestreckte Schichtfugen zeigen. Diese Schichtfugen haben nicht das geringste mit den Bänderungen in der näheren und weiteren Nachbarschaft zu tun, wie auch das Stück ja in der ungeschichteten glashellen Füllung schwebt.

Da dieser Splitter nun völlig die Härte, Politurfähigkeit und Farbe des I. Achats hat, ebenso wie die Schichteinteilung darauf bezogen werden kann, so wäre er also auch ein von der I. Generation abgesprengtes Bruchstück, welches vom Rand her gegen das Innere vorragt; die Stelle, wo er abgesprengt war, lag nicht auf dem hier im Stück erhaltenen Teil, wie er auch sichtbar im vorliegenden Teil endet. Die Absprengung ist offenbar vor Beginn der II. Generation geschehen und der Splitter war die Ursache der Septalröhre, wobei zu bedenken ist, daß er fast horizontal, d. h. parallel mit dem Boden liegt und gegen oben so wirken kann wie ein umgelegter, von der Bodenfläche nach einer Seite übergeklappter Gesteinszapfen (vgl. Allgemeiner Teil).

In nicht anzuzweifelndem Zusammenhang steht aber mit dem Splitter die kreisförmige Aufblähung des Septalraums um ihn herum und dürfte diese Auf-

blähung den anderen gleichzustellen sein, welche bei Fig. 37 abgebildet und hervorgehoben wurden.

Außerdem liegt die Scherbe nahezu im Winkel zwischen dem stark eingedrückten Boden und der Aufwölbung nach oben, so daß man fast denken könnte, daß es sich um eine Zertrümmerung wie die in Fig. 39a S. 227 dargestellte handeln könnte. Nun erkennt man aber am Boden keine Eindrückungseinbrüche im I. Achat; die vorhandene erste Hülle (I. Generation) ist jedenfalls nach der konkaven Bodenform (Flaschenboden) entstanden und wenn eine allererste Lage vorher zertrümmert worden sein sollte, so müßten viel mehr Bruchstücke am Boden angesammelt sein, wie dies ja bei Fig. 38a wirklich der Fall ist.

Es handelt sich also offenbar um ein Bruchstück der noch jetzt bestehenden I. Generation, welche nach Abschluß der I. Generation und völliger Erhärtung und vor Eintreffen der Lösungen der II. Generation durch eine Nachwirkung im Sinne der ersten Bodenbildung entstanden ist (vgl. zu Fig. 38f, g). Daß etwas derartiges denkbar oder noch wahrscheinlich ist, das kann aus den weiter unten gegebenen Erörterungen über den Zusammenhang zwischen beiden Phasen entnommen werden.

Bezüglich der auf der Außenseite der I. Generation befindlichen Kiesel-Ringwülste sei daran erinnert, daß E. LIESEGANG in „Achate“ S. 117 Fig. 58 schon einen brasilianischen Achat abbildet, der auf der Außenseite Kieselringe besitzt; ich glaubte (d. Jahresh. 1917 S. 33), es müsse dies ein Enhydros sein, d. h. also die Wasser und Gas enthaltende Innenschale der II. Generation. Vorliegendes Stück zeigt, daß die Ringe auch auf der Außenseite der I. Generation deutlich sind, dessen Aufbau sie innigst angehören. Es wäre von hohem Interesse, die äußeren Bedingungen des Vorkommens dieser beiden südamerikanischen Typen genauer kennen zu lernen.

Der Ausgangspunkt meiner Beobachtungen und Einsammlungen über Achat war nun die in den Erläut. z. Bl. Zweibrücken 1903 S. 124 Anm. von mir mitgeteilte Beobachtung, daß Grenzmelaphyrachat als Geröll schon in einem Melaphyrkonglomerat in verhältnismäßig geringer Profilhöhe über dem Grenzmelaphyr auftrete, daher seine Bildungszeit der frühen Diagenese des Eruptivgesteins angehören müsse. Diese Achat- und Melaphyrgerölle mit manigfachen Ausfüllungen der Blasen entstammen der transgressiven litoralen Zertrümmerung stark aufgerichteter Randteile des Effusivlagers, dessen Zusammenhalt wohl noch durch die Abkühlungszerklüftung und postvulkanische Ereignisse (Erzgangbildungen) rasch gelitten hat. Diese Achatgerölle enthalten auch schon Chalzedon-Pseudomorphosen nach Zeolithen, welche ebenso mit Aragonitpseudomorphosen für sich als Gerölle in den betreffenden Konglomeraten auftreten. Die Pseudomorphosen gehören zum Teil schon der I. Generation oder der „Zwischenbildung“ an, wie dies auch an anderen Fundorten des gleichen Effusivlagers des Pfälzer Sattels festgestellt werden konnte und sind vielleicht auch gleichzeitig mit den Epidotführenden Zeolith- und Erzgängen der Intrusiva im Pfälzer Sattel, welche bald nach deren Aplitintrusion als postvulkanische Vorgänge einsetzen.

Die oben gemachten Beobachtungen stimmen durchaus mit diesen Auffassungen überein und bestätigen die für die Entstehung des Chalzedonachats sehr wichtigen Folgerungen aus den genauer beschriebenen Stücken.

1) Durchsinterungsvorgänge beim Voll-Achat.

1. Eisendurchsinterung.

Es soll hier einiges über augenfällige Färbungsänderungen in stark gebleichten Achaten gebracht werden. Die Färbungserscheinungen zeigen sich meist innerhalb vom

Achat I und haben an dessen Eigenfärbung, durchscheinendem Chalzedonbruch und seiner Festigkeit keine merkliche Änderung hervorgebracht, während der Achat II oft völlig milchig geworden ist und sich weniger gleichmäßig glänzend schleifen und polieren läßt, wobei sich auch Unterschiede nach der Haupt-Ringbänderung erkennen lassen. Das eine Stück ist senkrecht zu einer Bodenfläche in zwei gleichlaufenden Bruchflächen angeschliffen (Fig. 41 d), das zweite gleichlaufend mit einer ganz ebenen Bodenfläche, welche außen mit Achat I zahllose flache Kriställchen eines erstausgeschiedenen Karbonats (Kalzit oder Braunspat) umwachsen hat.

Die Umfärbungs- und Entfärbungsvorgänge finden nun in Bändern quer und senkrecht zur Schichtung statt, stoßen bei dem ersten Stück scharf ab am Achat I und einer inneren, mit einem glasigen Zwischenband beginnenden härteren Bänderregion, und beim zweiten Stück an einer wie häufig mit reichlichen sphäroidischen Auswachsungen versehenen, nicht sehr dicken Linienregion innerhalb des Achat II.

Die Umfärbungsbänder folgen mehr und weniger dicht hintereinander, durch schmale und breite weißliche Bänder geschieden; dann finden sich Zonen, welche in der Färbung dem ursprünglichen Verhalten noch recht nahe liegen, in welchen nur die Pigmentkörnchen verkleinert und an Zahl wie durch Entfernung der kleinsten vermindert scheinen; dazwischen sind solche Räume, in welchen die Färbung einen unter der Lupe gleichmäßig scheinenden Zusammenschluß erfahren hat, wobei die ursprünglich schon pigmentführenden Wechsellager noch tiefer nachgefärbt sind. Neben den dicht gefärbten Streifen finden sich auch solche, welche aus noch dunkler gefärbten rundlichen großen Pigmentkugeln bestehen und welche an beiden Stücken einseitig vor den erwähnten Bändern liegen. Es erinnert das deutlich an die Verdichtungsänderer, welche ich in vielen Fällen der Durchsinterungsstreifen in Sandsteinen und Kalken beobachtet habe, welche ja auch quer zu den Schichtanlagen gestellt sind, wie die in Rede stehenden Achatbänder zu der eigenen Schichtung. In der Tat sind diese queren Bänder nichts anderes als Durchsinterungsbänder nach der wesentlichen Erhärtung des ganzen Aufbaus des Voll-Achats.

Hiermit stimmen auch Erscheinungen überein, wie die, daß die Färbungsstreifen von einer bestimmten Schichtlinie an weiter (rascher) treppenartig vorwärts gerückt oder auch nur vorgebogen scheinen. Ich habe an verschiedenen Stellen, zuletzt in den Berichten der Pollichia in Bad Dürkheim 1916, S. 35—52, darauf aufmerksam gemacht, daß gewisse Schichtlagen bei der queren Durchsinterung als „Verzögerungslagen“ wirken, daher die zwischen ihnen liegenden Teile bogig oder scharfeckig vorrücken. In mergeligen dolomitischen Gesteinen wirkt so z. B. eine ganz feine Lage von Ostrakodenschälchen (vgl. Geogn. Jahresh. XXII 1909 S. 85—86 Taf. XI Fig. 2). Auch die Bänderung, welche z. B. bei der Entstehung der Hornsteinknollen aus den Jurakalken (Kap. n) und in der Kreide auftritt, erhält durch Petrefaktenschalen eine einseitige Vorbewegungsverschiebung, welche LIESEGANG (vgl. N. Jahrb. Beil.-Bd. XXXIX S. 270) mit seinen Pseudoklasen in den Diffusionsbändern identifiziert hat, welche aber streng genommen nicht damit zusammengelegt werden können; es sind stets örtlich im Innern bedingte Verschiebungen und halten sich an die Petrefaktenreste; es ist kein vom Außenrand der Rundgebilde her radial auch über den Bereich einer Verlagerungsursache weit fortgesetztes Alternieren der Bänderung wie bei den Pseudoklasen (S. 170¹⁾.)

Wo die oben erwähnten, aus rundlichen Kugeln bestehenden Streifenzüge an eine harte glasige Grenzschicht heranrücken, legen erstere sich mit einer Seite fest

¹⁾ Ich habe hierfür gute Belege an gebänderten Hornsteinen aus dem Jura Frankens.

an und bilden sich dann öfter zu größeren Halbkugeln aus; sie ähneln hiermit dann den oben beschriebenen Kegelscheibchen; wollte man ihre Entstehung zur Erklärung der letzteren an den Achatschichtflächen regelrecht aufsitzenden Kegelscheibchen anwenden, so würde unbestritten das gelten müssen, daß die Flächen, an denen sie anstoßen, schon sehr hart gewesen sind und daß die Bewegung des Niederschlags von innen her gegen diese harte Fläche stattgefunden haben müßte, was sich ja auch mit unserer Ansicht darüber deckt.

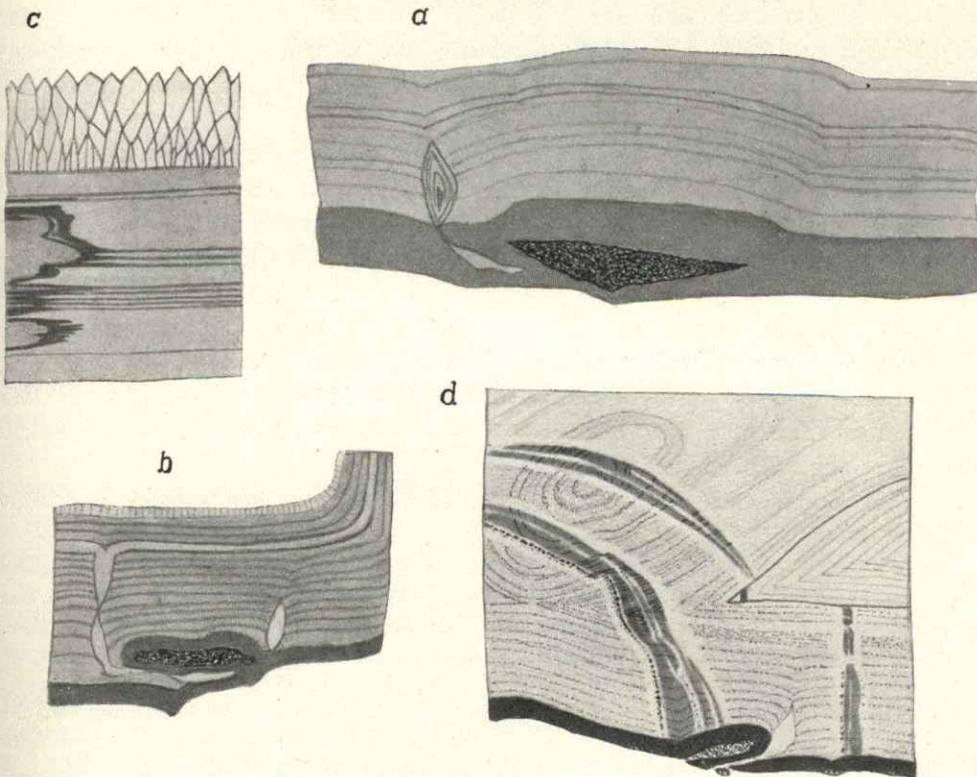


Fig. 41. a Achat von Oberstein; neben einem schief-quer getroffenen (dunkelgestrichelten), in die Blase hereinragenden, von der I. Generation umhüllten Gesteinszapfen ist eine in der I. Generation schon deutliche, in die II. fortsetzende Septaleinschaltung (vgl. auch d) erkennbar. b zeigt Ähnliches zu beiden Seiten eines solchen Zapfens. Die I. Generation unterhalb (außerhalb) des Zapfens ist dünner als nach innen (oben) zu (Oberstein). c nicht seltene quere Bänderung, welche zugleich mit der „umlaufenden“ Bänderung engstens zusammenhängt; die Chalzedon, „ergänzung“ der I. Anlage dringt auf einer Seite rascher und reichlicher nach innen und infolge davon auch noch seitlich vor; dieses letztere geschieht in der Form der Durchsinterungsbänderung (Olsbrücken). d Durchsinterungsbänderung lediglich in streifenweisen Anhäufungen von Eisenpigment; auch diese fand wohl früh statt, wobei statt ergänzenden SiO_2 -nachschubs das Eisenoxydgel nachdringt. Am Außenrand mit einem Gesteinszapfen verbundene Septaleinschaltung (vgl. a u. b Oberstein).

Ein anderes wäre aus diesem Verhalten zu schließen, daß das Nachwachstum der älteren Eisenoxyd-Kolloidteilchen bei der Durchsinterung ganz ähnlich jener ersten Pigments-Anlage gewesen sein muß, wie ich auch S. 191 erwähnte, daß rotes Eisenoxyd sich in Spältchen im Achat wohl in Dendriten oft aber auch in runden Scheiben absetzt. Man könnte hierbei an Umwandlung älteren Pigments in lösliches Salz und erneute Oxydation denken; es ist aber auch möglich, daß die ersten Ausfällungen des Eisenoxyds jenem GRAHAM'schen reversibeln Eisenoxyd gleichen, welches durch Zusatz geringer Mengen von Reagentien wieder „peptisiert“ werden kann, vorausgesetzt daß es nicht zu weit entwässert ist; da wäre nun, auf den Achat angewendet, denk-

bar, daß durch die Ausfällung des Oxyds in einem Gel oder in einer Faserungsanlage, welche selbst bald durch rasche Auskristallisation des Quarzes voll erhärtet, das Eisenpigment fest umhüllt und lange in ursprünglichem Zustand bewahrt wird, während in der Mittenhöhlung der Achate das Eisenoxydgel stets in das stabile Hydrat übergeht und als Goethit kristallisiert.

Diese „Durchsinterung“ habe ich auch an gut erhaltenen Achaten deutlich beobachtet und wahrgenommen, daß sie von kleinen Spältchen ausgeht und daß die Bänder nach der Peripherie sich merklich verbreitern (vgl. unten).

Es ist natürlich, daß der Voll-Achat als eine Aggregatkristallisation der Durchsinterung zugänglich ist wie Sandstein und Mergel, daß aber bei der einheitlichen Umkristallisation des Kalzitachats derartiges bis jetzt nicht beobachtet wurde und auch wohl nicht auftreten kann.

Es ist nun die Frage, wann diese Durchsinterung stattgefunden habe; wenn man nun beachtet, daß einerseits bei dem beschriebenen Stücke der Achat völlig unberührt scheint, wenn andererseits bei einem wohl erhaltenen I. und II. Achat in einer innersten Schicht zunächst der dichten und in Quarz mit Kalzit völlig frischen Mittenfüllung eine Zone des Pigments, zum Teil die Bänderung überschneidend, weggeführt scheint und an der Grenze zur Mittenfüllung in dichten Chalzedon wieder konzentriert ist, so möchte man glauben, daß es sich um einen frühen endogenen Vorgang der ausgehenden Diagenese handelt, welche nicht ohne gleichzeitige Ergänzung des Chalzedonwachstums stattgefunden hat. — Zur Stütze dieser Ansicht sei noch auf 2 verwiesen.

Über Durchsinterungsvorgänge im Anschluß an Spältchen s. beim Kornbergachat Nr. 3.

Es ist nötig, hier noch etwas über mikroskopische Feststellungen zu berichten, besonders von einem Fundstück, das durch vermeintliche primäre Eigenschaften oben S. 203 Absatz 1 eine gewisse Ausnahmestellung einzunehmen scheint. Über die abweichende Färbungsart vgl. daselbst. Die Durchsinterung zeigt sich deutlich nur in der abgelegensten Ecke einer innersten Schicht um den Mittenquarz, welcher in gestreckter Form als Septaleinschaltung bis fast zur I. Generation alle Schichten schief durchschneidet; die gefärbte Schicht selbst stößt in geringer Entfernung von der erwähnten Ecke diagonal am Mittenquarz ab. a) Erster Schliff: an der Außenseite gegen die Ecke ist eine dem gewöhnlichen Verhalten ähnliche Pigmentbänderung noch deutlich, jedoch schon in sehr ungleichmäßigen Körnchen und unregelmäßiger sonst nicht zu beobachtender Verschmelzung der Körnchen; gegen die Mittenquarzgrenze wird die Unregelmäßigkeit in der Form, in der erhöhten Dichte der Körchensetzung, in Verschmelzung der Körnchen und verbreiteter Bänderstreifen untereinander bis zum Wirrwarr stärker. — Nach der Seite tritt neben einzelnen Streifen ganz kleiner Körnchen unter Verschwinden der mittleren eine geringere Anzahl weniger regelmäßig geformter und geordneter Großkörnchen auf. b) Zweiter Schliff: auf eine kleinere Strecke im abgelegenen Eck wie bei a) jedoch nicht so dichte Setzung der Körnchen, dann folgt seitlich nach einem oben bemerkbaren Zwischenraum größeres Ooidpigment in nicht ganz regelmäßiger Form und ungleichmäßiger Setzung in größeren Zwischenräumen; auch hier daneben ganz feine Körnchen in unbestimmten sehr schmalen Zügen, möglicherweise als Reste der Aufzehrung breiterer Züge. Noch weiter zur Seite folgt nach einer pigmentfreien queren Durchsinterungszwischenlücke in den Grenzlinien gegen den Quarz dicht geschlossener Pigmentbelag, gegen die nächst ältere Schichtgrenze dicht nebeneinandergesetzte mittelgroße Ooide, wie Wellensittige aneinandergedrängt.

Es muß hierzu folgendes bemerkt werden: die übrigen schmalen Pigmentbänder des Stücks haben in mancher Hinsicht die Kennzeichen dieses infolge der Durchsinterung veränderten Pigmentbestands, so daß deren Wirkung sich auch hierhin erstreckte und die S. 203 erwähnte Färbungstönung dadurch bedingt ist. Es dürfte daher auch der Faser- und Pigmentbestand des der obigen Schicht zunächst liegenden Bands, das daselbst als „einfachster, fast schematischer Fall“ bezeichnet wurde, hinsichtlich der Frage der Erhaltung primärer Zustände mit einem Fragezeichen versehen werden.

Als Tatsache darf aber hier auch nach dem mikroskopischen Verhalten hervorgehoben werden, daß die Entstehung von einem, dem gewöhnlichen Pigmentbestand nur recht wenig

abweichenden Verhalten sekundär im fertig entwickelten Fasergefüge des Chalzedons erwiesen ist; die Unterschiede bestehen lediglich in einer höheren Hydroxydierung des Eisenoxys und in einer Wendung der Lösung und des Absatzes quer zu den vorhandenen Strukturlinien. Wir werden gleich unten noch ein weiteres der in die Gruppe der oben S. 203 gekennzeichneten Stücke gehörigen Funde bei Gelegenheit der Kieselsäuredurchsinterung erwähnen, bei welcher ebenfalls auch Pigmentwanderungen stattgefunden haben, welche von dem Bestand der Bänderung nicht sehr abweichende Bänderformen erzeugten.

2. Kieselsäuredurchsinterung.

a) Es liegen mir mehrere rheinische Achate vor, bei welchen im Innern des II. Achats ziemlich plötzliche Wechsel zwischen durchsichtigem oder bläulichen und undurchsichtigem bzw. weißen Chalzedon auftreten, ohne daß man sagen könnte, es handle sich um eine Art kreidige Verwitterung; vielmehr ist der Erhaltungszustand der denkbar beste;¹⁾ die Grenze zwischen weißem und durchsichtigerem Chalzedon hat in allen Fällen keine Beziehung zur gewöhnlichen Bänderung, sondern kreuzt dieselbe mehr nud weniger scharf.

Bei einem Stück (Original zu Taf. V Fig. 1 u. 2) geht sie von der inneren Grenze des Achat I aus und rückt mit Ausnahme einer kleinen Breite nach innen vor, die Grenze gegen den bläulichen Teil bildet ein besonders durchsichtiges, nochmals durch ein schwaches weißliches Band an einer Stelle durchsetztes Parallelbändchen. Der bläuliche Rest im II. Achat nimmt hier eine ähnliche Gestalt und Lage an wie etwa der weiße Fleck in LIESEGANG l. c. Fig. 51 S. 100, von welchem ich allerdings nicht zu sagen wage, ob er etwas derartiges bedeutet, wenn es auch völlig sein könnte. Die mikroskopische Untersuchung bietet dabei außer einem ganz geringfügigen Helligkeitsunterschied nichts weiteres über die im auffallenden Licht so stark hervortretenden Färbungsfelder; es ist die Wirkung feinsten Einschlüsse.

Bei einem weiteren Stück (Fig. 41 c) geht die Grenze quer durch die Längsbänderung zwischen I. Achat und Mittenfüllung; auch hier zeigen sich an der Grenze zwischen durchsichtigem und weißem Teil die Ausbuchtungen des weißen Abschnitts begleitende, durchsichtige und weniger durchsichtige Parallelbändchen; dieser Querschnitt zeigt mehr das Bild des Verlaufs der limonitischen Durchsinterungsbänderung, wie dies Fig. 41 d zeigt. Die mikroskopische Untersuchung zeigt hier die Merkmale der gewöhnlichen normalen Weißfärbung, nämlich die gelbliche Tönung des Opaleinschlusses, die bei nicht sehr feinem Schliff sogar völlige Dunkelheit des Bildes hervorruft und je nach der Stärke der weißen Farbe im auffallenden Licht mehr und weniger vorherrscht.

Man muß also hier dem Gedanken näher treten, daß nach Anlage der Schichtung jedoch bei noch nicht vollständiger Verdichtung der Masse eine quer zu den primären Bändern ziehende Durchsinterung mit Kieselsäurelösung eintrat, welche abwechselnd und streifenweise mehr und weniger Opal ausschied bzw. auch zur Verdichtung der Faserstruktur durch Ausscheidung kristallisierender Substanz beitrug.

Nach dem was wir oben (S. 217—224) über die Möglichkeit nachzüglerischer Karbonatlösungs-Durchdringung in nicht zu späten Entwicklungsstadien der Chalzedonschichtung erfahren haben, ist diese spätere Durchsinterung mit Kieselsäurelösung sogar naheliegend; es ist nur der Unterschied zu machen, daß diese Ergänzung des

¹⁾ Eine durch Kieselsäureentzug bedingte „Verwitterung“ zeigt sich stets darin, daß die weiße Masse Wasser aufsaugt, also z. B. an der Zunge klebt, obwohl auch etwas derartiges nicht immer und unzweideutig der „Verwitterung“ zugeschrieben werden kann.

Wachstums, statt wie gewöhnlich radial zu erfolgen, hier aus besonderer Ursache quer zur Schichtungsanlage stattfindet, wie dies auch bei dem gemischten Chalzedon des auf S. 217 beschriebenen Stückes (Taf. V Fig. 20) der Fall ist, wo die Karbonatdurschsinterung von Kapillarspältchen ausgeht.

Eine andere quere Durschsinterung, welche dadurch vielmehr an diese in den Sedimenten beobachtete Erscheinung auch in ihrer „sigmoidalen“ Formgebung heranrückt, daß sie in horizontalen Schichten des Achats erfolgt, ist unten unter m) „Kornbergachat“ kurz besprochen.

Nach diesen Voraussetzungen ist auch die Eigentümlichkeit eines uns schon auf S. 41 dieses Jahreshftes beschäftigenden weiteren Stückes besser wie früher zu verstehen, nämlich daß in einer einseitig aufgebogenen länglich-walzenförmigen Blasenfüllung in dem aufgebogenen kürzeren Teil durch die ganze Füllung hindurch die weiße Färbung des Chalzedons mit Opal auftritt, sowie auch die halbsphärolithischen Anfangsbildungen des II. Achats ausnahmslos durch die ganze Länge des Stückes hindurch. Die Grenze zwischen beiden Bildungsarten ist gegeben durch eine haarscharfe Ebene, welche die Knieeinbiegung durchsetzt und offenbar einem kapillaren Sprung vor völliger Erhärtung entspricht, vor welchem ein gleicher kürzerer Sprung mit ähnlicher Erscheinung liegt; die weiße Färbung setzt an einer Stelle in kugeligter Begrenzung noch über diese Grenzlinie hinaus und erscheint auch an einer zweiten Querebene noch etwas fortgesetzt. An der einen Seite ist also die nachträglich eingetretene Kieselsäure in querem Durchzug als Opal erhärtet, an der anderen Seite zur völligen Durchsichtigkeit und fast völligem Verschwinden der Bänderung in den vorhandenen Faserelementen auskristallisiert.

Wir hätten somit in dieser Erscheinung einen Anschluß an die Vorgänge, welche für den Kalzitachat gefolgert wurden, und zwar, daß Karbonatlösung zur Klarkalzitbildung nachgezogen wurde, wobei es auch denkbar schien, daß hiermit auch Kieselsäure zur Ersatzbildung von Kalzitachat in dem durch die Kalzitumwandlung der Vaterit- bzw. Gallerte-Vorbildung notwendig in allen Fällen entstehenden Leerraum nachgezogen wurde; oder auch, daß noch vorhandene Karbonatlösung aus der Füllung selbst einseitig weggesaugt wurde, wodurch an anderer Stelle eine geringere Karbonatbindung des Feinquarzes erzeugt wurde. Etwas Derartiges scheint auch beim Voll-Achat an einzelnen Stücken vor sich gegangen zu sein. Auch nehme ich zum Schluß Bezug auf die oben angeführte Tatsache, daß Pigment gegen die Mittenfüllungsgrenze und zwar nicht ohne Beteiligung von Kieselsäurewanderung entzogen und dort sich neu festgesetzt habe. Derartige Pigmentwanderungen sind auch beim Voll-Achat, wie beim Kalzitachat gegen die Septaleinschaltungen¹⁾ zu beobachten und scheinen überall an der verhältnismäßig rascher zu einem endgültigen Zustand kristallisierten Quarzfüllung ihre Stauung erfahren zu haben.

b) Uruguay-Achat (Taf. VI Fig. 10). Als letzte Beispiele der Kieselsäuredurchsinterung seien zwei Achate aus Uruguay erwähnt. Ein Stück ist eine große aus einer dickeren, vielleicht hohen und schmalen Füllung herausgeschnittene Platte bis zur Hälfte der Quarzmittenfüllung seitlich abgebrochen, am Seitenende der stärksten Krümmung mit stalaktitoiden Gewächsen innerhalb einer sehr dunklen I. Generation, welche auch auf der Kehrseite der Platte größere Kalzitkristalle

¹⁾ Vom Gangelsberg sammelte ich ein Stück, welches an Fig. 52 S. 100 in LIESEGANG I. c. S. 101 erinnert; die Durschsinterungsstreifen liegen hier in einer weißlichen durch SiO₂-Entzug etwas mürberen Substanz.

in ihrer Bänderung scharf nachformen. Die II. Generation beginnt mit acht nicht sehr scharf begrenzten bläulich weißen Streifen, gefolgt von einem Ringsband mit sehr scharf ausgeprägter enger Liniierung und einer breiten und weniger scharf gebänderten Zone bis zur kleinquarzigen Mittenfüllung.

Auf der Seite der gut erhaltenen stärksten Krümmung zeigt sich nun, zum Teil unterbrochen von den stalaktitoiden Gewächsen mit I. Generation-Hüllen, ein dieser Krümmung nur ungefähr entsprechend verlaufendes, bis 2 cm breites Band mit verstärkter bläulich-weißlicher Färbung, welches in gestreckterem Verlauf die übrigen normalen Achatbänder überkreuzt und an den Überkreuzungsstellen die erwähnte Farbenverstärkung erkennen läßt; es hat sonst dieselbe Farbentönung, Art der Begrenzung, schleift und poliert sich völlig gleich der Urbänderung. Eine das normale Bild noch etwas störende Unregelmäßigkeit dieses Zweitbandes ist die, daß überall da, wo ihm von innen her die Spitze einer Eckbiegung der Erstbänderung entgegensteht, es selbst eine entgegengesetzte Eckbiegung nach innen zu bildet, also hier von außen scheinbar stärker nach innen zu vorrückt; dies gilt auch von der Fortsetzung auf der anderen Schlißseite der 40 mm dicken Platte, woselbst sich der oben gegebene Verlauf der Strukturlinien noch nicht viel geändert hat. Hervorzuheben ist, 1. daß der nach der I. Generation liegende Teil der Erstbänderung recht merkbar dunkler ist, als das von dem 2-Streifen nächst innen liegende Ringsband und daß 2. — wie bei der Eisensalz-Durchsinterung — die erste Generation von dieser die Opalstreifen verstärkenden ähnlichen Kieselsäure-Durchsinterung nicht betroffen scheint, d. h. die letztere an der I. Generation-Umhüllung der Stalaktitoiden innerlich scharf abstößt und beim Auslaufen dieses Durchsinterungstreifens am Außenrand der Blasenfüllung auch an der I. Generation verschwindet. Auch im inneren Bau in der Zone zwischen Quarzmittenfüllung und dem erwähnten scharflinierten Zwischenband erkennt man nicht ganz so deutlich eine dunklere Hälfte und eine hellere, welche zu gleicher Zeit alle Schichten des gleichen Sektors (Radius) erfaßt hat; auch hier fällt deutlich die Erscheinung auf, daß immer eine Färbungspartie mit einem Winkelscheitel dahin vorzurücken scheint, woselbst ein Winkelscheitel (Spitze einer Eckbiegung) der ursprünglichen Achatstruktur ihr entgegensteht. Hier zeigt sich hauptsächlich eine Eisenmanganfärbung, mit welcher aber auch an zwei Stellen weißliche Streifen mit Verstärkungen der weißlichen Erstbänder verbunden ist.

Man könnte hier schließen, daß diese sekundären Umwandlungen in das benachbarte dicht linierte, an weißen Streifen sehr reiche Nachbarringsband nirgends unmittelbar übergreifen; trotzdem ist an ihm auf einer Seite eine scharf abgesetzte Verdunkelung der Erstliniierung deutlich zu erkennen, welche mit jener vom Mittelraum aus vordringenden zusammenzuhängen scheint.

Mit der letzterwähnten Art der zweimaligen quergesetzten Streifung sind wir eigentlich in das naheliegende Gebiet der Eisensalz-Durchsinterung gelangt und hier haben wir zu erwähnen, daß z. B. in Textfigur 41 S. 233 die gleiche Gesetzmäßigkeit auftritt, daß nämlich der Eisenstreifen gegen Spitzen der Erststruktur bogig winkelig mit entgegengesetzter Winkelöffnung vorrückt. Hier erkennt man zugleich die Ursache dieser Erscheinung in zum Teil äußerster Fortentwicklung; die Vorrückung erfolgt bei je einem weiter nach innen gelegenen Schichtlinienpaket in kleinen und größeren Absetzungsstufen. Jeder nächst innere Spitzentrichter wirkt hierbei durch Adhäsion und Kapillarität fördernd auf die eindringende Lösung ein und zieht den Neuabsatz stärker nach

innen. Man erkennt dieses schwach stufenweise Vorrücken auch an dem Kieselsäuredurchsinterungsstück Taf. VI Fig. 10 selbst recht gut.

Diese Erklärung gibt auch die Möglichkeit an die Hand festzustellen, in welcher Richtung gegen die Erststruktur die Durchsinterung erfolgt; bei dem äußeren Durchsinterungsband liegt natürlich nahe zu sagen: von außen nach innen, was auch durch die Achse (Scheitelhalbierungslinie) der Winkelbiegungen bestätigt zu werden scheint. Im inneren Bereich darf man annehmen, kam die Durchsinterung in entgegengesetzter Richtung, wie auch die Seitengrenzen beider Bereiche nicht übereinstimmen. Das beide trennende, feinliniierte weiße Band zeigt auch eine Seite der Verstärkung und eine Seite der Verdunklung, deren Grenze mit keiner der beiden anderen übereinstimmt.

Ich glaube daher, daß es sich hier um eine mehr in der Längsachse der Blase erfolgende Durchsinterung handelt, welche in den verschiedenen inneren Zonen innerhalb der I. Generation vorrückend je nach der Feindurchlässigkeit der Struktur etwas verschiedene Wege geht, besonders an der Grenze der Unregelmäßigkeit der äußeren Zone (I. Generation + Verzweigungen) gegen die nächst innere regelmäßigere auch seitlich eindringend ausgefällt wird und auch in den anderen Teilräumen eigene Ausfällungsbänder besitzt.

Hervorzuheben ist, daß alle mehr von außen und von kleinen Klüftchen ausgehenden „Verwitterungs“erscheinungen sich sehr erheblich an Färbung und Gestaltung von diesen gesetzmäßigen Erscheinungen abheben; es hat gewisse Schwierigkeit, bei der auch hier zu beobachtenden Härte und Unberührtheit der I. Generation lediglich an quer von außen durch die Achatknollen ziehende Lösungen zu denken, was natürlich zunächst liege. Jedenfalls handelt es sich um Tiefenwirkungen fern der Oberfläche und um andere Lösungseinflüsse.

Eine öfter in sehr geringer Deutlichkeit beobachtete Erscheinung ist an einem Stück, von dem ein Teil in Taf. VI Fig. 9 abgebildet ist, schön zu beobachten; es ist bekannt, wie Umbiegungen und Unebenheiten im Blasenumfang von außen nach innen in der Bänderung in mehr und weniger scharfen Eckbiegungen deutlich bleiben. Besonders ist dies bei den ganz weißen Streifen der Fall, während die weißlichen weniger scharf umrandet sind. An diesem Stück sieht man an deren nach außen gewendeten Ecken sich weißliche trichterartige Ausfällungen anschließen, welche sich nach außen und gegen die nächste Gruppe weißlicher, schwach begrenzter Streifen zuspitzen. Nach dem Standpunkt unserer jetzigen Erfahrungen glaube ich — mit Hinweis auf die S. 237 gegebene Erklärung —, daß die Eckbiegungen auf die in radialer Richtung andringende Lösung durch Spitzenwirkung und Kapillarität ansaugend und konzentrierend wirken, welche dann bei dem langsamen Durchsintern zu diesen Trichter-förmigen Ausfällungen von Opal Anlaß geben; diesen entsprechen auf der Innenseite der stark weißen Bänder in der Winkelöffnung selbst angehäufte kugelige Ausfällungen wie aus der Abgabe überschüssiger Lösung herstammend. Es sind dies also gleichsam radiale Durchsinterungen mit besonderer Betonung und örtlicher Vereinzelung des sonst allgemeinen Vorgangs des Lösungsersatzes und der „Ergänzung“ anfänglicher Strukturanlagen.

Eine mikroskopische Untersuchung konnte an diesen Stücken selbst nicht angestellt werden, weil hierzu dünne Platten hätten abgeschnitten werden müssen, was den Zeitverhältnissen nach Hindernisse bot. Von einem Fundstück von Duchrot

habe ich aber nachträglich kleinere Präparate und Dünnschliffe gemacht, welche jene Eigenheiten mikroskopisch gut beobachten ließen, welche in Taf. VI Fig. 10 makroskopisch zu sehen sind.

Ein zu den auf S. 234 erwähnten Voll-Achatstücken der tauben Färbung etc. nach zu rechnender, braun-violett gefärbter, gut gebänderter Achat läßt an mehreren Stellen in der Nähe zweier stärkerer Schichtbänder nach innen zu hellere Nebenbänder erkennen, welche nicht ganz parallel laufen, sich aber doch in der Nähe zonar halten. Ihre Eigenart gegenüber den normalen Bändern besteht darin, daß diese Nebenbänder sich mehrfach unter spitzem Winkel von jenen langsam emporheben und dann auch gleichlaufend werden, daß sie aber in den Bänderungswinkeln rascher nach innen vorrücken, den Scheitelraum fast quer überschneiden und sich dem verlassenen Band auf dem anderen Schenkel wieder nähern, d. h. es zeigt sich auch hier die Tatsache, daß die Durchsinterung, welche hierdurch angedeutet ist, vom Winkelscheitel her rasch nach innen vorrückt. Das ist an diesem Stück also im kleinem so deutlich, wie in Taf. VI Fig. 10 im großen; es zeigt sich dies bei mehreren normalen Bändern hintereinander und an mehreren Stellen des elliptischen Verlaufs; besonders ist ein solches Band nach außen vom erst-erwähnten fast gleichlaufend mit einer richtigen Schicht, erweist sich aber durch ganz kleine charakteristische Abweichungen als Durchsinterungsband. Mikroskopisch ist diese zweite Bänderung dadurch gekennzeichnet, daß gegen die normale Färbung von innen her erst ein ganz helles Band guten und dichten Faserzusammenschlusses und fehlenden Pigments auftritt, auf welches dann nach außen zu ein breites Band mit der hellbräunlichen Färbung der gewöhnlichen gleichmäßigen Opalführung folgt. Wir sehen hiermit einen Pigmententzug verbunden; er äußert sich auch an anderer Stelle des Stückes, wo außerhalb eines solchen Opalbandes eine besonders aufgehellte Normalschicht verläuft und hier innerhalb des Bandes das Pigment (und zwar auch mit der Erscheinung der gerundeten Abkürzung der Ecken) stellenweise mächtig angehäuft ist. Diese Pigmentanhäufung ist begleitet, bzw. ermöglicht durch eine tiefgreifende und ungleichmäßige Eröffnung des Fasergefüges, wobei das Pigment in die neuen wirr zerfaserten Zwischenräume der Fasern eindringt und diese stellenweise fast zu verdrängen scheint; daneben folgende Bänder sehen aus wie ausgelaugte und mit Eisenkörnchen durchsetzte Opalbänder! Dies alles ist so schön erhalten, daß man der Ansicht sein könnte, es wäre ursprüngliche Bildung, wenn nicht der nachträgliche oder gestörte Charakter in umfassender Weise aus den kleinen aber kennzeichnenden Unregelmäßigkeiten hervorginge, welche allerdings auch wieder ihre eigene Gesetzmäßigkeit hatten.

Es ist darauf hinzuweisen, daß auch bei Fig. 10 Taf. VI Pigmentwanderungen stattgefunden haben, welche nicht immer auch „Ein“wanderungen¹⁾ sein müssen.

Ähnlich wie oben S. 233—234 darauf hingewiesen werden konnte, daß eine Pigmententstehung zweifellos nachträglich im fertigen Gefüge möglich ist, welche von

¹⁾ An einer Stelle zieht ein ganz haardünnes nicht überall gleichmäßig geschlossenes Markasit-äckerchen durch den Achat; da wo der Markasit aufgewachsen war, hat übrigens der unmittelbar darunter befindliche Achat einen Eisenentzug, eine Erhellung und eine Opaltrübung erlitten, welche sehr wohl mit der nachträglichen „Bänderung“ verglichen werden kann. Wahrscheinlich sind beide Vorgänge gleichzeitig, denn die außergewöhnliche Färbung des Achatstücks verlangt entweder die Annahme von Eisenzug oder eine gänzliche Umwandlung des ursprünglichen Pigmentbestands unter Neubeteiligung von Mangan. Die Bildung der Sulfide in Kapillarspältechen würde dann auf ein erneutes außerordentliches Auftreten in der postvulkanischen Periode der basischen Eruptiva der Pfalz hinweisen.

einer früheren älteren in Form und in Verteilung nicht sehr verschieden ist und eine ältere in ihrem Bestand etwas ändern kann, ebenso ist auch eine Opalbänderung erwiesen, welche — vielleicht an die nachbarliche Auslaugung älterer Opalbänder anschließend — sich an die erste Schichtbänderung des Achatgefüges hält bzw. nur recht wenig, wenn auch in kennzeichnender Weise abweicht.

m) Achat im Porphyr des Kornbergs bei Schadenreut-Erbendorf (Oberpfalz).

1. In der FLURL'schen Sammlung¹⁾ des Oberbergamts fanden sich eine Anzahl Achatstücke vom Kornberg (bei Erbendorf) im Quarzporphyr, welchen C. W. v. GÜMBEL in Geologie v. Bayern II S. 440, 485 als einen Gang im Rotliegenden erwähnt; im „Ostbayer. Grenzgebirge“ S. 420 wird die gelegentliche Mandelsteinstruktur angeführt (Profil daselbst S. 666). In dem von FLURL selbst handschriftlich ausgeführten Katalog werden die Formen kurz gekennzeichnet unter Nr. 177, 178, 185, 191, 197 und 198 und bei letzterem wird bemerkt „das Vorkommen ist das nämliche wie zu Oberstein im Rheindepartement; alle diese Stücke sind aber nicht frisch gebrochen, sondern nur auf den Gehängen des Berges gesammelt; es wäre daher wohl möglich, daß in diesem Gebirge wie bei Oberstein einige Brüche auf Achatkugeln angelegt werden könnten“. C. W. v. GÜMBEL erwähnt merkwürdigerweise nichts davon.

Zwei größere Belegstücke mit Gestein enthalten kleine und große Blasen.

a) Die kleineren Blasen sind alle regelmäßig länglich mandelförmig nach einer Seite zusammengedrückt; sie haben alle einen regelmäßigen I. Achat mit stalaktitoiden Auswüchsen und einen II. Achat mit sphärolithoidem Gefüge, welches am I. Achat diskordant abstößt; das Bild ist fast deckend mit jenem von Fig. 33b von Talböckelheim. Eine auffällige Erscheinung ist, daß diese Bänderstruktur in gewissen Durchschnitten und Richtungen, wie eine fast senkrecht zur Längsachse stehende Parallelstruktur erscheint. Es wäre denkbar, daß durch die überwiegenden Längsformen der Bläschen eine für diese vorwiegend geltender Lösungsdurchzug und Ausscheidungsrichtung der mineralischen Substanz lediglich durch die Blasenform geschaffen wäre.

Textfigur 42 stellt eine Vergrößerung der Blasenordnung, der Blasenformen und der Blasenfüllungen dar; von besonderer Wichtigkeit ist die augenfällige Horizontalität gewisser Schichtanteile der II. Generation in den Bläschen untereinander, welche auf einen flüssigen Zustand der einzelnen Schichtlagen hinzuweisen scheint. Auffällig ist hier die auch an anderer Bruchfläche gemachte Beobachtung, daß die II. Generation mit ihrem diskordanten Ansatz großsphärolithischer Anfangsgebilde sehr oft die Neigung hat, diese Kreisausschnittslinien ihrer Schichtbänderung quer zur Längsrichtung der Blasen zu stellen, daß aber diese Längsrichtung nicht mit der durch die horizontalen bestimmaren Vertikalen übereinstimmt. Derartige Schichtungsstellung diskordant zu den ausgesprochenen Längsseiten der Blasen habe ich in so äußerster Form im Nahegebiet nur einmal eingesammelt.

In diesem Stück ist auch eine größere Blase leider etwas bruchstückweise enthalten; sie scheint aus einer größeren Zahl kleinerer Bläschen entstanden und ist offenbar auch ziemlich schmal zusammengedrückt gewesen, da neben der mehr-

¹⁾ Bei einer Durcharbeitung dieser Sammlung durch den freiw. Kustos Dr. LAUBMANN kamen auch die Kornbergstücke, welche in unserer Hauptsammlung nicht vertreten waren, zum Vorschein.

fach verzweigten Mittenfüllung die deutliche Bänderung des elfenbeinweißen Chalzedons sich in der schmal erhaltenen Masse fast vollständig zweiseitig wiederholt; die Struktur ist hier wie bei den Obersteinachatzen (vgl. S. 244 Nittenau).

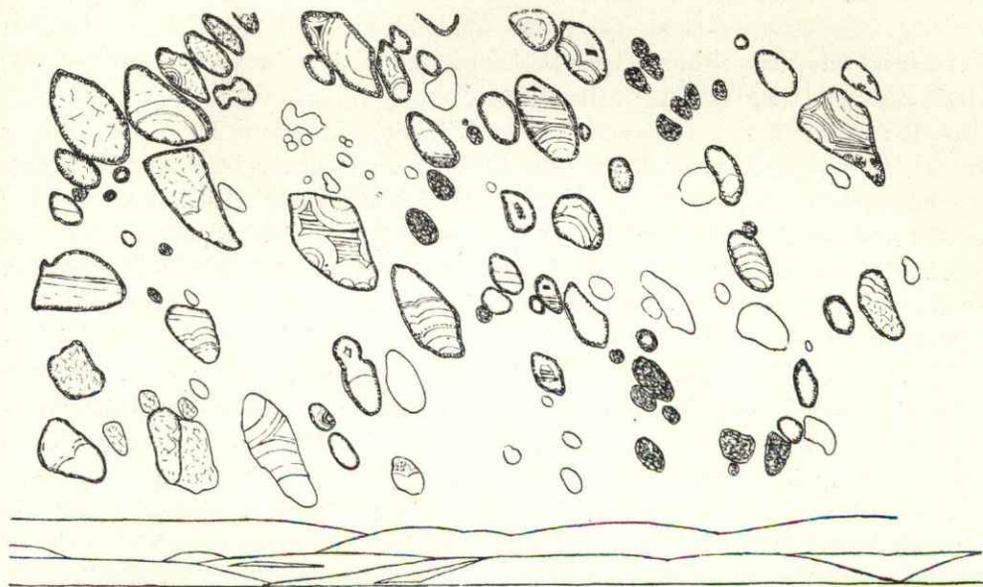


Fig. 42.

Oben das Blasenbild im Mandelstein des Kornbergporphyrs; 2mal vergr. Unten das Linienbild der obersten Schichten unter dem Endquarz zu Taf. VI Fig. 7, Blase aus dem Kornbergmandelstein; 3mal vergr.

b) Ein zweites Gesteinsstück enthält eine größere flache vielverzweigte Blase mit weißlicher Chalzedonfüllung; parallel mit dieser Verflachung ist auch an einem weitest und breit vorragenden Teil eine nach dem Rand zu schwächere, nach oben zu verstärkte ausgeprägte Horizontalstruktur bemerkbar, über welcher dann eine niedrige Quarzfällung gegen eine schmale Hülle von Chalzedon I folgt; es ist hiermit Bodenlage und Horizontalstruktur gegeben. Leider ist in der Umgebung nicht zu sehen, ob die Abplattung der kleinen verlängerten Bläschen mit dieser Lagerungsrichtung an und in der großen Blase übereinstimmt. Es ist aber gerade zu erkennen, daß senkrecht zu der Horizontalschichtung im Gesteinsbruch nur rundliche Blasenquerschnitte auftreten, in einem Winkel von ca. 30° längliche Blasenform-Anschnitte schief zur erhaltenen Längsrichtung des großen Blasenfragments verlaufen. Diese Hauptrichtungen stimmen also nicht überein.

c) Ferner sind zu betrachten drei Bruchstücke von größeren Mandeln mit rötlich, weiß und bläulich gebändertem Chalzedon (Taf. VI Fig. 7).

Auch hier zeigt sich eine gut entwickelte oft in stalaktitoiden Auswachsungen sich verzweigende I. Generation, welche gröber und feiner gebändert ist und nach oben zu dicker erscheint. Über dieser setzt sich nun an allen vorliegenden Bruchstücken die II. Generation lediglich in streng horizontalen, scharf begrenzten, rötlichen, weißen, bläulichen Bändern ab; die Bänderung steht in dem unteren Blasenteil wie eine Flüssigkeit in einem Gefäß; auf dem obersten Band sitzt der Quarz auf, der aber nicht eigentlich Mittenquarz zu nennen ist, denn er stößt seitlich an den ringsumlaufenden I. Achat an. Bei genauerem Zusehen am angeschliffenen Stück enthält aber letzterer zuseiten des Quarzes mehrere ringsum laufende Fortsetzungen

einzelner weiter auseinander liegender Horizontalbänder des Bodenabsatzes, weswegen er in dem höheren Teil erkennbar dicker ist als in dem tieferen Teil der trichterförmigen Vertiefung, welche der Bodensatz ausfüllt; es sind an den Stücken die I. und II. Generation nicht leicht zu unterscheiden, wenigstens nicht ohne mikroskopische Untersuchung. Es lassen sich hierbei große Ähnlichkeiten mit den Uruguay-Achaten feststellen; die Abweichung besteht hauptsächlich in einem Übergewicht der Horizontalschichtung in der II. Generation.

Bei einem der drei Blasenstücke zerteilt sich das obere Ende der Füllung in vier durch tiefe Einschlitzungen geteilte Arme, von denen bei drei nachbarlich liegenden die obere Grenze der Horizontalschichtung völlig gleich liegt; bei der vierten tiefer eingeschnittenen und etwas abseits liegenden Ausstülpung des gleichen Gesamtblasenraums liegt aber die horizontale Quarz-Chalzedongrenze fast 1 cm tiefer. Es sieht das zunächst nicht nach einer einfacheren Flüssigkeitsniveaufläche aus, wenigstens ist ausgeschlossen, daß eine einheitliche und bewegliche Flüssigkeitserfüllung mit hydrostatischer Ausgleichsmöglichkeit zur Zeit der Schichtbildung vorlag. — Wenn bei den beiden äußersten der auf eine Länge von 6 cm beisammenliegenden armartigen Blasenprotuberanzen der tiefste Punkt der sie trennenden Einschlitzung mit der beiderseitigen horizontalen Quarz-Chalzedongrenze zusammenfällt und diese irgendwie zu bestimmen scheinen könnte, so gilt das für die folgende Einschlitzung nicht, sie reicht tiefer hinab, trotzdem das gleiche Niveau bei der nächsten Teilfüllung eingehalten ist; hier könnte also korrespondierende Ausgleichung angenommen werden. Noch tiefer hinab reicht die nächste Einschlitzung, wonach aber in der nächsten Protuberanze das Niveau 1 cm tiefer liegt und gesagt werden kann, daß mindestens einzelne Schichtlinien unter diesem Niveau nur einfache Fortsetzungen der jenseitigen sind; es zeigt sich also auch in diesen Schichtlinien kein Anzeichen von Druckausgleichung. Die horizontale Schicht-Chalzedonbildung hat also — wie dies auch in dem Uruguaystück Fig. 30a ersichtlich ist — in der Höhlung einer Protuberanze früher aufgehört und wird in ihr eher umlaufend als in den benachbarten. Somit hängt die horizontale Schichtung nicht allzu nahe mit einem Flüssigkeitszustand der Gesamtfüllung zusammen, sondern mit der Lagenanordnung des Wachstums der festeren Mineralausfällung, welche örtlich etwas abgetrennte, vereinzelt Abschnitte der Gesamtfüllung ergreifen kann. Die körnelige Fällung, zum mindesten in den seitlich abstoßenden horizontalen Bodenlagen, muß daher eine wässrige Bindung, welche bei der Lagenausgleichung (vgl. Allgem. Teil) jener ausschlaggebend ist, gehabt haben.

Hier anzuschließen ist auch noch folgende wichtige Einzelheit in der Schichteinteilung und den Grenzformen der Horizontalbänderung; so auffällig gradliniert und durch eine grundlegende Gesetzmäßigkeit gerichtet diese Schichtung bedingt scheint, so finden sich doch Abweichungen davon, 1. ganz schwach gebogene flachsphäroidale Oberflächen und 2. ganz scharf ausgeprägte und ebenso gradlinig begrenzte diagonale Abschrägungen der einzelnen Schichten, welche man Böschungen nennen muß. Textfigur 42 (unteres Bild) gibt die Grenzlinie in einer nahezu unmittelbar unter dem Endquarz liegenden Region der Fig. 7 Taf. VI. Während in der oberen Hälfte ganz flach gerundete Linien der Einzelabteilungen und Einschaltungen deutlich sind, so verlaufen diese in der unteren Schicht gegen die einheitliche unterste Grenzlinie scharflinig diagonal; zwei links gegeneinanderfallende sind geradezu ganz eckig von einer Obergrenze abgebogen und die linke

rückt unten auf der rechten in noch schärferer Weise und breiterem Abschnitt überschneidend hinauf als es die Zeichnung erkennen läßt. Ganz auffällig sind die zwei rechts folgenden allmählich steiler werdenden Böschungslinien, welche mit einer neu auftauchenden kurzen Horizontallinie ein schmales Dreieck begrenzt; auch der Abfall der nächsten Grenze nach der entgegengesetzten Seite ist böschungartiger als das Linienbild zeigt. Die ersterwähnte Überschneidung tritt auch auf der anderen Seite der 15 mm dicken Platte wieder auf, ist also viel länger aushaltend, da die eine Seite Schlißfläche ist. — Betrachtet man dann die nur wenig mehr gerundeten Flächen, so scheint es eher, als ob diese Rundung eine sekundäre Umwandlung der Böschungsabknickung sei, wie auch die Zwischenräume zwischen gerundet oder böschungartig gradlinig gegeneinander einfallenden Linien wieder muldenartig von horizontalen Schichten ausgefüllt erscheinen.

d) Zwei der noch vorhandenen Stückchen sind kleinere Bruchstücke eines gangartigen Vorkommens. 1. Auf beiden Seiten des Salbandes zeigt sich der Rest des Salbandes, das mit seladonitisch gefärbter Kieselsäure erhärtete Gestein, welches selbst wieder von Parallelklüftchen durchsetzt ist. Vom Salband ziehen sich dicke rundliche Stränge von stalaktitoiden Verzweigungen der I. Generation in die ungf. 2 cm breite Gangöffnung hinein; sie verlaufen schiefquer ins Ganginnere und sind fein gebändert; sie reichen an einer Stelle oben und über der Mitte zur Gegenseite hinüber, von wo ihnen andere zur Abschnürung des Gangraums entgegenwachsen. Gegen die stalaktitoide Bänderung dieses I. Achats stoßen scharf die rein bodenschichtig, gestreckt linearen Bänder des II. Achats ab; diese beiden an keiner Stelle ineinander übergehenden Schichtbänder bilden einen spitzen Winkel miteinander, wo die Stalaktitoiden an einer Stelle sich schwach nach abwärts durch die horizontalen Schichten herabzusenken scheinen, kommen jene von der Gegenseite aufwärts ihnen entgegen und bilden zusammen eine quere Scheide. Eine solche quere Scheide wird an einer Seite, wie das Dach eines Blasenraums von unten durch I. Achat überwachsen, unter welchem allerdings recht niedrigen Dach dann, ebenso wie bei der oben beschriebenen Blase mit ganz niedrigem Dach sofort Quarz folgt als Abschluß einer unteren Teilkammer mit horizontaler Bodenschichtung. Da die Stalaktitoiden ungfähr senkrecht auf den Kluftwänden stehen, so ist unter Annahme, daß die Bodenschichtung horizontal ist, auszusagen, daß der Gang mit ungfähr 65° einfällt. 2. Ein zweites größeres Gangstück bis zum Salband zeigt ganz schmale I. Generation, welche von einer Stelle mit stalaktitoiden Umkrustungen von verkieselten Bruchstückchen des Gesteins und länglichen Kristallfragmenten tief ins Ganglumen hereinragt. Die Füllung der II. Generation ist nicht gefärbt, bläulich weißlich und dick horizontal geschichtet. Hier treten nun quer zur Schichtung in einzelnen, jedoch auch in mehreren Schichten zugleich quere Streifen weißlicher feinsten Einschlüsse auf, welche in durchscheinendem Licht gelbbraunlich werden, also Opal sind. Diese queren Streifen sind gleichmäßig, zum Teil fein wie etwa die Opalbänderung in Taf. VI Fig. 16, aber auch unregelmäßig anschwellend und sich gabelnd; sie haben meist gekrümmten Verlauf und erinnern eindringlich an die Sigmoidalklüfte und -streifen in gewissen Gesteinsbänken, von welchen ich die ersteren auf die zweiten zurückgeführt habe (vgl. Geogn. Jahresh. 1909 Bd. XXII S. 99 Taf. V Fig. 5—9). An einer Stelle zeigt sich ein Hangend- und Liegendband aus Opalchalzedon, welche durch quere Pfeiler gleicher Art verbunden sind und rundliche Räume zwischen sich lassen.

In der FLURL'schen Sammlung finden sich auch noch Achatstücke, gesammelt im Feld zwischen Bruck und Nittenau; einzelne davon sind typische Achatdrusen nach Art der rheinischen Vorkommen mit I. Achat und ringsum laufender Ringbänderung (S. 240—241); radial gestelltes Eierchenpigment zeigt sich hier genau in derselben Art und im Chalzedon, die Opalbänder (weiß in der Aufsicht) haben, wie die Obersteiner fast nirgends, Pigment. Hier fanden sich auch rauhe Chalzedonstücke von hellerer Färbung, Rollstücke jener gebänderten Quarzfelsen, wie solche aus der Flußspatgrube bei Adelsmannstein bei Donaustauf-Buch bekannt sind. Davon liegt ein Gangstück in der FLURL'schen Sammlung, welches auf beiden Seiten zeigt, daß gewisse Lagen in je einem breiterwachsenden Schichtbogen nach dem Innern zu nach unten gehangen haben und daß diese Abschnitte in zähflüssigem Zustand sich etwas abwärts bewegten, so daß ein überfließendes Einwickeln einer tieferen, nicht mehr beweglichen, schon etwas gehärteten Lage ganz deutlich ist (vgl. S. 178). — Ich erwähne dies, weil eine ähnliche Beobachtung oben über Achatgänglichchen von Dennweiler-Frohnhofen (S. 178) erwähnt werden konnte.

Das oben erwähnte Fundstück nach Art der rheinischen Achate, wie solche auch im Kornbergporphyr vorkommen, zeigt längs eines Spältchens eine sekundäre Färbung, welche in jedem folgenden Chalzedonband, welches Pigment führt und Pigment aufnimmt, infolge des schiefen Spaltdurchtritts und der Infiltration der Eisennachfärbung längs der Faserung stufenweise (Fig. 47, 3) eckig weiterrückt und jedesmal durch das Opalband, welches sich nicht färbt, unterbrochen ist. Erst in einiger Entfernung erscheint wieder das gewöhnliche Eierpigment, das im Zwischenraum völlig ausgelaugt und abgewandert ist.

Diese Bruchstücke sind Gerölle im Keuper, wo sie an zweiter Lagerstätte liegen, vom Kornberg oder aus jetzt bedeckten Eruptivgesteinen des Oberrotliegenden bzw. aus Gängen im Granit stammen. — Auch in dem Keuper bzw. Diluvium der Grafenwöhrer Gegend finden sich solche Geschiebe von Achat; vom Truppenübungsplatz von Grafenwöhr brachte mir mein 1917 am Winterberg gefallener Sohn einen Achat, Gangtrümmerachat mit sphäroidischer I. Generation, deren Trümmer von der II. lagenartig gebauten umwachsen sind.

Über die Lagerstätte am Kornberg vgl. Allgemeiner Teil.

2. Die mikroskopische Untersuchung ist hier von besonderer Wichtigkeit, da mir ausreichendes Material von horizontal geschichteten Uruguay-Achaten zu mehreren Dünnschliffen nicht zur Verfügung steht, dem äußeren makroskopischen Verhalten nach auch in Unregelmäßigkeiten beide Achatarten keine wesentlichen Unterschiede zu zeigen scheinen; die Beobachtungen an einem Schliff sind unter 4, beigelegt.

a) Die kleineren Blasenfüllungen. Die I. Generation ist ein äußeres schmales Band mit kleinen dunklen stalaktitoiden Verzweigungen, die oft mit feinkörnigen Quarz, selten Chalzedon ohne Opalbänderung dicht umwachsen sind. Die II. Generation, besteht aus oft straff faserigem Chalzedon mit der Erscheinung der sogen. gedrillten Fasern bei \times Nicols, mit zum Teil feinsten Schichtriefung und fast nie fehlender Opalbänderung, welche die II. Generation in manchen Bläschen bei einfachem Licht stark gegen die glashelle I. Generation abstechen läßt. Die oft groß-sphärolithoide Bildung setzt in ihrer Schichtung häufig scharf an der einfach mit der Blasenwand konkordanten I. Generation ab (vgl. S. 211 Fig. 33b).

In den Winkeln dieser großzügigen Bänderung ist nun die horizontale Bänderung eingeschaltet und zwar meistens diskordant an jener abstoßend; sie ist aber trotzdem im großen und ganzen als gleichzeitig zu erkennen, weil sie gegen den Mittenquarz noch von einem ringsumlaufenden Chalzedonband mit Opalstreifen umhüllt und von jenem abgetrennt gehalten ist. Die horizontalen Lagen führen ebenfalls Opal-Chalzedonstreifen, zwischen welchen dann auch verhältnismäßig gut abgesetzte, scheinbare Quarzinstreifen deutlich sind; die Faserung des Chalzedons ist hier nicht oder nur vereinzelt so straff wie die der benachbarten Rundsichten; im Anfangsteil jeder Schicht herrscht körniges Gefüge. An zwei Stellen geht eine Horizontalschicht deutlich in die Sphäroidlage über; an einer Blase ist dabei die Opaltrübung gemeinsam; die straffe Chalzedonfaserung setzt sofort mit der seitlichen, auf einer Seite sogar senkrechten Umbiegung ein; an einer anderen Blase geht ein zweiteiliger breiter Horizontalstreifen sehr grobfaserigen Gefüges von Chalzedon in eine sehr schmale feinfaserige Sphäroidfortsetzung über.

Bei einem bemerkenswerten Bläschen folgen auf drei voneinander verschiedenen Quarzinschichten nach innen mehrere Chalzedonlagen; diese sind auch erst gegen die Innengrenze deutlicher gefasert, jedoch erkennt man selbst im körnigen Teil schon eine Zusammenfassung der Körner zu radialen, unscharf begrenzten, faserartigen Zügen. Das gleiche gilt für die Quarzinlagen; es ist an einer inneren Schicht zu erkennen, daß dieser strahlartige Zusammenschluß der Körnelung bei erkennbarem Korn die gleiche Orientierung hat, wie eine wirkliche vorhergehende Quarzinfaser, in deren Fortsetzung sie liegt; an einem Ende liegt auch ein Teil mit solchem faserstrahligen Zusammenschluß, wobei aber die Richtung eine schiefe ist (vgl. hierzu Erscheinungen in den Horizontalschichten der großen Blasen).

b) Die großen Blasenfüllungen. Es ist oben bemerkt, daß ihre Form mehrere fingerartige Apophysen zeigen kann, daß sie, wie es scheint, häufig endständige Quarzfüllungen haben, deren randliche Umhüllung aus I. Chalzedon bestehen und dazu so viel Schichtbündel vom II. Chalzedon nach innen zu enthalten, als ringsumlaufende Fortsetzungen der Bodenschichten im Laufe der Ausfällung der Bodenschichten sich randlich aufeinander legen, was bei den Kornbergstücken nicht eben viel ist.

Die I. und II. Generation ist nur mikroskopisch zu trennen durch eine Schicht von Halbsphärolithen bei der letzteren, welche diskordant auf der Abschlußkurve der I. Generation aufgewachsen sind; beide bestehen aus Chalzedon. Ich habe von drei Präparaten nur eine Stelle unter dem Mikroskop, woselbst eine horizontale Schicht in eine randlich umlaufende Sphäroidlage übergeht; diese ist ein sehr schmal und fein gefasertes Chalzedon, jene ist breit, zum größten Teil körnig und nur gegen den oberen Rand zu unregelmäßig faserig; sie scheint aus Quarzin und Chalzedon gemischt; an einem zweiten Splitter der gleichen Schicht überwiegt das Quarzin im Randsaum; die Körnchen sind in zwei Zonen zu radial etwas unregelmäßig gestreckten, auch seitlich unregelmäßigen Bälkchen ausgewachsen.

Auch hier sind die Opalstreifen ziemlich zahlreich, ohne daß sich irgendwie Unterschiede mit den in Sphäroidschichten auch der übrigen Achatvorkommen erkennen lassen. Vereinzelt nur sind straff gefaserte Chalzedonbänder; besonders sind drei Fälle zu erwähnen, woselbst Chalzedon die äußere Hülle einer gangartigen und zugleich konkretionsartigen Struktur bildet, wo also eine mittlere Lage körnig-kristalliner Beschaffenheit von zwei einander entgegen gerichteten, von äußeren

kleinen Büschelungsanfängen je nach oben und unten gewendeten Chalzedonfaser-säumen eingefaßt sind; in einem Fall biegt die Hüllage aus Chalzedon neben der Ringzone aus I. und II. Chalzedon kontinuierlich von oben nach unten um! — Es gibt auch hier gangartig gefügte Lagen, woselbst ein grobkörnig gepflastertes Mittelband von feinkörnigen randlichen Säumen oben und unten begleitet ist; es dürfte für beide Formen eine einheitliche Anlage vorauszusetzen sein.

Im großen und ganzen bestehen aber neben diesen Ausnahmestrukturen die Schichtkörper aus körnigem Quarz bzw. Quarzin; die Körnigkeit ist recht wechselnd, je feinkörniger, desto gleichmäßiger ist das Korn, je grobkörniger, je ungleichmäßiger und zwar sowohl bezüglich der lagenweisen Abwechslung als auch bezüglich der Form der Körner.

Die Körner verwachsen in trabekulärer Verschränkung; diese ist oft richtungslos, öfters aber quer zur Schicht, aber merkwürdigerweise auch mehrmals längs der Schicht, wie von oben nach unten zusammengedrückt.

Eine andere Art des Innenwachstums der feinkörnigen Schichten ist die einfache, undeutlich pflasterartige, woselbst die Körnchen einfach aneinander schließen; auch hier zeigt sich eine Vergrößerung (Verschmelzung) der Körnchen in jenen hellen Streifen sowohl senkrecht zur Schichtung als auch schiefe bzw. schief gebogene; nicht selten ist auch eine Erhellung zu beobachten, welche am unteren Ende einer Schicht schmal ist — daselbst ihren Ausgang hat — und sich nach oben auseinanderstrahlend verbreitert und verschwächt. Die ersterwähnte quere Streifung hat ihre größere Helligkeit an dem meist helleren Hangendsaum der Schicht und verschwindet rascher abwärts in einer gleichmäßig werdenden Helligkeit der Körnelung. Die von unten nach oben divergierende Streifung zieht öfters zu einer konvexen Aufbiegung auf der Oberseite. — Oft ist die Liegendzone hell, größerkörnig und scharf, meist aber die Hangendgrenze.

Von Wichtigkeit ist die Gegend unter dem Mittenquarz, welche durch Textfigur 43 durch Aufnahmen im polarisierten und einfachen Licht dargestellt ist. Es tritt hier wie öfter bei der Mittenfüllung der Ringsachate Quarz in einzelnen Lagen als deren Vorläufer auf. — Während die tiefere Lage des Bildes — gleich den noch tieferen, nicht abgebildeten — scharf begrenzt ist, treten oben Schichten auf mit unruhigerer Oberfläche; der Körper der Schicht ist in der unteren, in dem Bild dunkel gebliebenen Flur gleichmäßig feinkörnig, das Korn wächst rasch je näher der oberen Grenze, wo man einzelne Kriställchen unterscheiden kann. Auch hier ziehen sich von dieser oberen Grenze helle, nach unten sich zuspitzende Streifen in Abnahme des Zusammenschlusses der Helligkeit und der Größe der Körnigkeit nach unten und verlieren sich etwa in der Hälfte; es sind schwache, sich rasch nach unten verschmälernde und verfeinernde Verschmelzungen, als Fortsetzung des Randsaumes. Diese Streifen erhalten unter der feinkörnigen Quarzschicht die Form gebrochener fast gut begrenzter, an die oft spitzen Unterenden der Quarze wie Pfahlwurzeln sich anschließender queren Fasern, welche sich optisch positiv verhalten; sie durchsetzen die I. Schicht und rücken einzeln sogar bis zum Unterrande der II. Schicht fort.¹⁾ — Bemerkenswert ist auch, daß Ausbiegungen der Streifen

¹⁾ Ein sehr ähnliches Bild beobachtete ich in dem Stück Taf. III Fig. 7 (vgl. Taf. IV Fig. 15, Taf. V Fig. 4—8) an der innersten Schicht vor dem Eintritt des Mittenquarzes; die da auftretende Faserung sieht infolge einer körnigen, nicht straff radialen Form und ihrer tatsächlichen Zusammensetzung aus wie in kleinste Stückchen gebrochen; der optische Charakter dieser faserigen Züge ist der des Chalzedons. Während in der scharf abgetrennten vorhergehenden

(wagrechten) nach oben mehrfach übereinander folgen und sich verschmälern. Man hat den Eindruck, als ob an der auffälligen Stelle auf der rechten Seite der Fig. 43, woselbst links ein Streifen mehr eingeschaltet ist, hierdurch ein Druck auf die Unterlage ausgeübt und daher auch die darüber liegenden Schichtteile etwas nachgerutscht seien, wobei ein schwacher Seitendruck aufpressend auf die rechts stehen gebliebene Nachbarschaft gewirkt haben kann.

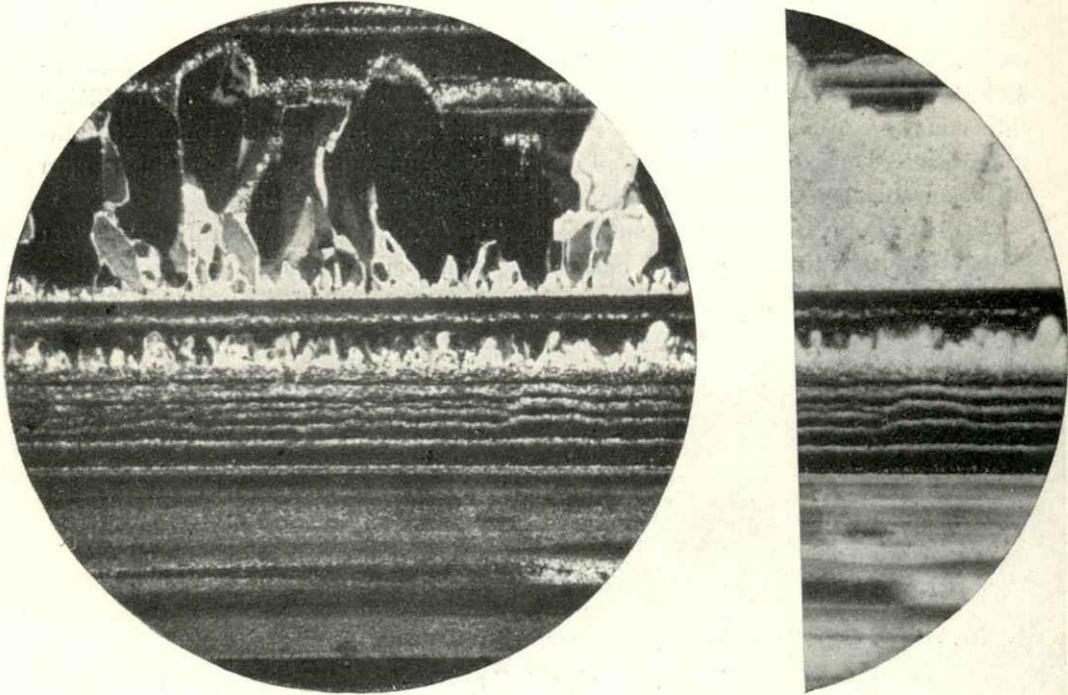


Fig. 43.

Aus der Übergangsstelle der Horizontalschichtung zur Quarzendfüllung beim Achat vom Kornberg, links in polarisiertem, rechts in gewöhnlichem Licht; die dunklen Züge zwischen den horizontalen Bändern sind nur sehr lichtschwache Züge feinsten Körnelung (ungefähr 60fache Vergr.).

Die über der zweiten körnigen Quarzlage befindlichen horizontalen Streifen haben die gleichen Kennzeichen; die nächste von ihnen erfüllt einerseits die Zwischenräume zwischen den nicht ganz seitlich zusammengewachsenen Quarzen, andererseits rücken die körnigen Ausscheidungen des Oberrands auf die überragenden Pyramidenendflächen hinauf und erhalten in dieser Spitzenlage ein Auswachsen in deutliche Einzelkriställchen, welche unten schmal sind und nach oben

Schicht, deren Eisenpigment sich an der Trennungslinie scharf abflacht, die Fasern „gedrillt“ sind, sogar in der benachbarten Region eine erhöhte eng gesetzte Drillung erfahren haben, fehlt in der unvollkommenen Faserung die sogen. Drillung noch ganz. Bemerkenswert ist, daß in dieser Schicht nur die Feinstriefung sehr wohl entwickelt ist, als ob ein umgekehrtes Verhältnis vorläge, daß also da, wo die Faserung infolge von Stauung im radialen Wachstum zurückgeblieben ist, die Chalzedonüberkristallisation über die körneligen Faseranlagen den Fasertypus nicht fördert und erhöht, sondern die Deutlichkeit der Teilschichtung hervorhebt und sie in schneller Wiederholung anhäuft. Die Markasitkriställchen (vgl. S. 182), welche sich in dieser Lage wiederholen, werden von dieser Feinstriefung in ähnlicher Weise umwachsen, wie dies Taf. V Fig. 8 darstellt; solche Ausbiegungen treten über die Innengrenze des Chalzedonkörpers im auffälligen Bogen hinaus und bilden hier feste Ansatzkurven für die divergierend anwachsenden Mittenfüllungsquarzchen.

sich verbreitern. Es erinnert dies an die bei dem Uruguay-Achat S. 189—190 gemachte Beobachtung; es sei auch auf die mikroskopischen Beobachtungen unten verwiesen.

c) Das gangartige Vorkommen zeigt im I. Achat mit langen stalaktitoiden Verzweigungen vom Kern ausgehende kurzzügige Moosachatbildung; in Bezug auf das Schichtungsgefüge liegen keine Besonderheiten vor; erwähnenswert ist eine dicke Schicht mit oberem und unterem Opalband und breiter, seitlich unregelmäßig begrenzter, nicht straffer Chalzedonfaserung.

3. Ein mikroskopisches Präparat von Horizontalschichtung eines Uruguay-Achats ist von der unteren rechten Ecke des in Fig. 30a S. 188 dargestellten Stückes entnommen und zwar von der I. Generation mit ihrem Quarz der Unterseite aufwärts nach dem abgeschnürten Teil der Mittenfüllung und darüber hinaus zum entgegenstehenden Quarz der I. Generation der Oberseite der Blase.

Die I. Generation besteht aus sehr wohl gebändertem und straff gefasertem Chalzedon in der Haltung völlig normal abgeschlossenen Gefüges.

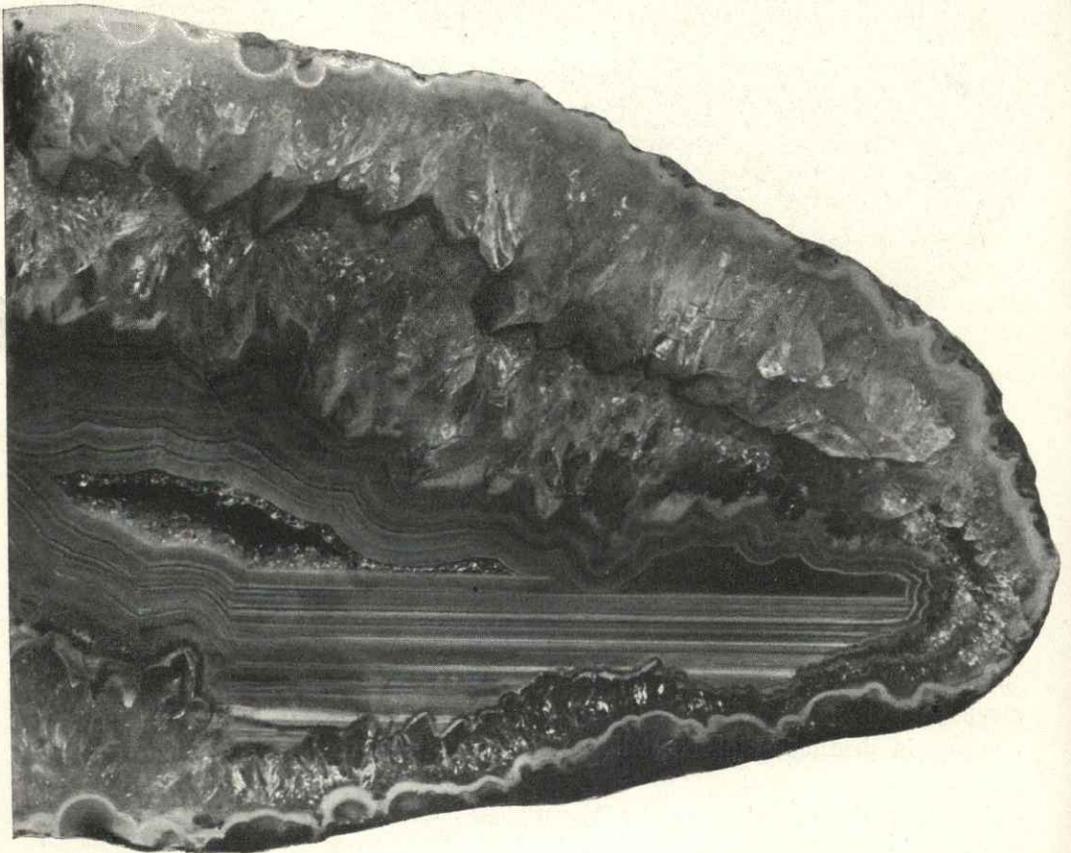


Fig. 44 (zu Fig. 30b) zeigt links die ununterbrochene Fortsetzung der horizontalen, meist schon unter der Lupe als Faserchalzedon erkennbaren Schichten in den rings umlaufenden, ohne daß eine erhebliche Änderung eintritt, was aber rechts auffälliger ist. Diese Seite der Platte ist die Kehrseite der in Fig. 30a links nicht gezeichneten Fortsetzung.

Der Körper der untersten horizontalen Schichten der II. Generation, deren schwach ausgeprägte dicke Schichtung in Fig. 30a schematisch angedeutet ist, welche auch keine seitlichen Aufbiegungen zeigt — vgl. auch Fig. 44 —, besteht aus mehreren Lagen

höchst unregelmäßigen sphärolithischen Gefüges von Chalzedon, von welchen zwei gut opalführend sind und wobei von der Oberfläche der unteren Lage schwache unregelmäßig faltige Fortsetzungen der Opalführung in die hangende Spärolithlage hereinreichen. Dazwischen findet sich auch eine unregelmäßig lagergangartig gewachsene Lage heller feiner Kriställchen, deren Spitzen gegeneinander gerichtet sind. Dies besteht in demselben geringen Maß von zweiseitigem Gangwachstum, wie auch das Sphärolithwachstum der ersterwähnten Lagen unvollkommen ist. In einer ganz dünnen Zwischenlage, welche nur Körnchen zeigt, erkennt man eine leicht wellige Oberfläche der Schichtung, welche ich nur als ein unregelmäßiges Zusammensitzen bei ungleichmäßigem Körnelungsanfall und noch mangelndem Randzusammenschluß deute.

Die obere in Fig. 30a schärfer linierte Schichtabteilung läßt im Mikroskop eine ausgeprägte Chalzedonbildung und zwar je in einer oberen Hälfte der Schichten erkennen, während der untere Teil nur unregelmäßig körnig ist und nur stellenweise sehr geringe Ansätze von Faserung besitzt. In einer solchen überwiegend körnigen Lage treten an der Obergrenze schwache Aufbiegungen auf, welche nicht darunter liegenden flach sphärolithoiden Faserungsrundbuckeln entsprechen. Von Wichtigkeit ist aber, daß die darüber folgende Schichtzone aus Chalzedon nur über den rundlichen Erhebungen straff gefasert ist, so daß diese emporgewölbte Höhenlage einen nach beiden Seiten abnehmenden Schopf von Fasern verursacht hat. Es ist das innerhalb des Horizontallagers eine analoge Erscheinung, wie jene auf S. 189—190, vgl. zu Fig. 43 u. 44 erwähnte, daß in dem Horizontalabschnitt ganz glatte Schichtoberflächen in ihrer Aufbiegungsfortsetzung ein deutliches Spitzenwachstum erhalten. Dem steht auch an diesem Präparat zur Seite, daß die unvollkommen gefaserten horizontalen Lagen nach ihrer Umbiegung zu ringslaufender Fortsetzung durchaus in ganzer Dicke scharf und straff gefasert sind, wie dies auch bei Fig. 44 schon mit der Lupe zu sehen ist.

Folgerungen aus dem Kleingefüge der Horizontalschichtung.

Wir erkennen in diesem Zustand des horizontalen Lagengefüges nicht nur sehr wichtige Kennzeichen der Entwicklung der dem Kalzitachat und Voll-Achat eigenen Strukturmerkmale, sondern auch die Merkmale eines früh durch wichtige Vorgänge gehemmten Wachstums.

1. Ein allgemeiner Kornbestand bis zur feinst erkennbaren Größe als Erstabsatz ist die Grundlage der Chalzedon- und Quarzinschichtung; hierdurch ist eine Brücke zum Feinquarz beim Kalzitachat gefunden.

2. Auch die Tatsache, daß die einzelnen in ihrer oberen und unteren Abgrenzung besser ausgeprägten Schichten einen oberen faserigen Endsaum aus Chalzedon und Quarzin erhalten können, erklärt eine wichtige Tatsache beim Kalzitachat und vereinzelt beim Voll-Achat.

3. Die Faserung des Chalzedons etc. kann aus einer strahligen Körnelungsverschmelzung, welche auch zugleich eine ziemlich einheitliche kristallographische Orientierung ermöglicht, entstanden gedacht werden; jedoch gehört hiezu noch eine frühe, durch scharf radialen Lösungsdurchzug beeinflusste Verschmelzung und Längsentwicklung. Eine andere quere faserartige Verschmelzung der Körnchen scheint durch einen quer die Schicht durchsetzenden Lösungsdurchzug (vgl. 12) bewirkt und auf das Horizontalgefüge des Körnelnschichten beschränkt zu sein.

4. Auch eine Büschelungsbildung kann in ihren Anfängen in diesem Körnelungszustand erkannt werden; sie wird wie bei 3 verursacht oder begünstigt durch Lagerungsaufbiegung des Körnelabsatzes.

5. Man hat viele Anzeichen dafür, daß die Faserung auch von der erst scharf begrenzten und fortgeschrittenen inneren Oberfläche der Schicht ausgeht und nach der Untergrenze fortschreitet, sowie daß die Büschelung von einer schärfer ausgeprägten Untergrenze ausgeht.

6. Die lagenartige Opalbänderung ist vor aller Faserung vorhanden und findet sich auch gelegentlich an der Ober- und Unterseite der Schichtenanlage.

7. Manche der Körnelungsbilder haben Ähnlichkeit mit einzelnen Niederschlags- und Ausscheidungsbildern, z. B. von schwefelsauren Alkalien (Fig. 48).

8. Es treten auch hier schon verschiedene Formen gangartig konkretionärer Auswachsung der Körnelschichtenanlage, besonders des Falls auf, daß ein ringsumlaufender, neben der I. Generation nicht unterbrochener Chalzedonsaum eine Kernlage umschließt. Das gangartig konkretionäre Auswachsen ist auch beim Voll-Achat bekannt.

9. Es gibt haarscharfe Absetzungen der Schichten voneinander, ohne daß ein eigentlicher Randsaum gebildet ist, wobei die Körnelung im ganzen Schichtkörper gleichbleibt.

10. Die Körnelung kann zu allseitig balkiger Verschränkung auswachsen; es ist vielleicht das ein Weg zu unregelmäßig sphärolithischem Gefüge. Es findet sich indessen eine unvollkommene sehr feinfaserige Sphärolithstruktur mit und ohne Opaleinschlüsse. Zackig-balkige Verwachsung haben auch die Chalzedonfasern.

11. Es gibt Schichten, bei welchen die Verlängerung der Körnelung zu balkiger Verschränkung hauptsächlich in der Schichtlänge durch den ganzen Schichtkörper oder auch nur an der Basis der Schicht bemerkbar ist; es beweist dies die mögliche Selbständigkeit der einzelnen Schichten in Bezug auf den die Auswachsung verursachenden Lösungskurs und die selbständige Entstehung der feinen Unterschichtung in einzelnen Zonen.

12. Die queren Streifen des Körnerzusammenschlusses erscheinen öfters durch diese bodenläufige Lösungsbeförderung (bzw. -hemmung) nach einer Richtung abgebogen und zeigen so einfach gebogenen Verlauf von Durchsinterungstreifen neben Verzögerungs- bzw. Beschleunigungslagen. Solche Durchsinterungen nehmen die bei Sedimentbänken bekannten sigmoidalen Formregelmäßigkeiten an.

13. Beim Übergang der horizontalen Lagen in die seitlich aufgebogenen tritt sofort feine und straffe Faserung ein (vgl. S. 249), wenn auch die erstere schon grobe, unregelmäßige und unscharfe Faserung besitzt.

14. Übereinstimmend mit der Ansicht, daß die Kieselsäure als kristalloide Lösung oder als Hydrosol in das Blaseninnere eintritt und rasch an den Wänden zum Kolloid ausgefällt würde, wäre eine zweifellose hydrostatische Ausgleichungsfläche der einzelnen Schichtabsätze, deren schmalere seitlichen Fortsetzungen an den Wänden schon stabil sind. Kleinere flach sphäroide Erhebungen in der Schichtlinierung könnten nahelegen, daß die Unterschiede zwischen den ringsumlaufenden Seitenteilen und dem Raum der nachbarlichen horizontalen Schichten nicht so groß sind, daß nicht auch hier schon gelegentlich eine Aufschüttung der sehr bald viskosen Lösung vor dem vollendeten statischen Ausgleich stabil werden könnte; es fehlt aber doch die entsprechende Kristallisationsart, welche die Aufbiegungen mit Büschelfaserwachstum begleitet. In Zusammenhang mit zweifelloser Böschungslagerung der Aufschüttungen wird es aber wahrscheinlicher, daß die je

nachdem mehr und weniger mit überschüssigem Wasser getränkten körnigen Ausscheidungen erst die Schichtausgleichungen und Böschungslagerungen erhalten.

15. Verschiedene Hoch- und Oberrand-Ausstülpungen der großen Blasen zeigen bei nahe zusammenliegenden einen statischen Ausgleich der horizontalen Grenzflächen gegen den Quarz, bei etwas weiter abstehenden kann letztere beträchtlich tiefer liegen. Besondere Verhältnisse haben hier in letzterem Fall den Horizontalabschluß früher eintreten lassen, was auch mit der oben gegebenen Ansicht über die selbständigen und besonderen Ursachen der Abtrennung der Einzelschichten oder kleineren Teilpakete übereinstimmt (vgl. unter: Allgemeine Erörterungen).

16. Während bei den großen Blasen die horizontalen Schichten eine Art Übergang zu der Quarzendfüllung darstellt, tritt bei den kleinen Bläschen dann meist noch eine abschließende Chalzedonrundsichtung auf, ehe der Mittenquarz einsetzt.

17. Alle horizontal scheinenden Linien bei den einzelnen Bläschen sind einander parallel und dadurch mit Flüssigkeits-Spiegellinien vergleichbar.

18. An der Grenze der Horizontalschichten gegen die Quarzendfüllung treten — auch bei Uruguay-Achaten gelegentlich beobachtet — vereinzelt neben Quarzeinschaltungen weniger scharf ausgeglichene Körnellagen auf, welche darlegen könnten, daß sich hier Änderungen vorbereiten, welche der geschlossenen Faser- und Schichtbildung nicht günstig sind; dies zeigt sich auch gelegentlich beim Voll-Achat.

19. Es ist hinzuzufügen, daß die oben als ursprüngliche, als für die Erklärung von beobachteten Tatsachen des Kalzit- und Voll-Achats wichtigen Merkmale betonten Eigenheiten doch hier eine für sich, der Besonderheit der Umstände entsprechende Sonderentwicklung erfahren haben müssen.

n) Vergleich der Achatbänderung mit gebänderten Hornsteinen.

Einige große Stücke jurassischer Hornsteine¹⁾ sind untersucht worden; alle zeigen an den Bruchflächen neben den gebänderten Abschnitten unregelmäßig dunkelgraue Flecken, an welchen die hellere Bänderung auch mehrfach abstößt; diese auffälligen, oft randlich, aber auch tief nach der Mitte zu sich erstreckenden und von dort scheinbar ausgehenden dunklen Teile haben aber auch gelegentlich einen dunkleren Kern mit hellerer Umgebung. Die Bänderung selbst ergibt, daß sie im unregelmäßigen schaligen Bau nach verschiedenen Richtungen, seitlich von den Kernflecken aus und zwischen ihnen verschieden rasch vordringt. Besonders sieht man da, wo ein Muschelschälchen die Bänderung kreuzt, daß deren Streifen auf der einen Seite desselben stärker (nach innen) vorgerückt sind wie auf der anderen; der Schalenquerschnitt wirkt durchaus wie eine Verwerfung; man wird hierbei an das Bild erinnert, welches R. E. LIESEGANG in Achate 1915 S. 95 Fig. 49 (vgl.

¹⁾ Ein völlig kugelförmiges Stück von Biehl in Baden aus der Sammlung von Assessor Dr. ARNDT, München, zeigt bis auf eine einseitig dichtere Setzung der Bänder regelmäßig kugelförmige Bänder bis ins Innere. — Ein anderes Stück ist weniger scharf gebändert und zeigt im Innersten den Durchschnitt einer Ammonitenschale. Dieses und andere Stücke der FLURL'schen Sammlung und das abgebildete Stück in Fig. 45 stammen von Haunstedt bei Ingolstadt. Das Stück mit dem Ammonitenrest im Kern ist fast kugelig; die Bänderung um das Fossil ist zuerst elliptisch, die längere Achse liegt ungefähr in der Schichtebene, welche auch außen kenntlich ist. Auffällig ist die Anhäufung der weißen Substanz (Opal) in der Schale, ober und unter ihr, während sie gemäß den Seitenenden fehlt. Eine Brachiopodenschale ist nur von unten her halb mit Opal, der obere Hohlungsrest ist mit Quarz erfüllt. Das erwähnte Stück von Biehl zeigt bei jedem Band regelmäßig eine innere dunkle und äußere dicht weißliche Zone, welche nach außen scharf begrenzt ist.

auch N. Jahrb. f. Min. 1914 S. 270) aus einem ähnlichen Gestein gibt; auch hier scheint mir ein (i. c. Fig. 49) undeutlich gewordener Schalenanschluß an der Einseitigkeit des Wachstums Schuld gewesen zu sein. Ich erinnere hierbei auch an die von mir in Geogn. Jahreshft 1909 S. 85 Fig. 3—5 Taf. XI Fig. 1—3 gegebenen Abbildungen und Erklärungen, wonach in von Eisenoxydhydrat durchsinterten Gesteinen Muschelschalenlagen ebenso eine Veränderung in der Weite des Vorrückens hervorbringen, wie bei Durchsinterungen von Sandsteinen etwa Geröllager (vgl. Jahresb. d. Pollichia, Bad Dürkheim 1915 S. 95). Ich möchte der Deutung einer Vergleichbarkeit dieser Erscheinung mit den „Pseudoklasen“ nur mit großem Vorbehalt zustimmen.

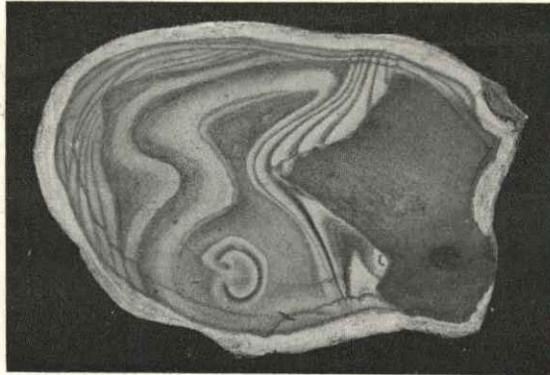


Fig. 45.

Anschliff eines Hornsteinknollens mit einer weißlichen Verwitterungskruste; er zeigt verschiedene Durchsinterungsbänderung, von welchen die ältere, unregelmäßiger zapfig-buchtig gestaltet, an einem rascher erhärteten dunklen (einseitig gelegenen) Kern (S. 155) abstößt; eine jüngere, nicht so weit nach innen vordringende hält sich mehr an die Form der Außenfläche, durchkreuzt daher öfter die ältere und dringt hier jeweils an den helleren Streifen etwas stärker bogig vor.

Ein weiteres Anzeichen des ungleichmäßigen Vorrückens der Bänderung zeigt sich dann, wenn eine erste Bänderung von einer späteren überkreuzt wird, wie solche z. B. ziemlich gleichlaufend mit dem äußeren Umriß der Hornsteinknollen bei zwei Stücken in das Gesteinsinnere eindringt; hier springen die neuen Bänder an jenen Stellen bogig nach innen vor, wo sie die älteren weißlichen Bänder überschneiden. Die Durchlässigkeit oder Niederschlagsfähigkeit ist hier größer, was auch aus dem mikroskopischen Befund erklärt werden wird.

Unter dem Mikroskop zeigt sich, daß die erwähnten dunkelsten Kern-Abteilungen sich nicht etwa durch die Kristallisationsart von den übrigen Teilen unterscheiden, sondern durch fleckige Anhäufungen in scharf begrenzter ungefärbter Substanz, welche die sonst gleichmäßig und höchst feinkörnig kristallisierte Masse lediglich stark trübt; letztere kann als sehr fein entglaste amorphe Kieselsäure mit noch reichlicherem, ungleichem Einschluß von Opal betrachtet werden.

Die weißlichen Schalen der gebänderten Zone sind davon nun gradweise unterschieden, indem der Opaleinschluß etwas zurücktritt und zwischen feinsten Kriställchen gleichmäßig verteilt ist. Die im auffallenden Lichte dunkel scheinenden Zwischenbänder, welche aber durchscheinen, sind unter dem Mikroskop ohne alle Opal-Einschlüsse ziemlich gleichmäßig und sehr fein kristallisiert.

Die Kristallkörnigkeit ist gleichmäßig feinstkörnig; nur da wo Organismenreste (Schälchen von Foraminiferen, Röhrechen etc.) eingeschlossen sind, wird sie

etwas ungleich großzügiger, oder es tritt eine faserig-feinstengelige radiale Entwicklung von — wie es den Anschein hat — Quarz auf.

Aus diesen Verhältnissen wird man für die oben beschriebenen Tatsachen bei der Durchkreuzung älterer und jüngerer Bänderung folgern: ein weißes Band rückt mit einer Anreicherung an Opalausfällungen beim Durchkreuzen des weniger dicht geschlossenen ungleichmäßigeren, an Opaleinschlüssen schon reicheren älteren Bandes stärker vor, als in dem dichter geschlossenen und gleichmäßigen, an Opal armen Band; das nächste jüngere Band hingegen, in welchem keine Opalausfällungen stattfinden, verursacht in dem alten weißen Band eine Nachkristallisation, eine schwache Erhellung und in einem ohne Opaleinnschluß einen verstärkten Zusammenschluß der schon vorhandenen Kristallisation.

Vom Rand der Knollen her findet auch eine Anwitterung statt, welche außen die Unterschiede der älteren Bänderung wieder sehr verringert und nach der Grenze gegen den unberührten Innenkörper wieder eine regellose Erhärtung mit Anreicherung amorpher Kieselsäure verursacht.

Der Gang der Entstehung scheint folgender gewesen zu sein; zuerst fand aus irgendwelchen Ursachen eine starke, unregelmäßig gestaltete Ausfällung von SiO_2 statt, welche daher auch vorwiegend amorphe Kieselsäure enthält; an diesen Kern oder Kernkörper trat eine neue Konzentration heran, welche bänderartig ausgefällt wurde, deren Schichten zum Teil an jenen Kernkörpern abstoßen und sie öfter zuletzt umhüllen; ihr weiteres Anschlußwachstum führte erst zu einem abgerundeten Knollen. Die gebänderte Ausfällung war wohl Folge relativ nachlassenden Lösungszuzugs.

An dieser so fertigen Gestalt konnte schon in etwas späterer Zeit eine nahezu gleichwertige und gleichartige Bänderausfällung einsetzen, deren Form dann von dem Umfang des Knollens ebenso abhängig ist, wie die noch späteren Anwitterungsumwandlungen, deren Linienzüge daher die unregelmäßigeren der ersten Knollenbildung durchkreuzen müssen.

Der ganze Vorgang fand in der Diagenese einer noch nicht gehärteten, an kolloidaler Kieselsäure reichen Kalkmasse statt, wobei dann gleichzeitig mit der ersten Bänderung alle eingeschlossenen Kalkfossilien verkieselt wurden. Es ist kein Zweifel, daß ebenso der Kalk der Schicht selbst im Umfang des späteren Hornsteinknollens in Lösung ging; auf die Unterbrechungen dieses Vorgangs sind wohl die Unterschiede zwischen Kern und gebändertem Hornstein zurückzuführen.

Es ist hierbei hervorzuheben, daß der Vorgang der Auskristallisation selbst wohl in ähnlicher Weise an der Resorption des Kalks beteiligt war, wie ich dies in Geogn. Jahresh. 1909 (S. 223—227 Textbeilage II zu S. 149 Fig. 4) ausführte. Es sind in den Hornsteinknollen größere Foraminiferen (*Haplophragmium*) eingeschlossen, welche z. B. an der Grenze einer hellen und dunklen Zone liegend im Bereich der letzteren in ihren Hohlräumen, selbst in den feinsten Schalenkanälen von amorpher Kieselsäure erfüllt sind, während der Schalenkörper diese nicht enthält, d. h. durch Kristallisation umgewandelt wurde; die Begleitumstände der Kristallbildung sind also — zugleich als langsamerer Vorgang — bei der Auflösung und Verdrängung des Kalks das Wichtigere hierbei; die Ausfällung der amorphen Kieselsäure scheint sich in dieser Hinsicht neutral zu verhalten;¹⁾ sie findet in Hohlräumen rascher

¹⁾ Leider war es mir nicht mehr möglich eisengefärbte Hornsteine zu untersuchen, wie ein solcher in prächtiger Erhaltung in der Senckenbergischen Sammlung in Frankfurt a. M. liegt. DEECKE, Geol. von Baden 1916, S. 380 sagt von solchen: „Durch Verwitterung werden die Knollen porös und tränken sich leicht mit Lösungen jeder Art, weshalb sie Eisensalze gern absorbieren und braun-

statt, wenn sehr häufig auch die Foraminiferenschalen von Opal nur teilweise erfüllt wurden und ein Rest der Höhlung mit Quarz ausgekleidet ist. Die Erfüllung mit Quarz betrachte ich als eine Letztfüllung eines Hohlraums unter Entzug bzw. mangelndem Nachschub des Lösungsmittels; ein Vorgang, welcher sich sowohl bei den Hornsteinen selbst mit mehreren kugelschichtigen Quarzeinschaltungen äußert als auch bei Kieselsäureseptarien im Kontaktbereich der Basaltdurchbrüche (vgl. Geogn. Jahresh. 1912 S. 258) in Röttschiefern und in Kalken des Wellenkalks, deren Septarienrisse mit Quarz ausgekleidet sind, und welche nicht mit den quarzitären Sandsteinbrocken zu verwechseln sind, welche in eben diesen Gebieten als Reste sandiger Einschwemmungen in den flachen Kratertrichtern mit Tonen und Tuffen zusammen vorkommen. — Statt der oben erwähnten Quarzeinschaltungen, entstehen bei der gleichzeitigen Auflösung des Kalks des Schichtkörpers sehr häufig auch Hohlräume.

Es sei noch nachgetragen, daß hier in ähnlicher Weise wie bei Mergelknollen die äußere Oberfläche verschiedenartige buckelige und ringartige Wülste aufweist, welche mit dem Zuwachs zusammenhängen, den ein Knollen von verschiedenen Seiten des Lösungszuzugs erhält; das Oberflächenverhalten solcher Zuwachsteile zeigt schon verschiedene Härte an; ihre Durchsinterungen sind auch beteiligt an der Entstehung des oft wirren Bildes der Bänderungen im Innern.

Einzelne Stücke zeigen auf der Außenseite und im Querbruch von oben nach unten noch die Spuren der eigentlichen Sedimentschichtungen in Streifen einer größeren und geringeren Dichte des Kieselsäureabsatzes; sie lassen sogar auf der Oberseite der auf der Unterseite flacheren Knollen die gewöhnliche Aufbiegung der Schichtlagen über eingeschlossenen Fossilien erkennen; diese „Geoden“-Bänderung ist nicht mit der Kieselsäurebänderung zu verwechseln; andere Stücke lassen (FLURL'sche Sammlung) auf der äußeren Oberfläche wirr gewachsene Runzeln, entfernt vergleichbar den Kieselringen, erkennen.

IV. Karbonatfüllung von Blasenräumen.

Es ist oben an mehreren Stellen darauf hingewiesen worden, daß auch lediglich Karbonate die Blasenräume erfüllen können, ohne daß ein Anlaß vorläge, diese Entstehung sehr wesentlich anders zu beurteilen, als die der Chalzedonachte; es liegen trotzdem wichtige Unterschiede vor.

Eine I. Generation fehlt selten ganz; häufig zeigt sich hier noch Chalzedon in vereinzelt Bändern oder Quarz in kleinen Rosetten, wobei sich auch der Unterschied zwischen Boden und Dach der Blasen hervorhebt. Selten ist die I. Generation durch eine dickere einheitliche Chalzedonkruste wie etwa bei Taf. III Fig. 15 ausgebildet, während alle weitere Füllung aus dichtem feinkörnigen Karbonat (Dolomit) besteht (Original von Niedermohr). Andererseits finden sich bei Dietschweiler Krusten reinen Dolomits auch ohne weitere Mineralfolge als Vertreter der I. Generation. Sehr häufig besteht die I. Generation aber wie bei vielen Kalzit- und Voll-Achaten aus einem dichten Braunspat oder manganhaltigen Kalzit in oft zwei Schichten,

rot oder gelb werden.“ Es ist hier noch zu entscheiden, ob die Rotfärbung mit jener zweiten Lösungsdurchsinterung zusammenhängt, welche vor der eigentlichen Verwitterung die älteren Bänder durchsetzt, deren Durchschneidung an dem Frankfurter Sammlungsstück auch ohne Lupenbesichtigung dem Sammlungsbesucher deutlich ist. Ein in der Sammlung von Dr. ARNDT befindliches Stück läßt hierüber nichts Deutliches feststellen; es scheint die Färbungsänderung (weinrot oder ockerbraun) jünger zu sein als die eigentliche Hornsteinbänderung.

in welchen beiden das radiale Wachstum nach innen nicht selten gut ausgeprägt ist; in dieser Kruste tritt auch meist die grüne Färbung von eingesprengtem Delessit auf und beschließt die Innengrenze der Generation.

Hierauf folgt auch recht häufig strahlig-stengelig gewachsener Kalzit ebenso wie Rhomboeder und selten Skalenoeder, wobei auch sehr oft mit einem einheitlichen Kristall der Restraum erfüllt wird.

Wenn über der I. Generation gelegentlich eine geringe Zahl recht kleiner Quarzchen folgt, möchte man beim darauffolgenden Kalkspat an die Letztfüllung einer Mittenhöhle glauben; es liegen aber auch Stücke vor, welche über einer I. Generation Halbrosetten von Kalzit besitzen, ähnlich dem Zwischenkalzit zwischen I. und II. Generation in Taf. V Fig. 20, darauf ein recht gering breites Streifchen eines Wechsels von Bändern recht kleiner radialer Quarzkörnchen mit höchst feingebänderter Kalzitachatkuste, welche wieder von dichtem, anscheinend aus der Umwandlung stengeligen Aragonits entstandenem Kalzit als Mittenfüllung überwachsen ist; man glaubt hier die Reste des normalen Baus vor sich zu haben, welche durch das Überwiegen der Karbonatausscheidungen vereinfacht sind. So könnte man zu der Ansicht kommen, daß in anderen Fällen der auf der I. Generation aufsitzende „Zwischenkalzit“ den ganzen Raum gleich ringsum ausgefüllt und daher jede weitere Gliederung abgeschlossen habe.

Es ist nochmals für die Karbonatfüllungen hervorzuheben, daß die I. und II. Generation als fundamentale Trennung hervorsticht; genau das gleiche zeigen die vielen hier auftretenden Gangfüllungen, welche mit einer I. Kalzitgeneration versehen sind, mit daraufsitzenen Zeolithstengeln, welche, durch die spätere Chalzedoneinwanderung pseudomorph umhüllt, in ihrer Gestalt wohl erhalten, aber beim Weiterwachstum der Achatfüllung in ihrer Substanz verloren gegangen sind (vgl. unten Abschnitt VIII).

Eine große Blasenfüllung vom Gangelsberg bei Duchrot verdient noch Erwähnung; sie hat die Form und Größe der in Fig. 39a dargestellten von Oberstein. Eine stärkere Bodenlage ist sichtbar mit schaligen Bruchstücken des Muttergesteins; die I. Generation ist mit flachkugelige Oberfläche gegen innen begrenzt, mit welcher Oberfläche aber hier und seitlich bzw. oben der reinere Kalzit der I. Generation, der auch die Zeichen der Umkristallisation hat, nicht übereinstimmt; man müßte strahlige Struktur oder Kalzitachat voraussetzen; mit einer zweifellos stattgefundenen Umkristallisation stimmt auch die Verdrängung des Eisenoxydgehalts nach der Oberfläche der I. Generation, welche wir auch oben als Begleiterscheinung der Klarkalzitbildung feststellten. Der übrige Raum der Blasenöhlung ist dicht geschlossen von halbdurchsichtigem großspätigem Kalzit als Letztfüllung; von einer selbständigen Mittenfüllung fehlen die Nachweise. — Da ich dieses Stück selbst sammelte, konnte ich feststellen, daß der Boden nicht etwa von einer tieferen Nachbarblase mit stärkerem Auftrieb sondern vom Magma eingedrückt wurde (S. 147).

V. Delessit und ein Bol-artiges Mineral als Blasenfüllung.

Wir haben oben Delessit öfters in der ältesten Kruste der Chalzedon- und Kalzitachatfüllungen, in größerer und geringerer Dicke vorkommend, erwähnt. Es tritt aber dieses Mineral in den kleineren Blasenräumen nicht selten in größerem Umfang auf, nicht nur als Vertreter der I. Generation randlich oder in stalaktitoiden

Gewächsen, sondern als einzige Blasenfüllung; im Nahetalgebiet sammelte ich es an verschiedenen Stellen, besonders schön bei Fischbach und gegenüber Sobernheim. Auf der pfälzischen Seite ist es besonders häufig im Grenzmelaphyr bei Waldmoor festgestellt worden; hier zeigt sich oft eine äußere Zone etwas hellerer und weicherer Bol-artiger Substanz, auf welche wir noch an anderer Stelle zurückkommen; weiter findet es sich schön im Grenzmelaphyr von Dannenfels (Geogn. Jahresh. 1916 S. 63—64) und bei Niederwiesen. An beiden letzteren Fundorten tritt lediglich Quarz bzw. mit Asphalt als Mittenfüllung, ein einzigesmal auch Chalzedon auf.¹⁾

Es wurde hierbei an mehreren Stellen die Beobachtung gemacht, daß während bei Füllung größerer Blasen mit Chalzedon und Quarz randlich eine geringe bis verschwindende Schale von Delessit sich zeigt, dieser bei benachbarten kleineren Blasen die Höhlung nahezu ganz erfüllt, als ob die in der Umgebung der größeren liegenden kleineren Blasen, zuerst mit Delessit bedacht, den größeren die diese Ausscheidung bringende Lösung vorwegnehmen konnten (vgl. oben S. 140).

Das Mineral ist bekanntlich ein Chlorit; es hat genau die gleichen Ausscheidungsformen in Faserung und Bänderung wie Chalzedon und läßt auch die schönste Achatstruktur unter dem Mikroskop erkennen; hier ist sehr deutlich, daß nicht etwa eine durch Diffusion hervorgerufene Einschaltungsschichtung vorliegt sondern eine solche wie sie mit den Absetzungen der mineralischen Ausscheidungen selbst engstens zusammenhängt. Die Bänderung ist verursacht durch einen Wechsel von feinfaseriger und mehr dichter, sehr feinkörniger Substanz; die faserig-schuppige Struktur ist öfters schon mit bloßem Auge zu erkennen.

Delessit fand sich auch bei Duchrot und Talböckelheim inmitten einer reinen Kalzitfüllung bei einseitig schwach entwickelter Bodenausscheidung I. Generation mit unregelmäßigem Kalzit in grünlichen, schwach stalaktitischen kurzzügigen Einschaltungen in recht kleinen runden Körnchen, welche auch, hintereinander gereihete, kleine Stämmchen mit Verzweigungen bilden; die Struktur ist feinfaserig sphärolithisch; das Gewebe hängt in schmalem Strang (sozusagen) an der Decke und verzweigt sich nach unten; es wird von Kalzit regelmäßig umwachsen; diese Kalzitfüllung ist ein einziger Kristall, die Spaltflächen sind schwach gebogen. Es ist nicht zu verkennen, daß diese Gebilde in hohem Maße Moosachat-artig sind. Ganz außerordentlich Moosachat-artige Bilder erhielt ich bei Schliften aus dem Gangmelaphyr gegenüber Sobernheim (Jungborn), an der Mündung des Bachs östlich vom Hottenbach; ich dachte lange daran, daß Delessit die Ursache des Moosachats sein könnte; ich fand aber in einem Schliff zu Taf. V Fig. 3 u. Fig. 15, daß die hier auftretenden noch typischen Moosachat-artigen Gebilde von der Grenze der feinen Kieselausscheidung über der innersten Delessitachse der Stalaktitoiden auch nach außen in den äußeren Chalzedon-Delessit hereinragen und selbst nichts von Delessit erkennen lassen! — Es wurde oben hervorgehoben, daß eine innere Delessitachse dieser Gebilde bei Taf. V Fig. 3 vor der Auflagerung durch eine zweite Stalaktitoidaufwachsung an Umfang und Gleichseitigkeit vermindert wurden, was

¹⁾ Es ist erwähnt, daß der Delessit oft allein als I. Generation der Blasenfüllungen erscheint, während der Innenraum auch mit Kalzit erfüllt sein kann; hier treten an einzelnen Stellen auf bzw. im Delessit Kupferkieskörnchen auf; dies erinnert auch an das Auftreten von gediegen Kupfer in einer äußeren Kruste von Chalzedonmandeln und in Diabasen von Sao Paolo (vgl. HUSSAK, Zentralbl. f. Min. 1906 S. 223—335). Diese Kruste besteht einerseits in einem schwarzen Eisensilikat, andererseits auch in Blasenwandungen aus einer grünen ockerigen Masse, welche bei qualitativer Prüfung eine starke Eisenreaktion ergibt.

von der äußeren grünen Hülle, die auch nichts anders ist als Delessit mit Faser-Chalzedon, nicht gesagt werden kann. Auch von obigem Fundort bei Sobernheim fand ich zwei durch eine Chalzedonschicht getrennte Delessitzonen, von welchen die innere die weitaus stärkere ist.

Neben dem Delessit und an seiner Stelle kommt auch häufig eine äußerlich Bol-artige Substanz vor; sie ist makroskopisch dicht, frisch erhalten olivengrün durchscheinend, doch auch undurchsichtig und matt graugrün bis grünlich weiß gefärbt; hier findet sich gelegentlich Delessit oder Quarz als Mittenfüllung. Unter dem Mikroskop zeigt auch sie sich gebändert nebst feingefasert und ist wie Delessit optisch positiv. Es ist wohl ausgeschlossen, daß das Bol-artige Mineral, wie es auch randlich scharf vom Delessit abgesetzt ist, eine frühe Umwandlung von Delessit darstellt; beide Substanzen sind Eisen-Mangan-Tonerde-Silikate mit zwischen 30 und 47% SiO_2 und 18 bis 9% Al_2O_3 . Das Bol-artige Mineral enthält neben Eisen noch Mangan, neben Magnesia noch Kalk und Alkalien;¹⁾ in der einfachen Verwitterung verhält sich Delessit allorts ziemlich verschieden. Es wird hierdurch klargelegt, daß diese ältesten Ausscheidungen in den Blasen in Beziehung auf Opal, Chalzedon und Quarz weniger einseitig ausgelesene Mineralbildungen sind; sie stellen sich den Zeolithbildungen an die Seite, welche im allgemeinen etwas jüngere Entstehung haben.

Es sei noch folgendes besprochen: Ich habe in Dünnschliffen, oben S. 150 und zu Taf. V Fig. 3 (u. 15) S. 162, zu Textfig. 38 u. Taf. VI Fig. 6 zu S. 222 bzw. S. 225 in Verbindung mit Delessit eine zum Teil lichtgelbliche, zum Teil farblose Masse getroffen, welche im polarisierten Licht zum Teil dunkel bleibt oder ganz schwache Erhellung in sehr feinen positiven Fasern zeigt zum Teil entschieden feinfaserig sich umwandelt; ich dachte an Opal. Bei dem Stück vom Weiselberg konnte nachträglich an einer besser erhaltenen Bruchfläche die Härte festgestellt werden und außerdem die Auflösbarkeit in Salzsäure; darnach kann die Masse kein Opal sein. Bei weiteren Dünnschliffen zeigt es sich, daß es sich um ein dem Delessit nahestehendes Mineral handelt, welches als Gel eindringend in amorpher glasartiger Form erstarrt und dabei in wechselndem Umfang entglast ist. Ganz eigenartig sind die Ablösungsflächen, welche Unebenheiten von schlangen- und wurmförmigem Verlauf nicht gerade an Erhärtungs- und Austrocknungszersprengungen kristallinisch-anorganischer Massen erinnern, sondern an Gesteinsablösungen in kompliziert durchsinterten Mergelbänken. Hier finden sich auch die Chalzedonpseudomorphosen nach Pyrit (S. 149—150).

In einem Melaphyrkonglomerat O. vom Modenbacherhof bei Hainfeld SW. von Edenkoben, sammelte ich in Blasensteingeröllen weiße steinmarkartige Blasenfüllungen, welche zur Ergänzung der Zusammenstellung der Mineralien der Rheinpfalz im chemischen Laboratorium der Geol. Landesuntersuchung von Dr. AD. SPENGLER untersucht werden und interessante Ergebnisse versprechen.

Wir haben oben S. 140 Mitteilungen gemacht über das Verhältnis des Delessitauftritts in nachbarlichen Blasenräumen, welches auch darauf schließen läßt, daß Delessitbildung nur zu einer ganz gewissen Anfangszeit der Blasenfüllung statthatte und später nicht mehr auftrat.

Es sei noch folgendes hiefür von einer unterschiedlichen Fundstelle nachgetragen: Delessit tritt auch (vgl. HINTZE II S. 750) in dem Augitporphyrit des Fassatals auf; hiefür standen mir zwei Stücke zur Verfügung: 1. ein dunkleres mit noch weniger in „Chlorit“ umgewandelten Augiten, in welchen die normale Spaltbarkeit der Augitkristalle noch zu erkennen ist; 2. ein helleres, in welchem der Augit in eine grüne erdige Masse verwandelt ist.

¹⁾ Die Analysen Dr. AD. SCHWAGERS werden in einer Zusammenstellung der Mineralien der Rheinpfalz mitgeteilt; hiernach wäre der nächste Anschluß Malthazit-Halloysit.

1. Ersteres zeigt einige große Blasen zwischen 30 und 40 mm Länge und Höhe, welche mit großspätigem Braunspat erfüllt sind und am Rande neben einer äußersten unregelmäßig dicken Kalzitthaut einen gerade gut erkennbaren gleichmäßigen Besteg von Delessit besitzen; bei den kleineren Blasen bis zu 4 mm Durchmesser — größere bis zu 20 mm fehlen — zeigt sich aber fast durchgängig innerlich vor der gleichmäßigeren Karbonathaut eine ganz dichte Vollfüllung von Delessit, wofür also die S. 140 ausgesprochene Folgerung gilt. Außerdem gibt es Blasen, welche lediglich Karbonatfüllung haben, als ob sie vor jeder Delessitbildung schon vom Karbonat erfüllt gewesen wären, welches ja auch, wie oben erwähnt, als Erstabsatz recht wechselnde Stärke hat. Ganz vereinzelt finde ich innerhalb der Kalzitthaut statt Delessit nur Chalzedon.

2. Das zweite Porphyrit-Handstück läßt, neben einer gewissen Anzahl von Kalzitfüllungen, hie und da mit schwacher Delessithaut, eine größere Zahl von Blasenabscheidungen erkennen, welche lediglich aus einer dicken Delessitkruste bestehen; es ist auffällig, daß hier, wo gegenüber dem ersten Stück die Chloritisierung der Augite selbst so umfassende Fortschritte gemacht hat, die Delessitabscheidung so sehr im Rückstand geblieben ist, d. h. von einem gewissen Zeitpunkt der Blasenfüllung an überhaupt völlig Halt gemacht hat.

Der Dünnschliff zeigt auch eine stärkere Zersetzung der Augite als bei 1, woseibst neben einer stellenweise nicht unbeträchtlichen Kalzitisierung und Chloritisierung doch noch erhebliche Reste des Augitkörpers frisch vorhanden sind; bei dem zweiten Stück ist aber ein großer Teil chlorit- bzw. delessitisiert und häufig ist von den Ecken her von außen stärker Kalk eingedrungen. Ein Schliff, den mir Herr Dr. LAUBMANN zur Verfügung stellte, könnte von dem gleichen Handstück sein; er ist dünner und zeigt deutlich neben der chloritischen Substanz auch helle kleinste Körnchen und Schüppchen, welche auch einzelne Kristalldurchschnitte sowie Feldspatteilchen, ja auch Kapillarspältehen ganz zu erfüllen scheint, dies bezeichnete mir Dr. LAUBMANN, der hierüber besondere Untersuchungen angestellt hat, als Serizit. Diese Umwandlung zeigt sich auch bei meinem Schliff. — Trotz dieser ausnahmslos so starken Augitzerzersetzung ist die Delessitbildung in den Blasen geringer, die Blasen bleiben entweder hohl oder werden mit Quarz (Mittenquarz) ausgefüllt, der statt strahlenförmig etwas unregelmäßig pflasterförmig gewachsen ist. An einzelnen Füllungen ist auch hier die chloritische Masse amorph, wie in kolloidalem Zustand erhärtet (vgl. oben).

Diese Darstellung läßt folgern, daß die Delessitbildung mit dieser Zersetzung der Augite nicht zusammenhängt oder auch nur gleichen Schritt mit ihr hält; sie entstammt einem eignen älteren Vorgang.

VI. Beobachtungen über die Vorkommen von Voll- und Kalzitachat bei Oberstein-Idar.

Ein kurzer neuerdings erfolgter Besuch einiger Aufschlüsse bei Idar-Oberstein läßt mich folgendes hinsichtlich der Beobachtungen und Einsammlungen bei Talböckelheim-Duchrot (Gangelsberg) hervorheben.

Die Blasenvorkommen sind auch hier auf mehrere gesonderte Gesteinslagen verteilt; dazwischen und darüberliegende Effusionen sind völlig dicht.

Die nachfolgenden Beobachtungen beziehen sich auf die Dachzone der Ergüsse,¹⁾ ein basaltisches bis porphyritisches Gestein, das auch mit tonig feinkörnigen sedimentären Einschaltungen, endlich tuffigen und sandig konglomeratischen Sedimenten (vgl. A. LEPPLA, Erl. z. Bl. Oberstein S. 41 u. 46) eng verbunden ist und von einem dichten Gestein unterlagert wird, wie bei Talböckelheim. LEPPLA spricht neben den Blasenfüllungen auch S. 41—42 von den Zwickelfüllungen, welche zwischen den einzelnen Fladen des Lavastromes geblieben sind, wie ich solches auch oben S. 123 für das untere Nahegebiet erwähnen konnte.

Neben der häufigen Blasenform mit abgeplattetem Boden beobachtete ich auch öfters Formen mit abgeplattetem Dach; die Entstehung einer solchen Form ist denkbar, wenn große Blasenvereinigungen mit starkem Auftrieb gegen eine nahezu gleichzeitig auftretende und von außen nach innen rasch vorschreitende

¹⁾ Eine größere Anzahl von früher betriebenen Achatgruben befindet sich in der untersten Region der sog. „Sohlzone“ der Ergüsse.

Deckenerhärtung emporsteigen und sich hier abplatten, während nach unten noch eine Spannung wirksam ist, welche sonst bei starkem Nachschub kleinerer Blasen nicht da ist bzw. unmittelbar vor der Erhärtung und der Entgasungsmöglichkeit nach außen an Stromoberflächen eine Randflur beiderseits abgeglätteter, massenhaft angehäufter kleinerer Bläschen erzeugt wird; ebenso wie solche auch am Abkühlungskontakt von Gängen sich bilden, nicht lediglich Folgen einer Bewegung sind, sondern der raschen Randerhärtung (vgl. d. Jahresh. S. 1—17, S. 42—44), welche abplattend wirkt.

Viel auffälliger, als ich es nach den mir früher vorliegenden Sammlungsbelegen (d. Jahresh. S. 20) voraussetzen konnte, ist die Beteiligung von einer I. Generation aus Kalzit und Braunspat mit Delessit (vgl. zu letzterem auch Erl. z. Bl. Oberstein S. 41) am Aufbau der Blasenfüllungen. Bei den umgekehrten Blasen (mit abgeplattetem Dach) ist häufig der rötliche Chalzedon lediglich auf der Oberseite entwickelt, worin sich die Gegensätzlichkeit der Entstehung der Form spiegelt.

Ein großes Stück mit rundlichem Querschnitt, abgeplattetem Boden und mit steil zu hutförmiger Gestalt emporgebogenen Seitenwänden, läßt hier und am Boden große längliche, rings abgeschlossene, zum Teil verkieselte Bruchfladen des Muttergesteins vom Achat umschlossen erkennen. An diese vorzugsweise schließt sich ein wirr stalaktitoides Wachstum von Dolomit, Chalzedon (mit Beteiligung von Kalzit), von Chalzedon II (zum Teil blutrot gefärbt), dessen Letzträume in der Mitte oben und unten kugelige Oberfläche zeigen und entweder leer blieben oder ohne jede Zwischenbildung von Quarz nur von Kalzit erfüllt sind; letzterer sitzt also zum Teil in plattig-strahligem Gefüge auf der nierenförmig gerundeten Oberfläche von Chalzedon auf. Wo die Letztoberfläche der Generation I ein enges Maschenwerk bildet, dahin zog sich also die Chalzedonbildung, wo aber die Hohlräume groß waren, da blieb die Oberfläche frei bzw. hat sich (scheint es) erst viel später mit Kalzit ausgefüllt. Es ist das Stück von Interesse hinsichtlich der S. 152 zu Fig. 22 und Taf. III Fig. 12 gemachten nicht gerade häufigen Beobachtungen (vgl. S. 153 Anhang) eines inneren Achatabschlusses ohne Quarzkruste (Mittenquarz), was hier offenbar mit mangelndem Kieselsäurenachschub und wohl bald nachdrängender Kalklösung zusammenhängt.

Sowohl bei Oberstein an der Straße nach Idar, als auch und besonders in der Bruchscholle des gleichen Teillagers nordwestlich von Idar an dem Hang zwischen Idar selbst und der Straße nach Algenrodt fand sich auch Kalzitachat zum Teil in ganzen Anreicherungsnestern im Gestein.

In den wenigen Stücken bei Oberstein selbst tritt ein schmales Band undeutlich geschichteten Kalzitachats über einem stellenweise stark von Delessit durchsetzten I. Kalzit bzw. Braunspat auf, über welchen nach innen zu reichliche Quarzfällung folgt. Bei Idar fanden sich vollkommenere Stücke von Kalzitachat; die Blasenform zeigt hier meist gut ausgebildete Bodenfläche. Die I. Achatgeneration besteht oft aus einem gesetzlosen Wechsel von Chalzedon, Kalzit und Delessit. Bei einzelnen Stücken hat man ein reichgestaltiges stalaktitoides Gewirr, in welchem auch gelegentlich der Kalzit durch Kalzitachat ersetzt ist und wo neben Delessit Eisenoxyd in eignen Schalen und starker Färbung auftritt, vielleicht als frühe Zersetzung oder Umwandlung des Delessits,¹⁾ der fast stets die Innenseite gegen

¹⁾ Es sind das die gleichen wirren, aber stark getönten Färbungsgegensätze wie bei der Heliotropartigen Färbung im Voll-Achat (I. Generation) des gleichen Fundorts.

die II. Generation oder gegen Kalzitkristalle und Groß-Halbsphärolithe bildet, welche auch als Zwischenkalzit bezeichnet werden können. Bei zwei Stücken ist durch solche Wucherung die II. Generation des Kalzitachats mit kleinem, wenig ausgedehnten Mittenquarz nach dem oberen Blasendach auf ein Drittel der Blasenhöhe und die Hälfte der Blasenbreite vom Boden verdrängt, woselbst fast keine II. Generation zu bemerken ist. Die Schichtung im Kalzitachat ist bei mehreren Stücken sehr fein und entschiedenst ausgeprägt; es treten auch gegen die Mitte zu, wie dies auch bei gemischtem Achat von Talböckelheim oben festgelegt wurde, feine Chalzedoneinschlaltungen auf, welche, wie dies auch für andere Funde von Talböckelheim gilt, nicht nur wie Säume der Kalzitachatschichten aussehen, sondern oft mehr wie selbständige Einschaltungen.

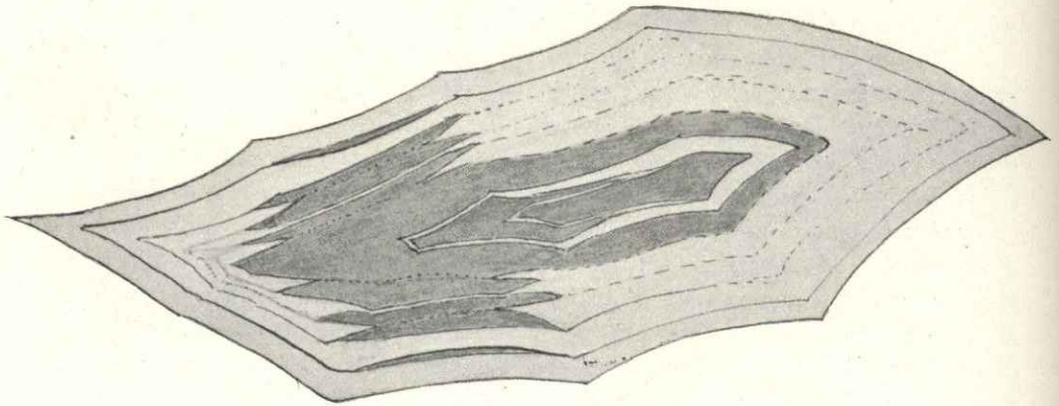


Fig. 46.

Querschnitt durch einen mittleren Teil eines Kalzitachats von Idar in der Stellung wie er zur Bodenfläche zu halten ist; hell Feinquarzkalkzit, dunkel Chalzedon (vgl. Taf. VI Fig. 1 und 2).

Ein sehr gut erhaltenes Stück mit gut erkennbarer Bodenfläche zeigt gegen die Mitte an zwei Bruchflächen, zwischen welchen eine allerdings sehr kurze Quarzmittenfüllung nachzuweisen ist, mehrere Chalzedoneinsäumungen, welche selbstständiger scheinen; in dem niedrigeren Teil der Blasenfüllung sieht man das in Textfig. 46 noch dargestellte Bild, nach welchem man schließen könnte, daß Chalzedonschichten auf Kosten der Kalzitachatschichten an Dicke rasch zunehmen und zwar auf beiden Seiten von innen und außen her, so daß die Kalzitachatschichten auskeilen, zum Teil etwa in der Art, wie dies Fig. 41 c S. 233 für die Opaldurchsinterung erkennen läßt. Die Kalzitachatschichten dieser Zone zeigen unter dem Mikroskop eine ganz gleichmäßige Verteilung des Feinquarzes, wie dies meist der Fall ist, auch wo ein Chalzedonsaum auftritt. Der Chalzedon Taf. VI Fig. 1—2 ist auch an den dünnsten Stellen nicht sehr durchsichtig, die Faserung tritt in gewöhnlichem Licht, wie meist, fast ganz zurück, dagegen zeigt sie eine sehr feine Körnelung, welche ihrer trübweißlichen Farbe (in gewöhnlichem Licht) entspricht; es scheint, daß wir hier eine Körnelungsanlage zu vermerken haben, welche wir beim Voll-Achat sonst Opal nannten.

Die oben erwähnte im Innern des nach unten dünneren Flügelteiles der Füllung oberhalb und unterhalb der Mitte sich querspurig ausbreitende Chalzedondurchsetzung (vgl. Textfig. 46 u. Taf. VI Fig. 1—2) wird seitlich nach dem höheren Teil der Blasenfüllung dünner und zerteilt sich zwischen dem viel stärkeren Kalzitachat; die kleine, offenbar nur kurze Mittenfüllung aus Quarz ist in einem weiteren Drittel der Länge der Blasen, in dessen ersten Drittel der abgebildete Querschnitt liegt, schon

wieder fest geschlossen. Die quere Einschaltung liegt in dem dem Boden genäherten Teil des Querschnitts. Diese Anhäufung und Verteilung quer durch den inneren Schichtkörper hat eine gewisse Beziehbarkeit damit, daß von dem zweiten starken Querschnitt nach dem ersterwähnten eine äußere, ganz außerordentlich feinschichtige Kalzitachatabteilung auskeilt; es könnte also scheinen, daß in dieser Richtung eine Ausschaltung des Kalzitachats und eine Zusammenschließung der unverkennbar verstärkten Chalzedonbildung stattfand, welche auf der Boden-seite etwas mehr an Dicke erzielt, als es auf der Figur ersichtlich ist. Daß diese durch die Schichten quer stattfand, das hat auch in dem in Taf. IV Fig. 5 zu S. 119 dargestellten bemerkenswert abgeplatteten Kalzitachat mit Chalzedonsaum seinen Vergleich, weselbst sich noch Quarz beteiligt, aber die gleiche Begleiterscheinung des Auskeilens nicht deutlich zeigt.

Da wir aber für den Kalzitachat zuerst den Niederschlag von Feinquarz annehmen müssen und ebenso auch nach den Befunden bei den Kornberg-Achats schließen dürfen, daß die Anlage des Chalzedonsaumes schon eine der Anlage der Schicht möglich angehörige Entstehung ist, so ist auch weiter denkbar, daß hier in seltenem Falle einmal quer durch die Schichten eine völlige Chalzedonbildung zum Teil als Folge der Enge eintrat; diese konnte aber nur oder hauptsächlich von oben und unten stattfinden, während der seitliche Zuzug von den scharfen Kanten und der Spitze den Kalk brachte, der die weitere Chalzedonausbreitung vorzeitig unterbrach; es wäre hierdurch darauf hingewiesen, daß die Chalzedonbildung mehr durch Wirkungen von oben nach unten, die Kalzitbildung infolge davon von der Seite her beeinflußt war.

Bei einem Stück finden sich in den äußeren dickeren Schichten des Kalzitachats kleine, meist ovale, mit der Längsachse radialgestellte Sphärolithe von kurz und dickstengeligem Quarz (oder Quarzin), welche selten Schichtung zeigen; es bilden sich wie bei Taf. V Fig. 13 durch radiale Reihung hintereinander Szepterformen. Diese Sphärolithe sind reihenförmig, wenn auch von ungleicher Größe, nebeneinander gestellt; ich erinnere hierbei an die gangartigen Kalzitachatvorkommen mit verkieselten Zeolithstengeln, Quarzsphärolithen und Interglobularzwickel von Quarz, welche S. 132 ausführlich besprochen wurden (vgl. Nachtrag unter VII S. 263).

Der mit dem Kalzitachat durch Säure aufgelöste Feinquarz verhält sich bei diesem Fundort in ziemlich gleicher Weise wie bei Talböckelheim. Über das Mengenverhältnis sind zwei Bestimmungen gemacht worden; ein gangartiges Stück enthält 56,73% Karbonate; in einer Blasenfüllung fanden sich 82,18% Karbonate (bestimmt von Assessor Dr. Ad. SPENGLER, Labor. der Geogn. Landesuntersuchung),

	1. Obersteiner Kalzitachat Blasenfüllung	2. Obersteiner Kalzitachat Gangstück	3. Talböckelheimer Kalzitachat (braun verwitternd)
	%	%	%
Hyroskopisches Wasser	0,26	0,35	0,28
Chem. gebundenes Wasser	1,23	10,17	6,67
Unlösliches (SiO ₂ , Fe ₂ O ₃ , unzersetzte Silik.)	11,50	21,87	43,36
Lösliche Kieselsäure (in salzsaurer Lösung, ohne Sodabehandlung)	0,29	0,47	(1% Eisenu. Tonerde) 0,35
Tonerde	0,16	1,77	0,43
Kalk als Silikat	4,54	9,03	7,19
Kohlensaurer Kalk	81,98	53,00	38,68
Kohlensaures Magnesia	—	1,90	0,46

	1. Obersteiner Kalzitachat Blasenfüllung	2. Obersteiner Kalzitachat Gangstück	3. Talböckelheimer Kalzitachat (braun verwitternd)
	%	%	%
Kohlensaures Eisen	0,20	1,09	0,17
Kohlensaures Mangan	—	0,54	2,57

Die letzten Werte berechnen sich aus:

Eisenoxydul	0,13	0,38	0,11
Manganoxydul	—	0,33	1,59
Kalk	50,45	38,69	28,81
Magnesia	—	0,91	0,22
Kohlensäure	36,08	24,92	18,30

Von den beiden Analysen 1 und 2 gibt die erste den Karbonatgehalt mit 82,18% an, welcher also mit der oben S. 142 gegebenen Darstellung stimmt, wobei auch etwas CaCO_3 als Klarkalzit zu rechnen ist; außerdem ist in beiden Analysen auch Kalk als Silikat angegeben; es dürfte sich hier unter Einschluß von bestimmten Mengen von Tonerde und Kieselsäure und chemisch gebundenem Wasser um beigemengten Skolezit handeln; bei 2 könnten zu dem hohen Wassergehalt auch die Flüssigkeitsblasen im vorhandenen Klarkalzit mitgewirkt haben; den geringen Kalkgehalt bei 2 kann man dadurch verstehen, daß einzelne ganz schmale Züge in diesem Belegstück schon mit bloßem Auge zu erkennen sind, in welchem nach Verwitterungsentkalkung der staubige, rein weiße Feinquarz allein zurückgeblieben ist.

Gegenüber den oben S. 142 mitgeteilten Analysen ist zu bemerken, daß in diesen die geringen Mengen von Eisenoxyd, Tonerde und sonstiges sehr zurücktretendes Unlösliches nicht näher bestimmt und unter SiO_2 einbegriffen sind. Die Analyse 3 wird weiter unten besprochen.

VII. Nachträgliches über gemischten Kalzit- und Voll-Chalzedonachat.

(Zu Kap. H und J.)

Die Funde, bei welchen beide genannten Achatarten nebeneinander in einer Blasenfüllung und zwar in einer Generation in mehr und weniger gleichwertigen Abschnitten der Schichtung auftreten, sind natürlich von vorzüglicher Wichtigkeit; ich suchte deshalb an den Fundstellen bei Duchroth-Talböckelheim gelegentlich anderer Untersuchungszwecke auch hierfür die seltenen Untersuchungsstücke zu vermehren, und berichte kurz über einzelne Funde.

I. Seitliche Vertretung von Kalzit- und Chalzedon-Achat.

a) Bezüglich der in Kap. J S. 133 in Fig. 16 S. 135 behandelten Form des Nebeneinandervorkommens wurde ein weiteres Stück gefunden.

Der erste Achat besteht aus einem gleichmäßig ringsum laufenden, 2—3 mm breiten Streifen schwach gebänderten, grauen Karbonats mit klaren Kalziteinschlüssen, nach innen zu durch eine Chalzedonhaut abgeschlossen; die II. Generation (Mittenfüllung aus Quarz!) hat innen fein gebänderten schwach rötlichen Chalzedon,¹⁾ so dann nach der I. Generation zu Kalzitachat und amethystartig gefärbten Chalzedon in seitlicher Vertretung; auf der einen gleichmäßig gerundeten Längsseite reicht

¹⁾ Ein anderes neu gefundenes Kalzitachatstück von der gewöhnlicheren helleren Färbung führt ebenso außerhalb von der Quarz-Mittenfüllung zuerst ein dickeres Band fein gestreiften stärker gefärbten Chalzedons; es zeigt sich auch hier mit dem Auftreten von reinem Chalzedon (bzw. Kieselsäure) ein reichlicheres Auftreten des Eisenpigments.

der amethystfarbige Chalzedon bis fast zur Mittenfüllung; auf der entgegengesetzten Seite nimmt dagegen der weißliche Kalzitachat auf Kosten des Chalzedons zu, welcher auf einzelnen Inseln am Rand beschränkt wird. Es zeigt sich auf einer Seite, woselbst randlich überhaupt kein Chalzedon auf größeren Strecken zu beobachten ist, eine starke von der Mitte nach dem Rand laufende, selbst den Kalzit des ersten Achats durchbrechende (vgl. z. B. auch Taf. IV Fig. 10) scharfabgesetzte Septalröhrenscheide mit Chalzedonfüllung, in deren Innern wie in der Mittenfüllung auch noch Kalzit auftritt. Die Ausmündung dieser Septalröhre liegt außen in einer Furche neben einer starken buckeligen Erhöhung des Blasenrands (vgl. S. 206).

Man erkennt auch hieraus gewisse Beziehung der Kalkausscheidungen zu den Septalröhren und versteht auch das in Fig. 16 S. 135 deutliche Zusammenvorkommen von Kalzitachat mit einem in die II. Generation hereinragenden, offenbar auf der I. Generation aufsitzenden Bündelstengeliger Kalzitkristalle.

b) Vorkommen von Kalzitachat mit Einschlüssen von verkieselten Zeolithstengelchen, Chalzedonquarzkugeln u. s. w.; Kap. H S. 131—133.

Ein neues Fundstück, das möglicherweise dem gleichen, im Anstehen leider nicht angetroffenen Gängchen des ersten Stücks entstammt, darf auch hier deswegen als gemischter Kalzitachat bezeichnet werden, weil in ihm auch neben Kalzitachat noch Chalzedonachat auftritt. Das Stück zeigt — ebenso wie ein Bruchstück der einen Hälfte eines Gängchens — über der aus Kalzit in zwei Lagen bestehenden I. Generation als II. Generation auf der einen Seite den weißlichen Kalzitachat und — hier in einer nahezu senkrechten Trennungsgrenze anschließend — rauhbrechenden rötlichweißen Chalzedonachat mit Einschlüssen, der mit einer sich fast senkrecht vom Salbandkalzit erhebenden und seitlich umbiegenden Lamelle von glatt brechendem reinem dichten, durchscheinenden, mehr bläulichen, nicht gebänderten Chalzedon verwachsen ist; in diese ragen noch ganz vereinzelt Kriställchen herein; sie schließt nach der entgegengesetzten Seite in stark roter Färbung und freier kugelliger Oberfläche ab, wie dies für Taf. III Fig. 12, Fig. 22 S. 152, 153, S. 259 beschrieben ist; die Lamelle sitzt auf dem Kalzit der I. Generation auf. An der entgegengesetzten Seite des schmal-plattigen Bruchstücks zeigt sich eine weitere Lage solchen dichten reinen Chalzedons mit einem Rest von Quarz als Andeutung einer Mittenhöhlung. Die erwähnte Lamelle war also jedenfalls nach der dem Chalzedonachat entgegengesetzten Seite frei gelegen und blieb ohne Wachstumsfortsetzung gleichsam wie die Oberfläche einer unausgefüllt gebliebenen Septaleinschaltung nach Art des S. 152 in Fig. 22 dargelegten Fundes; die Lamelle biegt auch dann entsprechend an der Stelle, wo sie auf Generation I aufsitzt, etwa nach der Hohlfläche zu ein, woselbst sich dann der Kalzitachat einschleibt.

Von Wichtigkeit ist nun die Struktur der die Einschlüsse enthaltenden Abschnitte und deren Übergang zueinander. Der an das erwähnte „Septum“ sich anschließende Chalzedonachat enthält bedeutend reichere Einschlüsse von den vierkantigen Kristallstengeln, welche dabei auch größer und besser erhalten sind; die Quarz-Chalzedonkugeln sind etwas weniger zahlreich.

Die Kristallstengel (Laumontit oder Mesotyp-Skolezit) sind verquarzt und zwar stehen die Hauptachsen der sehr kleinen Quarzindividuen senkrecht auf den Längsseiten der Kristalle; dabei lassen sich besonders bei starker Vergrößerung längliche nicht kristallographisch begrenzte keulen- bis wurstförmige Körperchen erkennen,

deren Längsachsen durchweg senkrecht auf den längsseitigen Kristallflächen stehen; sie haben eine lebhaftere Doppelbrechung, andere Interferenzfarben als der Quarz und erweisen sich als Reste des ursprünglichen Minerals, das durch das Quarzwachstum sonst aufgesaugt wurde (vgl. z. B. Geogn. Jahresh. 1909, XII S. 220—227, Textbeilage zu S. 149 Fig. 4). Gleiches gilt für die Quarzspärolithen!

Die Chalzedonmasse ist sehr fein in Kugelanordnung (Taf. VI Fig. 4) gebändert und verliert diese Bänderung in dem Maße als die Grenze des Kalzitachats näher rückt, gegen welche hin sie völlig verschwindet; die Schichtstreifen stoßen haarscharf an dem Umfang der Kristalle ab. Diese Bänderung besteht in einem sehr regelmäßigen, in der äußeren Verbreitung sogar oft an Breite ganz gleichmäßigen Wechsel einer hellen durchsichtigen und einer gekörneltten Substanz; die erstere gehört dem Chalzedonwachstum an, die letztere ist in den Chalzedonfasern eingeschlossen in völlig gleicher Art wie z. B. bei den Opal führenden Streifen und Anfangskörperchen im Voll-Achat; hierdurch ist auch die weißliche Färbung dieses Chalzedons gegenüber der erwähnten Chalzedon-Lamelle verursacht. Diese Körnchen sind weniger durchsichtig und werfen stärker das Licht zurück; blendet man den Dünnschliff ab, so werden die durchsichtigen Streifen dunkel, die gekörneltten hell weißlich; da ein Einschluß etwa von feinsten Karbonatkörperchen ausgeschlossen ist, so kann es sich hier wohl nur um isomorphen Opal handeln; aus diesen wie anderen ähnlichen Fällen schließe ich, daß eine Entwicklung von Opal zu Chalzedon nicht stattfindet, daß die Opalkörnchen in die Chalzedonkristallisation wie Fremdkörper eingeschlossen werden, daß sie sich daher vom Chalzedon durch totale Reflexion herausheben. In der Mitte der Kugelung nimmt die Schichtung ab. Als ursprünglicher Zustand wäre daher hier ein Wechsel von Chalzedon mit Chalzedon mit Opal ohne Beteiligung von Pigment hervorgegangen.

Neben den durchaus kleinen, etwas grob radialkörnigen Quarzinkugeln treten auch hier die buchtig begrenzten Quarz- (oder Quarzin-) Einschlüsse (vgl. S. 132) auf, welche sich als interglobulare Ausfüllungen eines kugeligen Wachstums (und Innenstruktur) des Chalzedons nach Art der Mittenfüllungen erkennen lassen.

Der Kalzitachat zeigt in seinem Bereich gegen die I. Generation scharfe Abtrennung mit häutigen Chalzedonausscheidungen. Die Einschlüsse des pseudomorphosierten Zeolithminerals sind weniger zahlreich und sind oberflächlich stark angefressen. Die Pseudomorphose wird gebildet von feinfaserigem Quarz bzw. Quarzin (nicht Chalzedon, wie S. 132 in Verwechslung gesagt wurde); die Fasern sind aber mehr der Länge der Kristalle nach gerichtet; körnige Auflösungsreste des ursprünglichen Minerals, wie oben, zeigen sich hier und in Spärolithen nicht.

Die Umwandlung der Zeolithe fand daher nach vorheriger oder begleitender Auflösungsannagung hier unter abweichenden Umständen statt wie im Bereich des Chalzedonabschnitts; es scheinen also an nahe beieinander gelegenen Stellen, schon von Anfang der II. Generation an, in derselben Füllung ganz verschiedene Lösungsverhältnisse nebeneinander bestanden und fortdauernd voneinander getrennt geblieben sein, welche wohl nur Konzentrationsunterschiede waren.

Nach nicht eben seltenen Funden erwies es sich, daß das Auftreten von Zeolith (-Pseudomorphosen) im Voll-Achat viel häufiger ist; ich habe aber nur ein einziges Stück noch gefunden, in dem große Mesotyp-Kristalle im Kalzitachat eingeschlossen sind. Diese Kristalle sind in einem auseinanderstrahlenden Bündel am Außenrand (I. Gen.) angewachsen und stellen außen mit einer Chalzedonhülle, nach innen mit einer drusigen Quarzverkleidung versehene hohle Pseudomorphosen dar. Das

Auffälligste ist, daß sie gegen die Mitte zu sowohl an ihren freien Enden als auch an den Seitenflächen außerordentlich starke breitbuchtige Annagungsflächen besitzen, welche sehr wohl bei der Breite der Kristalle zu besichtigen sind und vom Kalzitachat dicht bedeckt wurden. — Es unterliegt also keinem Zweifel, daß diese Kristalle vor ihrem Einschluß stark angenagt wurden und wohl von Begleitleösungen der Kalzitachatentstehung (beziehungsweise der Feinquarzbildung).

Bezüglich der feinen Opalschichtungsbänderung ist noch folgendes zu ergänzen. Die Schichtung läuft, wie schon oben erwähnt, gegen den Kalzitachat aus, jedoch nicht nur hierhin, sondern auch nach anderer Stelle in unregelmäßig radialen Zonen nach einer Mittenfüllung zu, was am Stück selbst in gegen die weißlichen Zonen sich abhebenden dunkleren Partien auffällt. Das Pigment ist im Kalzitachat gleichmäßig, im Voll-Achat in zonar unregelmäßiger Verteilung um die Kristalleinschlüsse festzustellen. Ebensowenig spielt die Verteilung der Kristalleinschlüsse in die Verteilung und Stärke der Opalbänder in irgend einer Weise hinein.

Von Interesse ist die Grenze zwischen beiden Achatarten. Neben den Zeolith-einschlüssen finden sich größere Quarzkörnchensphärolithe und ungefähr ebenso zahlreich wie ebenso große, buchtig begrenzte interglobulare Quarzkörnchenschmitzen, gleich kleinen Mittenfüllungen. — Dies beweist ein kugeliges Wachstum, obwohl diese in irgend einer Struktur des Kalzitachats nicht mehr nachzuweisen ist; dieses kugelige Wachstum des Kalzitachats macht sich nur noch an der Grenze gegen den Chalzedonachat geltend, die unregelmäßig gestaltete Grenzfläche des Kalzitachats dringt mit Vorragungen kugeligiger Form in den Chalzedon ein.

Es beweist dies ein selbständiges Wachstum des Kalzitniederschlags in die Chalzedonanlage hinein, die hier, wie dies auch der Augenschein jetzt noch lehrt, noch keine abgeschlossene Eigenstruktur hatte. Wir haben schon oben angenommen, daß beim Kalzitachat die Karbonatlösung in den etwas älteren Feinquarzniederschlag eindrang, wie dies auch nach den Ausführungen zur Tafelbeilage zu S. 217—220 Fig. a—f in noch viel späterem Stadium möglich ist, aber hier keinen Kalzitachat (Feinquarzkalzit) im engeren Sinne mehr hervorrufen konnte.

Ein solcher Vorgang ist auch im vorliegenden Fall anzunehmen; es lag in beiden Hälften zuerst ein gleichmäßiger erster labiler SiO_2 -Niederschlag vor, in welcher nach Feinquarzausbildung auf einer Seite nur noch Kalkkarbonatlösung ein- und nach der Seite vordrang; von der anderen Seite stand dagegen ferner nur SiO_2 -Lösung zur Verfügung, welche näher dem Ausgangspunkt des Niederschlags in den älteren Teilen und den äußersten Teilen des Eindringens die beschriebene Opalkörnchen-Schichtung hervorrief; diese kam aber gegen die Karbonatregion nicht mehr zur Ausbildung und wurde endlich durch eine gleichmäßige Chalzedonkristallisation dort ganz ebenso gehindert, wie durch den Kalzitniederschlag im Kalzitachat die Feinquarzentwicklung nicht fortgesetzt werden konnte.

Es handelt sich hier also auch darnach um verschiedenartigen Lösungszug und Ausfällung zu verschiedenen Bildungszeiten und auf verschiedenen Seiten der Blasenöhnlung. Das Chalzedongefüge entstand offenbar langsam und ward in gewissem Umfang nach der Kalzitachatbildung vollendet; letztere scheint aber nach ihrem Einsetzen scharf gegen die erstere vorgedrungen zu sein.

Klarkalzit bildete sich als Folge der Kalzitumwandlung aus dem ersten labilen Zustand unter Begleitung von zarten Sprungausfüllungen vor der Grenze des Kalzitachats im Voll-Achat.

2. Wechsel von reinem und von Mangan-führendem Kalzitachat.

a) Ein länglich walzenförmiges Stück mit ausgesprochener Bodenfläche, seitlich mit einem Gesteinszapfen in dem Blasenraum, nach welchem von der entgegengesetzten Längsseite her eine dort stellenweise bis zur Hälfte vordringende I. Generation stärker rötlich gefärbten, stalaktitoid gebauten dichten Kalzits auskeilt. Dieser Kalzit zeigt unter dem Mikroskop unregelmäßig strahligen Bau mit ebensolchen Quarzeinschaltungen als Ausfüllung von Auslaugungshohlräumen; er scheint aus umgewandeltem Aragonit entstanden zu sein (Taf. VI Fig. 3). Hierher gehört noch ein dickes Band von Kalzitachat, der an mehreren Stellen kugelig vorspringenden Wachstums deutlich die durch die Feinquarzverdrängungslinien angedeutete ältere Faserstruktur erkennen läßt (vgl. S. 116—120).

Die II. Generation beginnt mit schön entwickelten ziemlich vereinzelt stehenden, von Klarkalzit begleiteten und hie und da Pigmentkörnchen unregelmäßig einschließenden Halbsphärolithen (Taf. IV Fig. 3), auf welche eine breitere Zone schwach gebänderten Kalzitachats folgt, mit radial verlängerten, sparsam verteilten Pigmentkörnchen und gegen Ende auch Scheibenkörnchen, welche eine stark ausgeprägte Richtung erkennen lassen. Dann kommt nach innen zu ein schmales tiefbraun verwitterndes Band, welches sich schon unter der Lupe fein liniert erweist und unter dem Mikroskop zuerst breitere dann immer feiner werdende Schichten erkennen läßt, zwischen welchen sich feinste Chalzedonscheiden(-säume) einschalten; in einzelnen Sektoren werden letztere dicker und zeigen gleichmäßig durch das Band quer durchziehende optisch einheitliche Faserstruktur. Nach einem weiteren, unscharf gebänderten Kalzitachat stellen sich wieder breitere durch erst fein, allmählich dicker werdende Chalzedonscheiden scharf gesonderte Kalzitachatschichten ein, in welchen sich auch die braune Verwitterung in einzelnen Lagen erkennbar macht. Die Mittenfüllung aus Quarz wird durch ein gut begrenztes Band Chalzedon eingeleitet, dessen Faserzusammenschluß ohne Fuge in den Quarz überleitet; eine zweite abgeschnürte Abzweigung besteht aus Amethyst. — Auffällig ist hier die Verlegung des Kalzitachats nach der Seite, wo die große Längsfalte auftritt und die I. Generation völlig schwindet; ganz besonders ist auffällig, daß auf der Seite mit dem roten dichten Kalzit (I. Generation) wieder die eine schmale Fortsetzung des Kalzitachats bis zum Rand herein sich einschiebt, woselbst eine dünne Gesteineinfaltung zu bemerken ist, gegen welche also auch der Kalzit I hin auskeilt. — Außerdem ist zu betonen, daß die (Quarz-Amethyst)-Mittenfüllung durch Kalzitachat von oben nach unten geteilt wird, woselbst die Gesteineinfaltung ohne I. Generation am tiefsten eindringt, zugleich aber auch daß sie nach den beiden Enden zu verlagert ist, woselbst die Mandel die geringere Gesamtbreite erkennen läßt; diese Beziehung in erster Linie zum Kalzitachat und in zweiter Linie zur Quarz-Mittenfüllung ist bemerkenswert.

Es bezeugt auch dies die Beziehungen der septalen Einschaltungen gegen die Unebenheiten der Oberfläche, auf welche wir oben beim Voll-Achat vielfach hinwiesen.

b) Ein ähnliches flach walzenförmiges Stück von rundlich-eckigem Querschnitt und einseitiger Zuspitzung der Form zeigt ein Äußeres, als wie die Folge einer seitlichen Zusammenpressung einer ursprünglich flächenhafter ausgebreiteten Blase. Von der erwähnten Spitze aus geht eine tiefe Furche in der Längsrichtung über die Oberfläche und dringt, von Gestein erfüllt, die Blasenfüllung gabelnd ins Innere vor. Auch hier zeigt sich ein I. Achat, der hauptsächlich auf die eine kürzere Seite beschränkt ist und bei unbewaffnetem Auge aus dichterem, scheinbar

zum Teil rötlichen Kalk besteht; der weiße, gegen innen gut geschichtete Kalzitachat und die aus dichtem braun angewittertem Karbonat bestehende Mittenfüllung sind ganz nach der anderen Seite gedrängt.

Gemäß des ganzen Längsrandes sind nun in dem I. Achat eckig begrenzte Schalen eines dichten tiefroten Absatzes Bruchstück-artig eingeschlossen, welche als erste schalenartige Rand-Ausscheidungen auf einer ursprünglich gleichmäßiger gerundeten Blaseninnenfläche gelten müssen und vor weiterem Einschluß in den Karbonatabsatz dieser Seite zerbrochen wurden und dicht übereinander geschoben an einer Stelle sich anhäuften, welche Stelle auch an der erwähnten Gabelspitze als die stark zusammengepreßte Seite erscheint.

Ich zweifle nicht, daß sich hier bei der Kalzitachatfüllung dieser Örtlichkeit ein sehr früher Vorgang wiederholt hat, wie er oben S. 229 zu Fig. 39a ausführlich beschrieben ist, woraus auch zu schließen wäre, daß diese Absätze zur gleichen Zeit wie die Bildung der Chalzedon-Vollachate sich vollzogen hatten.¹⁾

Die mikroskopische Untersuchung brachte mehreres Bemerkenswerte. Die oben erwähnten Bruchstücke in der I. Gen. sind fein gebändert und dürften als stark oxydierte ooidische bzw. dichte Eisenkarbonatabsätze zu deuten sein (zum Teil sind sie feinkörnig zu Quarz umgewandelt); sie sind in ein Gewebe von zum Teil anfangs kugelig geformten Kalzitachat gehüllt, dessen Zwischenräume mit kleinen Quarz-Restfüllungen (nicht Chalzedon) ersetzt sind. An diesen randlichen Kalzitachat der I. Generation schließt sich Quarz mit Delessit und allerfeinstes Gewebe sehr dünner, gewundener Röhrrchen aus Kalzit oder Karbonat an, welches nur als Kalzit-Moosachat zu bezeichnen ist, in dessen Zwischenlücken sich kleinste Quarzkörnchen angesiedelt haben. Gegen die Mitte zu werden diese Gebilde größer und haben die Form und Verteilung von Taf. V Fig. 1. An vielen Teilen zeigt sich noch ihre Entstehung aus Kalzit mit geschichtetem Wachstum im Quer- und Längsschnitt. An einer Stelle tritt eine sehr intensive Roteisenverockerung mit stellenweise angereichertem Eisenglanz ein; diese hat die Röhrrchen zum Teil von der Oberfläche her angegriffen und zum Teil ganz undeutlich gemacht; an einer Stelle erscheint die innere Achse, welche auch bei dem ersterwähnten Achat schon dunkler und undicht geworden ist, noch durch Quarz ersetzt, der auch in den Räumen zwischen den Röhrrchen wieder zum Teil verstärkt auftritt; der Quarz schied sich da aus, wo die Verockerung noch nicht so weit nach der Mitte vorgedrungen ist.

Gegen eine andere Seite der Füllung hin nimmt die Verquarzung stark zu; nur an den mittleren Teilen der Röhrrchenwände findet sich Kalkspat in rhomboedrischen Auszackungen zum Teil nach innen, zum Teil nach außen. Die Quarzfüllung ist in verschiedenen Kriställchen ausgebildet, welche im allgemeinen quer zur Längsachse zu stehen scheinen; sie sind oder scheinen durch zahlreiche Einschlüsse (Auflösungsreste von Kalkspat) wirr quergestreift. An einer weiteren Stelle ist die sehr unregelmäßig und nachträglich mit Annagung des benachbarten Karbonats wachsende Quarzfüllung lediglich auf den Achsenraum beschränkt; die Kalzitstämmchen stehen hier dichter gedrängt nach innen gerichtet. Auch hier greift die Verquarzung mit unregelmäßigem Quarzkleinkorn weiter aus und zerstört auch stellenweise die Röhrrchenwände ganz. Wir haben hier die verschiedensten Über-

¹⁾ Als weiterer Nachtrag zu den in Kap. K. S. 229 behandelten Tatsachen sei erwähnt, daß lediglich in der Bodenfläche der unten stark abgeplatteten Blasenfüllung S. 145 Fig. 20 aufrecht gestellte eckige Bruchstücke eines ersten Delessit-führenden Blasenbelags in die endliche Füllung eingeschlossen sind.

gänge von einem Moosachat aus Karbonat zu der oft beobachteten Form durch Verquarzung und Roteisenverockerung. Man hat allen Grund, diese Eigenart auf die häufige Form des Moosachats im Chalzedonachat zu übertragen (vgl. S. 161).

Die Mittenfüllung ist gegen den Kalzitachat recht scharf abgesetzt; der Umriß der Füllung ist am vorliegenden Querschnitt nur an wenigen Stellen fast konkordant mit der sehr feinen Achatschichtung; auf eine große Strecke stoßen die Schichten des Kalzitachats in spitzem Winkel an dem Umriß ab, so daß es aussieht wie bei einem Septalraum, dessen Randeigentümlichkeiten sich ausnahmsweise tief in die Mittenfüllung rückwärts hereinziehen, wie dies auch bei einem anderen Stück, aber im Voll-Achat von Duchrot beobachtet ist (vgl. S. 234). Tatsächlich liegen auch hier die beiden Enden der verlängerten Mittenfüllung gegen zwei Oberflächeneinfaltungen hin (vgl. S. 205) und zu Seiten eines queren Septalraums.

Noch ein anderer selten beobachteter Vorgang ist hierbei zu erwähnen. Die Mittenfüllung beginnt scheinbar mit einem Quarzabsatz in schmalem Band. Diese Quarzchen sitzen aber nicht glatt auf dem Kalzitachat auf, sondern sind mit Kristallecken in den Kalzitachat eingesenkt und nicht etwa umgekehrt; die Grenzlinie ist so auch nicht wie sonst eine reine Kurve, sondern eine stumpfwinkelige Zickzacklinie; an mehreren Stellen verlängern sich diese Einkerbungen und die in ihnen steckenden Kristalle zu schiefen Längsdurchschnitten von länglichen Kristallstengeln von deutlich rhombischem Umriß, wie von Mesolithkriställchen, welche in zahlreichen feinen Quarzkörnchen pseudomorphosiert wären. Diese Zeolithkriställchen halten sich im Anschluß an die erwähnte Unterbrechung der normalen Schichtbildung im engsten Anschluß an den Kalzitachat, liegen eng beieinander und zeigen vereinzelt Bündelstellung; sie sind später in Quarz verwandelt worden, wie ähnliche Umwandlung sich auch in der I. Generation hier deutlich zeigt. Der Quarz dieses Umwandlungsbandes ist auch durchaus nicht rein, sondern enthält Auflösungsreste eines hellen Minerals und limonitische Fetzen. Der innere Kern der Mittenfüllung ist ein bräunlich verwitterndes Karbonat, welches im Querbruch feinkörnig spätig ist; angeschliffen erkennt man Andeutungen einer Schichtung und wirre röhrlige Bildungen, wie sie an der Grenze der I. und II. Generation zu beobachten waren.

Die besprochenen Eigenschaften des Abschlusses des Kalzitachats gegen die Mittenhohlung beweisen, daß letztere Grenze durchaus nicht immer eine der Schichtung völlig entsprechende Linie ist, an welcher nur statt Chalzedon Quarz gebildet wird; es müssen hier auch besondere Verhältnisse eintreten können, welche als Unterbrechungen der gewöhnlichen Form und des Verlaufs der Auskristallisation sowie sogar des Mineralbestands gelten müssen. Die Entstehungsart und -zeit müssen nicht unerheblich verschieden sein von der Art und Zeit der Schichtbildung. Der Lösungsbestand und die Umstände der Mineralausscheidung müssen andere gewesen sein. Die geschlossene Auskleidung des Mittenraums mit dicht tangential stehenden Zeolithkriställchen, was in gewisser Hinsicht an Enhydros erinnert, steht in Beziehung auch zu dem Auftreten der Kalzitkristalle in den Septalräumen. Tatsächlich reicht der Saum der Quarz-Zeolithstengelchen bei einer queren Septaleinschaltung auch nach außen bis auf den ersten Achat (mit Delessiteinsprengungen). Es hat somit den Anschein, als ob vom Raum der Septaleinschaltung her und des von der Gesamtperipherie nach innen wachsenden Kalzitachats ein Entgegenwachsen der beiden Bildungen stattfände und der Kalzitachat sich erst etwas später mit Schichtdiskordanzen an die schon fertigen Zeolithstengel anlagerte. Auch ist es denkbar, daß das Wachstum der Zeolithkristalle an einer noch nicht festgebundenen

Feinquarzgrenze die Stengelformen noch etwas in den Feinquarz hereinpreßt. Bezüglich eines gewissen Vorsprungs von Kalzitausscheidungen im Septalraum gegenüber Feinquarzausscheidungen der Chalzedonanlage vgl. oben S. 220 u. S. 222.

Es ist hervorzuheben, daß diese ziemlich regelmäßige Verquarzung der Mesolithkriställchen mit dem unregelmäßig Kalzitachat-artigen Absatz der Mittenfüllung zusammenhängt und für eine hiermit verbundene neue Durchsinterung mit dem ursprünglichen Lösungsgemisch (III. Gen. s. Kap. VIII) spricht, wobei an die Pseudomorphosenbildung auf S. 263 hingewiesen sei.

Was die Schichtung betrifft, so ist an vielen Stellen ein gleichmäßiger Wechsel von hellen und dunklen Bändern zu beobachten, wie dies bei dem im vorigen Kapitel erwähnten Stück, soweit es Voll-Achat ist, der Fall ist; auch bei dem in Rede stehenden Kalzitachat sind die im auffallenden Lichte weißlichen Bänder im durchfallenden dunkel und umgekehrt; es handelt sich also hier um einen gleichmäßigen Wechsel von Ringsbändern mit gleichmäßig mehr und gleichmäßig weniger Feinquarzeinschlüssen. Doch ist zu bemerken, daß in der äußeren sphärolithoid geschichteten Ringsflur der II. Generation die etwas breiteren Bänder aus zwei ähnlichen, aber ineinander übergegangenen Zonen bestehen. Neben der Entwicklung der Kalzitachatschichten, welche auf einen inneren Chalzedonsaum hinausläuft, findet sich also auch hier eine seltenere, welche auf eine gleichmäßige Trennung und Verteilung des Feinquarzes hinausläuft; das Ergebnis ist eine ohne scharfe Fugen versehene, aber viel dünnere Bänderung, was auch bei dem erwähnten Voll-Achat der Fall ist.

c) Ein drittes erwähnenswertes größeres Stück zeigt ähnliche starke Einfaltungen, welche, auch ungefähr parallel laufend, auf einen einheitlichen Seitendruckvorgang hinweisen, der auf der äußeren Oberfläche nach oben, auch unten und seitlich gerichtete tiefe Furchungen erzeugt hat; es ist das vielleicht darauf zurückzuführen, daß ungleichmäßige Erhärtungen auf der stark gewölbten Dachseite der Blasenwölbung eintraten und bei dem magmastatischen Ausgleich der seitliche Druck die noch plastischen Teile der Dachseite tief einbuchteten, während der Boden sich noch gleichmäßig, aber nicht ohne Spuren der Eindrückung ausgleichen konnte.

Der Boden führt einseitig nach einer scharfen Seitenkante sich verdickenden Absatz von dichtem Kalk mit abschließendem stalaktitoid geformtem Chalzedon, der im übrigen Teil der Blase allein die I. Generation vertritt; darüber folgt in II. Generation typischer Kalzitachat, der sich nach der entgegengesetzten Seite verdünnt, und ein außergewöhnlich fein gebänderter braun verwitternder „Braunspat“achat ist, der in der Mitte der Blase ungefähr 6 mm stark auf der Seite der stärksten Emporhebung völlig raumausfüllend ist; hiebei ist zu bemerken, daß die Bänderungsmitte ganz einseitig verlagert ist. Die stärkste Substanzzufuhr in diesem Karbonatabsatz ist also auf der Seite der starken Einfaltungen der Blasenoberfläche. In dem den Blasenemporfaltungen entgegengesetzten Ende, dem letzten Viertel der Blasenlänge tritt nun auch gegen die Mitte ein Paket Chalzedonlamellen auf, in dessen Mitte erst die zu erwartende Quarz-(Amethyst)füllung — allerdings in ganz geringem Umfang — sich einstellt.

Die erwähnte Bänderung besteht in einem sehr scharfen Wechsel von Braunspat und Chalzedonausscheidungen, von welchen letztere saumartig an Dicke sehr zurücktreten.

Auf S. 261—262 ist die Analyse des innersten wohlabgegrenzten, stark braun-gefärbten Achatanteils wiedergegeben, welcher hier noch einige Worte beigefügt sein sollen. Dieser Teil zeigt ziemlich viele sehr feine Einschaltungen von Chalzedonsäumen; es kann daher nicht erwartet werden, daß sich hier das Verhältnis zwischen Kalk und Kieselsäure, wie es oben S. 142 bekannt gegeben ist, bemerkbar macht. Beachtenswert ist das Auftreten des dem Kalzit isomorph beigemischten Magnesia-, Eisen- und besonders Mangankarbonats, welche dem verwitterten Kalzitachat eine schokoladebraune Farbe gibt.

3. Kalzitachat in III. Generation bei merkwürdiger Blasenverschmelzung.

Zugleich Nachtrag zu Kap. P. S. 144—147.

Gegenüber Talböckelheim gewann ich am Fuß des Gangelbergs eine Blasenfüllung aus dem Felsen, deren untersten Abschluß ich leider nicht ganz herausmeiseln konnte; die Form ist eigenartig: oben stumpf gerundet und breit-eirundlich im Querschnitt, verschmälert und verengt die Füllung sich nach unten, woselbst man das Gegenteil erwarten sollte; es müssen daher hier besondere Ursachen seitlicher Zusammenpressung gewirkt haben. Der Querbruch des Stücks (Textfigur 47, 1) zeigt nun gerade in diesem am wenigsten umfangreichen Teil noch zwei beträchtliche Einschlüsse von Gestein, welche von unten in die Blasen treten, weshalb auch hier die Füllung bei der Herausnahme zertrümmerte. Der große, der längeren Achse der zusammengedrückten Blase nach gestreckte Einschluß als Magmeneinragung hat im Querbruch höchst sonderbare flache Buchten an allen Seiten, welche zunächst dadurch zu verstehen sind, daß der Magmazapfen noch ziemlich gleichmäßig von der Gasspannung im Innern auf- und zurückgebläht gehalten werden konnte. — In einem annähernd darauf senkrechten Bruch (Textfig. 47, 2) mißt man die Erstreckung dieses Zapfens in der Höhe bis zu der Stelle, wo die Verengung der Blase beginnt; auch hier erkennt man an der oberen Endigung kleinere Buchten mit dazwischen aufragenden Zäpfchen, welche ebenso unter einem Druck von außen und einem Spannungswiderstand von innen entstanden, wobei die Vorrugungen auch hier gewissen härteren Teilen des Magmas entsprechen dürften.

Abgesehen von einem kleineren äußeren Zäpfchen bei Fig. 47, 1 findet sich rechts neben dem größeren nach oben freitragenden Zapfen noch ein kleinerer, der nach der Seite Ausbiegungen statt Ausbuchtungen zu haben scheint; in der Tat sind aber vier flache Anschnitte löffelartig eingetiefter Ausbuchtungen nach oben und zwar von unten gesehen; dieser Zapfen reicht nur ein Viertel so weit in die Höhe. — Auf derselben Seite aufwärts finden sich aber gegen oben drei flache breitere Eindrückungen von außen, deren Begrenzungen etwas eckiger sind; es hat den Eindruck, wie wenn ein recht steifes Papier unter nicht zu großem Druck zerknittert wird.

Die Ausgestaltung der Blasenform ist so aufzufassen: Die Blase entstand aus der Vereinigung von wenigstens elf mittleren Bläschen; die Hauptspannung des Gases drängte nach oben, blähte sie dort seitlich auf, konnte aber doch nicht mehr hier eine breite Wölbung schaffen (vgl. S. 145) und es kam nur zu einer breiten stumpfen Spitze. Im unteren Teil der neuentstandenen Blase blieben die zwei breiteren Zwischenwände im Innern bestehen, nach welchem sich die dünneren auseinandergerissenen Wandbrücken zurückzogen; jedoch war die Spannung des Gases hier nicht mehr so stark, um auch die Oberfläche dieser Reste auszugleichen; es beweist dies zugleich, daß das Magma sehr zähflüssig, schon vor der Erhärtung

stand, daß aber Auftrieb, Verdrängung und Seitendruck noch gerade wirksam sein konnten. Der die Blase in der Unterhälfte zusammenpressende Seitendruck, der im Magma nicht allzu örtlich beschränkt angenommen werden darf, begegnete in der Oberhälfte der Blase schon bald einem nicht unbeträchtlichen Härtingwiderstand, der die Blasenform bis auf einige schwache Einknickungen unverändert ließ.

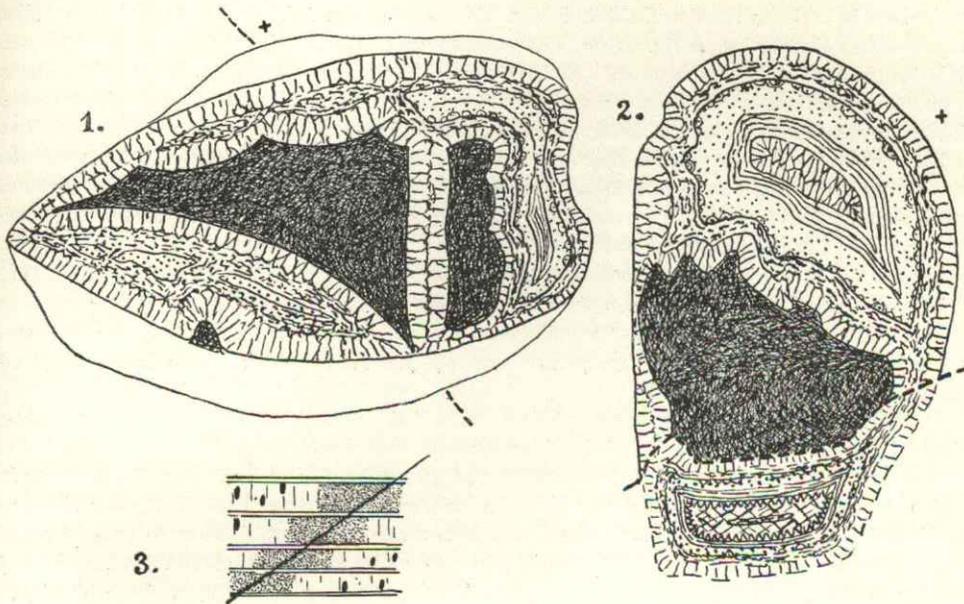


Fig. 47.

Bild 1 und 2. Zwei nahezu aufeinander senkrechte Schichtdurchschnitte (vgl. Strichlinien) durch eine hochgewölbte mit der längsten Achse aufrecht gestellte Blasenfüllung. Bild 1 zeigt den dem unteren Ende näheren zusammengedrückten Durchschnitt, der dickere höhere Durchschnitt ist in einfacher Linie darum gezeichnet; bei 1 zwei von unten her aufragende Magmenzapfen, der größere zeigt sich bei 2 in darauf senkrechtem Anschnitt; bei 2 unten innerlich der sehr verminderten II. Generation noch eine III. Generation: Kalzitachat mit Mittenfüllung. Bei 1 bedeutet die Strichlinie die Bruchfläche, durch die 2 zum Vorschein kommt; bei 2 das Umgekehrte. Bild 3 zeigt die treppenartig verschobene Eisenfärbung im Chalzedon zunächst einer Spalte, auf welche erst nach einem eisenfreien Zwischenraum die normale Pigmentierung mit Eierpigment folgt.

Da man derartige Seitendruckerscheinungen auf den unteren Blasenteil bei noch so beweglicher Wandung sich nicht vorstellen kann, ohne daß das Magma in der ganzen weiteren Umgebung der Blase noch plastisch war, so kann geschlossen werden, daß nur der nähere Umfang der Blase in einer dicken Haut oder Kruste erhärtete. Dies ist denkbar, wenn man überlegt, daß die Entbindung des Gases zur Bildung einer größeren Blase, welche aufwärts strebt, viel Wärme der Blasenwand entzieht, welches hier bei einem der Auskristallisation nahen Magma zu rascher, festigender Auskristallisation Anlaß gibt. Ist doch bekannt, daß ganze Blasensäulen senkrecht zu einem Entlastungspunkt der Lageroberfläche in einem schon in der Kristallisation weit gediehenen Magma aufwärts strömen, aber wegen der nun erfolgenden Abkühlung die Oberfläche nicht mehr erreichen (vgl. d. Jahresh. S. 14).

Die Absätze im Blasenraum bestehen aus I. Generation mit außen breitstengeligem Kalzit und quarzigem Jaspis innen. Die II. Generation beginnt mit sphärolithoiden Ansätzen (Fig. 47, 2) in einem dichten Chalzedon, der von breitbändertem Chalzedon bis zur Quarzmitte gefolgt ist. In der Höhlungsabzweigung hinter und zum Teil unter den Magmenzapfen sind alle diese Schichten stark verringert; es stellt sich dafür innerlich des Mittenquarzes nochmals eine Folge ein und zwar

mit Feinquarzkalzit, Chalzedon und Letztquarz: der zweitbeobachtete Fall einer ersteren führenden III. Generation im Voll-Achat.

4. Hinweise zu einer einheitlichen Auffassung der beiden wichtigeren Achatarten.

Den bemerkenswertesten Einblick in den Werdengang von Achatstrukturen liefert der allerdings zum Teil einzigartige, in Fig. 20 Taf. V dargestellte und an die Textfig. 36 zu S. 218 angeschlossene Fall, der in großen Zügen beweist, daß in einer inneren Zone der II. Generation eine Durchsinterung mit Karbonatlösung nebst einer zurücktretend beigemischten Kieselsäure und eine mit Opalbildung verbundene Karbonatausfällung in regelmäßig kleinsten Rhomboedern stattfinden kann, nachdem vorher schon eine stellenweise gut vorgeschrittene Schichtanlage im Chalzedon vorhanden und in dieser eine eigenartige kleinkonkretionäre Erhärtung in Sphärolithen von Chalzedon auftrat, wobei nach der Karbonatausfällung scheinbar erst das endgültige, völlig den Raum ausfüllende Nachwachstum der Chalzedon-Konkretionen und der Schichtung eintreten konnte.

Man ist berechtigt, diese eigenartige Karbonatdurchsinterung und Ausfällung in dem sich entwickelnden Chalzedonachat auf einen früheren Vorgang der Ausfällung von „Feinquarz“ zu übertragen, welche zu einer einheitlicheren Ausgestaltung, dem Kalzitachat führte, nachdem man auch in den Horizontalschichten des Uruguay-Kornbergtypus die Urform der Schichtanlage vom Kalzitachat, einen Feinquarz aufgefunden hat.

Eine Übergangsbildung zwischen beiden Formen sind die gemischten Kalzit-Chalzedon-Achate, sei es, daß beide Achatformen innerhalb einer Blasenfüllung zonenartig miteinander wechseln, sei es, daß sie sektorenartig-radial nebeneinander und gegeneinander stehen, so daß angenommen werden muß, das Eindringen der verschiedenen Lösungen sei örtlich beschränkt oder die Ausscheidung örtlich beeinflußt und setze faziell die beiden verschiedenen Achatformen nebeneinander; es setzt sich auch hier ein älteres Feinquarzstadium in beiden Faziesabschnitten voraus, welches je nach der weiteren Lösungsdurchdringung zu den beiden verschiedenen Enderzeugnissen hinleitet.

Als eine mit der lagenartigen Mischung verwandte Abart des gemischten Kalzitachats könnte man das Auftreten feiner Chalzedonscheiden oder -säume am Innenrand je einer Anzahl von Kalzitachatschichten ansehen, welches Auftreten ebenfalls Ringsschalen-artig beobachtet ist; es würde auf die im Voll-Achat und in den Einzelschichten häufig beobachteten Endstadien mit straffster Faserung und mit Opaleinschlüssen hinweisen, welche dortselbst unter dem Einfluß noch späteren SiO_2 -Lösungseinzugs zu breiteren Faserstengelkristallen zusammengefaßt werden, deren Kristallenden noch über die älteren Faserenden hinausdringen; noch inniger weist es auf die halbfaserigen Quarz- und Chalzedonsäume bei den horizontalen Schichten des Uruguay-Kornberg-Typus hin.

Bei Kalzitachat dürfen wir annehmen, geschieht eine Durchsinterung soweit die eingeschalteten Chalzedonfaserensäume und -schalen vorliegen, genau so durch einen schwachen nachträglichen Lösungsdurchzug vor dem Kalziteintreffen; ebenso auch hinsichtlich der fast stets vorhandenen Mittenhöhlung aus reinem Quarz. Ebenso dürfte es mit einem Lösungsnachschub für Kalzitachat-Ergänzung sein. Eine Karbonat-Ergänzung an Stelle der durch die Kontraktionsvorgänge entstehenden Zerreißungslücken kennen wir; sie findet eben da statt, wo ein stetiges gleichmäßiges Nachfüllen mit zu Kalzitachat selbst führenden Lösungsgenossen vorher nicht möglich war. Kalzitachat ohne Klarkalzit verlangt die Annahme dieser Ergänzung mit gemischter Lösung oder mit der auch anfänglichen Lösungsfolge gebieterisch.

Mit dieser Klarkalzitbildung sehen wir gelegentlich eine einseitige Anhäufung von Pigment auftreten, welches bei der Umwandlung aus Vaterit in Kalzit des ersten Kalzitachatabsatzes umgelagert, aber auch neu herbeigezogen sein kann. — Da im allgemeinen der Kalzitachat sehr arm an Eisenpigment ist, so ist eine gelegentliche stärkere Anhäufung bei einzelnen Funden im allgemeinen auf eine spätere Durchsinterung zur Zeit der Klarkalzitbildung nicht unwahrscheinlich.

Umsetzungen des Pigmentbestandes kennen wir auch bei Voll-Achat und zwar auch diskordant verlaufend im Bereich der II. Generation, während die I. Generation insbesondere im Kieselsäurebestand unberührt, d. h. vielmehr höchstens verstärkt wurde; diese Umsetzung geschieht in Form der „queren Durchsinterung“.

Auch im Chalzedonbestand der II. Generation wurden solche quere Durchsinterungen bekannt gemacht; es zeigen sich hierbei höchst eigenartige, nicht einmal so seltene Bänderungen, welche zum Teil darauf zurückzuführen sind, daß ein späterer Lösungszusatz nicht ringsschalig gleichmäßig, sondern radial ungleichmäßig vordringend auftrat, wobei auch Zuleitungsspältchen unterstützend

wirkten; es sind dies gleichsam gemischte Voll-Achate aus Chalzedon, wie wir gemischte Achate aus Chalzedon- und Kalzitachat kennen.¹⁾

Als ein seitlicher Ersatz infolge von verschiedenem Lösungszuzug und verschiedener Ausfüllungsverteilung ist auch bei Fig. 20 zu nennen: das Auskeilen des Chalzedons nach einer Seite in feinkristallinem, an Kieselsäure-Einschlüssen freien, die Keilenden der Einschaltungen umfassenden massigen Karbonat, dessen ebenso massig aggregierter Absatz in späterem Stadium gegen die Mittenfüllung aus Quarz rings umlaufend wird; es stellt dies Auskeilen einen genetischen Übergang zu dem morphologisch sehr verschiedenen Auftreten von wie freigeformten, größeren Karbonatkristallen bzw. Halbrosetten von Kalzit der Innenoberfläche der I. SiO₂-Generation, den oben so genannten Zwischenkristallen dar, welche Ausscheidung sagen wir wie in einen an SiO₂-Lösung freieren Raum hinein geschieht, gegen welchen z. B. gleichzeitige Chalzedonschichten in Gesamtheit auskeilen bzw. abbrechen können. Es ist das eine Parallelerscheinung zu der in späteren Stadien an dem gleichen Exemplar auftretenden Kalzitisierung im Innern des schon weiter vorgerückten Chalzedonaufbaus von radialen Spältchen aus (vgl. Beilage zu S. 217—220 Fig. 36), von welcher wir oben ausgegangen sind. Zu einer gewissen Zeit der langsam vor sich gehenden Ergänzung der Schicht- und Sphärolithanlagen dieses Stücks trat also durch eine kapillare Zerspaltung hindurch Karbonatlösung herzu, welche wohl auch in der Innenhöhlung die gegen die Septalunterbrechung auskeilenden Chalzedonschichten nicht mehr weiterwachsen ließ und die Chalzedonanlage nach innen überhaupt abbrach. Dieses Auskeilen wäre ein Beweis, daß hier neben dem Septalfeld die Lösungsänderung in radialem Eindringen vorher schon wirksam gewesen ist.

Hierzu tritt die weitere Beobachtung bezüglich gewisser Septalräume ergänzend hinzu, daß diese gelegentlich ganz aus dichtem Karbonat bestehen können und nach dem Mittenquarz zu ausgeprägte Endkristallformen wie ins Freie hinein erhalten, welche dann erst vom Mittenquarz als Letztbildung überkrustet und abgeformt wurden, auch vom Mittenquarz, soweit er als eine selbständige Letztbildung in einem Septalraum selbst auftritt! Andererseits können derartige septale Karbonateinschaltungen sich weit nach innen in fast ungeschichtete, einheitlich kristallisierte Karbonatmasse fortsetzen, welche seitlich in quer radialer Durchriffung mit diskordanter Bänderung abstoßenden Chalzedon vertritt, selbst an dieser Grenze einzelne Karbonatkriställchen und Halbsphärolithen von Karbonat umschließt. Auch dies zeigt, wie dies auch bei Besprechung des gemischten Achat (für Taf. V, Fig. 20, S. 219) hervorzuheben ist, daß das Karbonatwachstum zum mindesten einen zeitlich früheren selbständigeren Wachstumsabschluß gefunden haben muß²⁾ als der benachbarte Chalzedon, der sich in dichter Pigmentpunktierung engstens anschließt. Die Kalzitmasse hat verschiedene schmale Septalkanalverbindungen nach außen, welche im Kern und im Umfang Kalzit besitzen und glatt gegen den Chalzedon absetzen; im Innern der Blasenfüllung ist also das Aneinandergrenzen der beiden Ausscheidungen nur annähernd konkordant bzw. mehr riffartig unregelmäßig; hier ist die Mittenfüllung mehr nach der Art der queren Septaleinschaltungen beschaffen.

Die ziemlich regelmäßig nach dem vorhandenen schwachen Lagengefüge seitlich vordringende, nach einzelnen Schriffen grob netzförmige Auskristallisationen verursachende, aber in der Orientierung der Einzelkristalle (radiale Einstellung der Hauptachse) recht regelmäßig gebildete rhomboedrische Karbonatdurchsinterung bei Fig. 36 (S. 217) hat einige Vergleichbarkeit mit jener Chalzedon-Einkristallisation, welche sich im Bruch kennzeichnet und schichtig regelmäßig bis gitterförmig ein

¹⁾ Nach mehrfacher Prüfung der Präparate zu Fig. 36 b, c, d scheint es mir immer mehr, als ob bei der Durchsinterung mit Karbonatlösung auch von dem vorhandenen noch unentwickelten Chalzedon, welcher die Opal-Pigment-Chalzedonsphärolithkerne umgab und verband, etwas aufgelöst wurde und noch die splittrigen Reste davon übrig blieben; diese aufgelöste Kieselsäure träte zunächst wieder in dem Opalrand der Rhomboëder auf, würde sich aber auch, rückwärts wirkend, in den Zufuhrspalten bemerkbar machen. — Hierdurch würde die Ansicht, daß die Karbonatdurchsinterung einen noch unentwickelten Zustand der II. Generation getroffen hätte, nicht wesentlich berührt; es wäre nur der Zeitpunkt etwas verschoben und zwar in die Zeit nach Anlage der Zwischenbindung der Spärolithe; es würde also der Eintritt dieser Vorgänge dem Eintritt des postvulkanischen Mineralisierungsvorgangs als dessen Vorbote genähert.

²⁾ Es sei daran erinnert, daß bei den Karbonat-Halbsphärolithen mehrfach beobachtet ist, daß bei fast gleichzeitigem Nebeneinanderwachsen von Zwischenkalzit und Chalzedon ersterer oft den letzteren im Wachstum überholt und überwachsend verdrängt bis endlich das Umgekehrte eintritt, d. h. die Umhüllung des Kalzits durch Chalzedon. Man vergleiche auch hierzu die Darstellung im gemischten Achat S. 268 mit Quarz-Zeolithkruste in Septalraum- und Mittenhöhlungsauskleidung.

älteres Chalzedonurgefüge durchdringt; die optische Erscheinung dieses Vorgangs ward früher als Faserdrilling bezeichnet; es wäre die Folge einer weiteren Durchsinterung des Chalzedons, welche vielleicht darauf beruht, daß zu gewissen Temperaturen bzw. Druckumständen beim Chalzedon das Bestreben besteht, ein Wachstum nach der Hauptachse, die bei ihm nicht die Faserachse ist, zu bevorzugen.

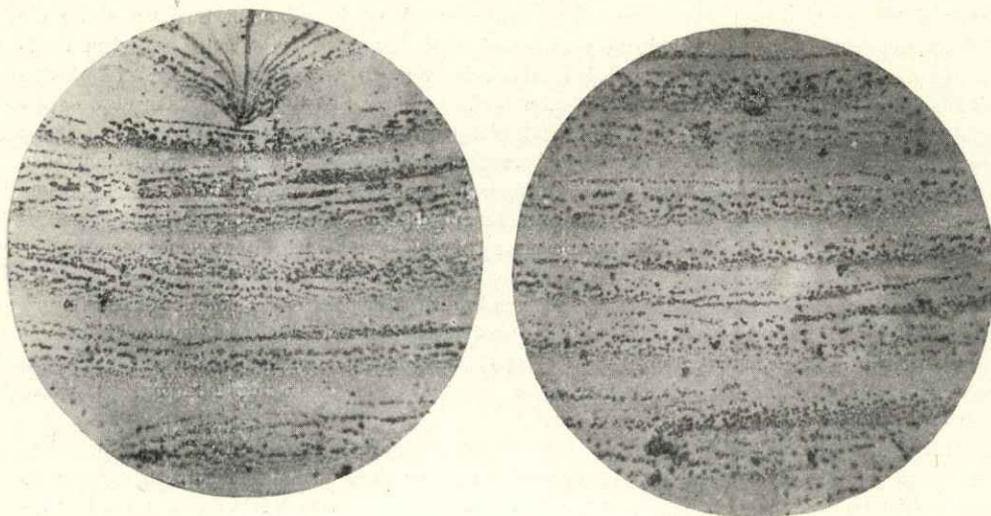


Fig. 48.

Die beiden Bilder zeigen eine schichtartige Absatzform, entstanden bei Eindampfung einer Lösung in einem Uhrsälchen; die feinkörnigen Absätze liegen fast alle nach einer Seite, wobei sich innerhalb der einzelnen Bänder wieder schiefe Körnchenreihen bilden; an haarfeinen Faserfremdkörpern zieht sich die Ausscheidung asymptotisch heran, weil sich hier das Lösungsmittel länger adhesiv festhält. Die Substanz ist homogen in allen Körnchen; es handelt sich um ein schwefelsaures Alkali (Glaserit) als mit Schwefelsäure aufgenommener geringfügiger Rückstand einer Auflösung von Chalzedon in Flußsäure; fremde Einschaltungen als Ursache der Schichtung fehlen; Niederschläge dieser Art führe ich als Vergleich für die Ausfällung des Feinquarzes im Anfang der Kalzitachat- bzw. auch Chalzedonachatbildung an. — Photogr. vom Landesgeol. Dr. SCHUSTER.

Nach einem in Fig. 48 mitgeteilten Zufallspräparate eines Verdampfungsrückstands (vgl. oben S. 115) kann eine Bänderung eintreten, welche mit je einem feinkörnigen Ausfallen einer noch fast ohne scharfe Kristallformen bestehenden Substanz beginnt, in reihigem Zusatz vergrößerter Körner weitergeht bis zu einem mehr und weniger scharfen großkörnigen Abbruch, worauf bald ein ausscheidungs-freier Zwischenraum eintritt. Dies ist ungefähr auch das Bild des Feinquarzabsatzes beim Kalzitachat, nur daß nicht selten bei mancher Schichtung noch ein innerer Abschluß durch faserigen Chalzedonsaum zu beobachten ist. Ähnlicher feinfaseriger Chalzedonabschluß mit Opaleinschlüssen ist auch beim Voll-Achat zu beobachten; bei diesem finden sich aber auch noch häufig beim Beginn der Schichten, selten beim Abschluß auftretende, auch für sich bestehende Büschelungs-„Anfangskörperchen“ von gleicher Beschaffenheit, welche bei beginnender Ausscheidung einer neuen Ringmasse als verkürzte und auf Unregelmäßigkeiten einer ersten oder älteren Oberfläche seitlich beschränkte Schichtansätze zu betrachten sind; sie erscheinen mit der vollständigeren nächst inneren Anlage so vereinheitlicht, daß diese als Fortsetzung erscheint. Man darf so zu jeder Schicht der Achatstruktur eigentlich und ursprünglich eine äußere nach der Blasenwand gelegene Ringzone als Raum für die radial nachziehende Lösung annehmen, und eine nach der Blasenmitte gelegene innerste mit durch die Abgabe des Lösungsmittels nach innen konzentrierter und zur Ausfällung gereifter Lösung; dies gilt für die erste, sehr lückenreiche Anlage der Schicht ebenso wie für ihre spätere „Ergänzung“. — Fig. 48 zeigt deutlich die Zusammensetzung einer Schicht aus mehreren linearen Anlagen, wobei darauf aufmerksam zu machen ist, daß diese Linien stellenweise diagonal zur Gesamtschicht verlaufen. Weiter ist hervorzuheben, daß die stärkste Körnerlage nicht ganz einseitig innen gelegen ist, sondern eine schmale Zone rascher Abnahme der Korngröße auch auf dieser Innenseite auftritt. Ich bringe beide Erscheinungen damit in Zusammenhang, daß der Entzug des Lösungsmittels bei einer auf einer flächenhaften (sogar noch etwas ausgehöhlten) Unterlage verdunstenden Flüssigkeitsscheibe mit Erwärmung von unten und oben, deren Flächenverringering von außen nach innen erfolgt, deren Lösungsaus-

gleichungen nicht nur von außen nach innen (radial), von oben nach unten (transversal), sondern auch ringsförmig (tangential) erfolgen muß, keine ausgesprochenen Einseitigkeiten aufkommen läßt.

Beim Kalzitachat geschieht die „Ergänzung“ vornehmlich durch Karbonatausscheidung, beim Voll-Achat durch Kieselsäurenachschub. Der durch Ansaugung und Lösungsmittelverlust nach innen hervorgerufene radiale Durchzug unterstützt natürlich die faserige Ausscheidung in ihren Anfängen und in ihrer Fortsetzung; auch in den äußeren Schichten des Kalzitachats ist das Karbonat ursprünglich langfaserig ausgeschieden, weiter innen scheinen nur Anfänge dazu vorzuliegen, so daß die Anlage sofort in gleichmäßig spätigen Kalzit überginge. Jene Außenzone stand viel länger und stärker unter dem Einfluß radialen Lösungsersatzes. Hervorzuheben ist aber, daß die Gesetzmäßigkeiten der mineralischen Ausscheidung für Faserschichten, Faserbündel(-sektoren), Halbsphärolithen, Konkretionen hier in erster Linie und nicht die Formen des Gels im Kleinen Form- und Richtung-gebend sind.

Aus solcher Anlage — welche auch durch die Befunde in den Horizontalschichten beim Kornberg-Achate bestätigt wird — erklärt sich leicht die allerdings seltene, liegend-gangartige Erhärtung einzelner Schichten von den zwei Grenzflächen nach innen; es kann das nur in einer bedeutungsvolleren, zeitlich wichtigeren Unterbrechung der Struktur mit auftretender Besonderheit der Zuzugs- bzw. der Durchzugsumkehrung unter Zweiseitigkeit begründet sein.

Ähnlich liegt der Fall, wo diese liegendgangartige Einschaltung auf beiden Seiten von halbsphärolithischen Anfangskörperchen begrenzt ist. Im ersten Falle hat man am selben Stück auch die Erscheinung umgewälzter und zum Teil angehäufte Anfangskörperchen, in letzterem Falle auch das Auftreten verlängerter „ooider“ Sphärolithen im Innern zahlreicherer Schichten.

Diese Entstehungen beweisen zum mindesten eine während des Faserwachstums stattfindende Unterbrechung des normalen radialen Lösungsdurchzugs, was auch in einzelnen Fällen zweiseitig gangartiger Erhärtung in der Art der Kristallausscheidung sich äußert; möglicherweise spielen hierbei Änderungen der Temperatur und des Gasdrucks mit (vgl. Allgem. Teil).

Die ooiden Konkretionen lassen auch in beiden wichtigsten Fällen der Beobachtung zwei Bildungsphasen erkennen, die ihrer Anlage bis zu einer gewissen Größe und die ihres Wachstums als Beierscheinung der ausfüllenden Ergänzung der ersten lückenreichen, ungeschlossenen Schichtenanlage.

Diese ein Nacheinander der Voll-Achat-Entstehung mit Hilfe des Nachweises weitgehender Ergänzungsdurchsinterung einer zuerst weitlückigen Schichtenanlage noch einmal beleuchtende Zusammenstellung führt gleichheitlich vor Augen, in welchem innigen Zusammenhang Voll-Achatbildung und Kalzitachat stehen, wie die Entstehung des letzteren auf einem zu andersartig wechselnder Entwicklung neigenden Nachschub von Kalklösung in verschiedenen Stadien des Chalzedonachat-Wachstums begründet ist, welche sonst nur Stufen der allmählichen Ergänzung des Vollechalzedonwachstums aus einfacher Anlage der kristallinen Festigung sind. Kalzitachat ist „gemischter Achat auf einer sehr frühen Stufe der Achatentwicklung“, welche bestimmte Zahlenverhältnisse annimmt. Diese und die anderen Formen der gemischten Achate werden zum Teil dadurch in ihrer Eigenart in verschiedenen Fundorten wieder geschaffen, weil die beiden Mineralsubstanzen in reziprokem Verhältnis der Löslichkeit und Ausfällung stehen, d. h. da wo Chalzedon in umfassendem Maßstab entsteht, ist gleichzeitige Ausfällung von Karbonaten nicht sehr wahrscheinlich und umgekehrt; es stellt sich daher die Achatentstehung in mancher Hinsicht als das Ergebnis des Kampfs zwischen Kieselsäure und Kohlensäure in den sich entgasenden Laven dar.

VIII. Über die Feinrunzelung der Bruchflächen des Achats, die Faserdrilling und das gesamte Innengefüge.

(Zugleich Nachtrag zu Kap. f u. g S. 172 u. S. 192, 4.)

Fast alle Bruchflächen durch den Achat- bzw. Chalzedonkörper, ausgenommen die ganz queren, zeigen in den nicht weiß gebänderten Zonen und in jenen, bei denen die radiale Faserung im Längsbruch nicht zu scharf und dicht hervortritt, eine quere sehr feine und gesetzmäßige Runzelung, welche mit der Lupe gut sichtbar wird, besonders wenn man die Bruchfläche so gegen das Auge hält, daß das Licht flach auffällt, wenn man also auf die Schattengehänge der außerordentlich niedrigen Runzeln hinaufsieht; es handelt sich hierbei um ziemlich glatte Ablösungsflächen des dichten Innengefüges und in den Runzelgrübchen stecken sehr

häufig noch die abgesprengten Abbruchreste der Runzelkämme der Gegenplatte. Man kann die Runzelung als solche sich besonders deutlich machen, wenn man mit einem nicht zu weichen Graphit- oder Tintenstift leicht über die Bruchfläche streicht; man sieht dann die Runzelunterbrechungen des Strichs.

Eine einfache Vergleichung bestätigt, daß diese Runzeln in ihrer Größe und ihrem Verlauf regelmäßig den queren unregelmäßig gebogenen, geknickten und gezackten Interferenzstreifen im Polarisationsbilde entsprechen. Es ist das jenes Oszillieren der Polarisationsfarben (vgl. S. 192, 4), welches nach HINTZE Handb. d. Min. I bis II S. 1465 darin besteht, daß ein radiales Faserbündel in regelmäßig geordneten Zonen einen regelmäßigen Wechsel solcher Teile aufweist, welche in jeder Stellung dunkel bleiben und solcher mit dem Maximum der Doppelbrechung. — Hierüber ist noch einiges nachzutragen, weil die bis jetzt gegebene rein kristallographische Deutung eine Erklärung ihrer Entstehung und eine Einfügung in die Entstehungsgeschichte des Achats fordert. — Es ist jedenfalls auffallend, daß dieses Gefügemerkmal nur im Bruch bei auffallendem Licht oder im polarisierten Licht¹⁾ zu erkennen ist.

Die Runzelstreifen bzw. die streifigen Polarisationswechsel verlaufen also in leichtem Bogen quer, sehr oft etwas schief diagonal, sie verschwächen sich seitlich und verlaufen, sie brechen aber auch an geradegestreckt spaltartigen Radiallinien scharf ab und werden hierbei scheinbar „verworfen“; bei der Flächenansicht sind sie sogar öfters in Erhöhungen aufgelöst und diese so angeordnet, daß sie in nach innen dachförmigen zusammenlaufenden Richtungen sich zu kreuzen²⁾ scheinen. Die diagonalen und queren Erhöhungen der Runzeln auf der Bruchfläche stellen einen integrierenden Teil des Fasergefüges dar und erscheinen gleichwertig auch mit den Erhöhungen des faserigen Bruchs; beide schließen sich in Höchstformen des Auftretens sogar einander aus.

Diese schalenartigen Bänderungsanzeichen ordnen sich in festere Grenzen ein, z. B. zwischen dem äußeren Schichtungsanfang und dem inneren Schichtungssaum (vgl. S. 192) oder gegen seitliche Begrenzungen, z. B. eingeschlossener Kalkspatkristalle, woselbst entweder die Runzeln bzw. Runzelschichtschalen schmaler oder dicker und etwas unruhig werden. Sie fehlen, wo die Kristallisation des Chalzedons straff radialfaserig ist; sie können auch noch auftreten, wo Opalbänder vorhanden, jedoch nicht in stark radialem Chalzedon eingeschlossen sind, was ja allerdings sehr häufig der Fall ist; sie sind auch innerhalb stärker und breiter gebüschelter Chalzedonmassen zu beobachten.

Diese Feinrunzelbänder, wie sie nur im Polarisationsbild zu sehen sind, setzen sich zusammen: 1. aus feinsten Chalzedonfäserchen von geringer Länge, 2. aus diesen zu Faserpaketen zusammengebündelten Fasern, 3. aus quer zusammengeschlossenen Reihen dieser Pakete. Die Grenzen der Pakete untereinander und der distal benachbarten Reihen sind durch allseitig seitlich und ungleichmäßig ineinander greifendes faserig-spitziges wie bündelig zerschlitztes Verschränkungswachstum in höchstem Grade zickzackartig.

¹⁾ Öfters sieht man die Zeichnung auch mit bloßem Auge oder der Lupe, wenn Dünnschliffe unter bestimmtem Winkel betrachtet werden; es handelt sich aber hierbei auch nur um das Polarisationsbild durch Reflexion, das entsprechend schwächer, aber immerhin ganz gut in wohlbegrenzten Helligkeitsunterschieden gesehen werden kann.

²⁾ Bezüglich dieser Formen und ihrer Bedeutung für die Erklärung der Erscheinung verweise ich auf die „Zusammenfassung“, Geogn. Jahresh. XXXI/XXXII.

Ein solches breitspurigeres Verschränkungswachstum zeigt sich nicht nur in den Körnerschichten des horizontalen Teils des Kornbergachats, sondern auch in den dünnen, kurzfasrigen Chalzedonsäumen des Kalzitachats, welche nach Auflösung des Kalzitachats ohne weitere Behandlung von der Schichtfläche aus betrachtet werden können und ein sehr zackiges seitliches Ineinanderwachsen erkennen lassen, das im Flächenbild einer flach angeschliffenen engzapfigen Styolithen- oder Spitzensutur gleicht. Im vorliegenden Fall erscheint die seitliche Verwachsung noch vielseitiger seitlich zerschlizt und ebenso in distaler Folge von außen nach innen in gleicher Weise zackig spitzig ineinander greifend verzahnt.

Wie oben erwähnt, kommt es auch vor, daß die Runzelbänder von ganz geringer querer Länge sind und seitlich durch scharfe fugenartige Radiallinien begrenzt werden, an welchen wie an „Pseudoklasen“ die Bänder diesseits und jenseits alternieren; es überwiegt hierbei eine Zusammenfassung in der Längsrichtung. Dieser Abänderung steht die Tatsache beim Enhydros gegenüber, woselbst in der Außenhälfte der Kieselringwülste der Chalzedon primär (Längsschnitt!) in mit einer Ausstrahlungsachse versehenen, beinahe zweifiederigen Wedelbündeln kristallisiert ist, ohne seitlich einen so engen Anschluß zu finden (wobei auch nur schwache ausgeprägte Querriefung nach Art der Runzelschichtung zu bemerken ist).

Sehr häufig ist der Verlauf so, daß von der äußeren Grenze der I. Generation her oder von einer Grenze mit neuem Büschelungsanfang zuerst straff radialfaseriges Gefüge auftritt, welches allmählich oder in schwachen Grenzübergängen in das Runzelschalen-Faserwachstum verläuft, wobei eine mehr oder weniger regelmäßige Wiederholung solchen Wechsels eintreten kann.

Wenn nun wirklich die Runzelzeichnung auf den Bruchflächen und die ihr entsprechende Interferenzstreifung — es handelt sich in der Tat nicht immer um einen strengen Helldunkelwechsel, sondern natürlich ebenso oft um einen Interferenzfarbenwechsel — auf etwas Schichtartiges schließen läßt, so hätten wir sehr verschiedene Schichtungsarten im Achat miteinander in Einklang zu bringen: die tatsächliche Faserbüschelungsschichtung, die scheinbar verschiedene Feinlinien-Fugenschichtung, die Pigmentschichtung, die Opalschichtung und die Runzelschichtung. Über ihr Nebeneinander wäre noch einiges zu ergänzen.

In mehreren deutlichen Fällen habe ich gefunden (vgl. S. 192 unter 8), daß das Eisenpigment in etwas ausgeprägter radial gefaserten Zonen auftritt, weniger in den mit ihnen wechselnden Runzelschalen, welche zugleich breitere Fasern bzw. Faserbündel haben, die auch dichter aneinandergeschlossen aussehen; sie scheinen daher weniger geeignet für eine bandförmige Pigmentdurchsinterung, wenn sie eine solche natürlich auch nicht ausschließen und ausschließen können. LIESEGANG spricht (nebenbei bemerkt) a. a. O. S. 29 davon, daß HEIN gefunden habe (l. c. S. 209), daß das Pigment eine Verbreiterung der Fasern bewirke; er sagt dies aber, wie ich auch jetzt erst nach mehrfachem Prüfen des Zusammenhangs und Wortlauts für sicher und unzweideutig entnehme, nur für das weiße Pigment, d. h. für die Opaleinschlüsse, was auch mit meinen Beobachtungen übereinstimmt; über das Eisenpigment machte HEIN überhaupt nur nebensächliche Beobachtungen.

Eine wichtige Beobachtung HEINS, die ich vollauf bestätigen kann, ist die, daß die Fasern in den weißen Bändern „ein etwas homogeneres Aussehen annehmen“; dies möchte ich auch hinsichtlich der Frage verwerten, in welcher Weise das „weiße Pigment“, der Opal, mit den Chalzedonfasern verbunden ist, und zwar zum Vorteil auch meiner Ansicht, daß in den dicken Fasern die Opalkörnchen vom

Chalzedon eingeschlossen sind und nicht umgekehrt; ich muß sagen, ich habe in den vielen, in verschiedensten Graden dünnen Schliffen, nie ein sicheres Anzeichen dafür gefunden, daß der Opal zwischen den dicken Fasern befindlich, sich hier anhäuft und der Faserkörper davon frei sei. Anders ist es mit den für sich fein gefaserten Opalstreifen selbst; hier erkennt man eine Feinfaserung für sich und es bleibt unentschieden, ob die Opalkörnchen in den Fasern stecken oder zwischen ihnen.

Ich habe allerdings oben bei Gelegenheit der „Kieselsäuredurchsinterung“ (S. 239) darauf hingewiesen, daß hier ein streifenweiser Opalabsatz lang nach der Faserbildung vorliegt, welchem in den Nachbarstreifen eine Verdichtung des Chalzedonwachstums zur Seite stehe; dieses findet natürlich zwischen den Fasern statt; es ist aber auch ganz zweifellos ein wohl merkbarer Helligkeitsunterschied zwischen beiden Fällen; eine späte Opaldurchsinterung zwischen den Fasern erzielt selbstverständlich nur eine viel geringere Dichte, Gleichmäßigkeit und Homogenität als der ursprüngliche Opaleinschluß oder auch eine erste Einschaltung zwischen den Fasern.

Über die an verschiedenen Stellen erwähnte „Feinst“riefung (S. 175) wurde erwähnt, daß dies eine Liniiierung sei, welche sehr regelmäßig kreisförmig senkrecht auf der Faserung stehe und ein Strukturelement darstelle, welches der Faserung an Bedeutung äquivalent sei. Es ist noch von Wichtigkeit festzustellen, in welcher Beziehung sie zu der sehr viel gröberen Runzelschichtung, zu den Opalbändern und den Pigmentstreifen steht, wozu wir oben (S. 202) schon einzelnes herausgegriffen haben.

Wir holen daher die Beschreibung eines Stückes (S. 194—195) nach, welches dieses feinste Liniengefüge am allervollkommensten beobachten ließ.¹⁾

Ein Stück von Wendelsheim, eine halbkugelige Achatdruse von 5:4 cm, welche hinsichtlich der Beziehung zwischen Pigment und Schichtung von Wichtigkeit ist, sei hier mikroskopisch noch kurz skizziert. Die I. Generation ist verhältnismäßig gleichmäßig um den ganzen mittleren Querbruch der Blasenfüllung, unter der Lupe farblos, von 1,5 mm bis 2,5 mm dick; Grenze gegen II scharf. Die II. Generation (bis zu einem 6 mm [rad.] messenden Mittenquarz und zu einer 7 mm [diam.] messenden Mittenhöhle) 12 mm bis 4 mm dick — letztere in der Nähe einer stärkeren Oberflächenfalte; unter dem Quarz befindet sich eine 2 mm dicke Zone weißer Bänder. — Die I. Generation besteht unter dem Mikroskop aus einer äußeren, radial nach innen auseinanderstrahlend gefaserten Schicht und einer innersten schmäleren, mit innen scharf begrenzten Schichtfasern in Pallisadenstellung und einer mittleren Lage mit verlängert rechteckig großsphärolithischen Feldern, deren Ausstrahlungspunkte ziemlich in der Mitte liegen. Die Faserung der I. Generation ist wie häufig etwas derber als die darauffolgende der II. Generation. Pigment ist nur in der ältesten äußersten Zone in Eierform erhalten, nach innen zu fehlt es und es ist kein Anzeichen da, daß solches fortgeführt wurde; Feinschichtung bei vorherrschendem Faserungsbild nicht zu erkennen.

Die II. Generation beginnt mit einer Schicht aus fast rechteckig nebeneinandergestellten Büschelfeldern, deren Büschelungsmitten streng auf der Pallisaden-Saumschicht der I. Generation liegen. Die Felderung hat keine Beziehung zu der sonst nicht unvergleichbaren Sphärolithfelderung in der I. Generation. In den Büschelungsmitten zeigt sich öfter eine Opalanreicherung; während diese streng an der Faserungsausstrahlung sich hält, sind eine Anzahl hutförmiger bis halbkugeligiger Pigmentkörner nur gelegentlich der eigentlichen Mitte angehörig und scheinen nicht genetisch hierher zu gehören. Die Faserung ist feinzülig, doch gut ausgeprägt; die Feinschichtung sieht man in den der Faserdivergenz völlig entsprechenden Kreisbogen besonders in der Mitte der Felder gut, während sie nach innen nur bei gewissen Beleuchtungen, Einstellungen und Stellungen deutlich wird, so fein ist sie; sie schwebt wie der feinste Schleier über dem Faserbild. In der Mitte ist diese Feinliniierung etwas stärker ausgeprägt und weitschichtiger, hier zeigt sich Linsen- und Scheibchenpigment in der S. 145 Fig. 19 gegebenen gröberen Form. Eine Pigmentansammlung liegt stets im

¹⁾ Da wo das Liniengefüge d. h. der Fugenaufbau sehr deutlich, also das Gefüge nicht so dicht ist, da zeigt es sich, wie hier auch, daß der Pigmentbestand durch Auslaugung und Umwandlung etwas gelitten hat, was sich auch bis zur gänzlichen Entfärbung steigern kann.

Körper der Feinlinienschicht vor, d. h. zwischen jenen dunkleren Linien, welche als Trennungslinien in der eigentlichen mineralischen Substanz zu betrachten sind, sei es, daß sie als Zuwachslinien, sei es, daß sie als spätere Ablösungsfugen erklärt werden; es sind jedenfalls durch die Substanz durchgehende Scheidelinien, welche eine höhere Bedeutung für eine Enteisung haben, weil in ihnen keine Infiltrationen mehr zu beobachten sind und weil tatsächlich wie bei der Bildung der einlagigen Scheibchen schön zu sehen ist, daß die äußere Begrenzung des Schichtkörpers gegen die Abteilungslinien hin die feste Anlagerungsfläche bildet für die flach ausgeebnete Grundfläche der nach oben schwach aber deutlich gewölbten Scheibchen; die äußersten Begrenzungen der Schicht zeigen auch eine auffallendere Helligkeit, gegenüber dem Körperinnern, in dem sich vorzugsweise das Pigment angehäuft erhält. — Es ist weiter nicht zu leugnen, daß bei recht dünnen Schliffen an derartigen Grenzlinien bei etwas starkem Druck scharfe Trennungen des Zusammenhalts stattfinden, so daß man von fugenartigen Linien, von Flächen der Strukturunterbrechung sprechen darf. Eine Zickzackbänderung ist in der letzten Region nur unvollkommen ausgeprägt.

Diese oben behandelte Form des Pigmentauftretens ist eine Form der Rückbildung des Pigments, indem in den Scheide(-fugen)linien die Eisenoxydbindung fortgeführt wird und das zwischen den Fäserchen der Schichtkörper selbst befindliche zunächst noch festgehalten ist.

Auf diese erste Büschelungsschicht folgt eine mit einem Pallisadenfasersaum nach innen versehene schmale Lage unregelmäßiger Körnelung (nicht Faserung), welche zuweilen auskeilt, wobei es dann den Anschein hat, als ob der Pallisadensaum, der einen Opalstreifen einschließt, die letzte Faserschicht des vorausgehenden Büschelungskomplexes wäre. Die Körnchen haben bei Anwendung der Glimmerblättchen im großen und ganzen durchaus die Interferenzerscheinungen des anliegenden neg. Chalzedons; ganz vereinzelt Körnchen scheinen auf Quarzin hinzudeuten, wenn es nicht auf unregelmäßig gelagerten Chalzedon zurückzuführen ist.

Darüber folgt ausschließlich der oben erwähnten innersten Zone weißer Bänder eine fast einheitliche breite Büschelungszone; zwei schmale Bänderchen mit Opal ermöglichen eine unscharfe Einteilung. Bis zum ersten Opalband gilt fast alles wie beim ersten Büschelungsband. Auch hinsichtlich der feinen Schichtlinierung; wo in der Mitte und gegen das letzte Drittel letztere deutlicher ist, da treten die Linsen- und Scheibchenpigmente mit einlagigem oder mehrlagigerem Aufbau nach Art der Textfig. 19 S. 145 auf. Die Linierung ist an Stärke und Entfernung der Linien im großen und ganzen zunehmend und abnehmend. — In der nächsten schmälern Zone hat man aber sechs Abteilungen, welche durch mehrere etwas ausgeprägtere Linien getrennt sind, in welcher jedesmal die Feinlinierung eine andere Stärke hat und diese Linienfluren fast immer ohne eigentliche Übergänge aufeinanderfolgen, wobei zu bemerken ist, daß in benachbarten Ausstrahlungssektoren die Deutlichkeit sehr verschieden ist, d. h. die Feinlinierung verschwindet und die Faserung um so kräftiger hervortritt, z. B. auch die feinen Opalbänder unsichtbar werden. Auch hier tritt das Scheibchenpigment auf, wie es oben ausführlicher gekennzeichnet ist.

Dann folgt weiter nach innen eine Zone, in welcher in Absätzen die Feinlinierung deutlicher und breiter ist und dazwischen nur bei Anwendung stärkerer Vergrößerung gesehen werden kann; auch hier ist die Pigmentbildung ähnlich, jedoch überwiegt der Einfluß der radialen Faserung und es erhalten radial verlängerte Gebilde und neben richtigem Eierpigment Formen, wie sie in Taf. V Fig. 16—19 dargestellt sind, bei welchen die Pigmentansammlung in der Breite nur bei stärkeren Feinlinienabständen auftritt, im Gebiete der feinsten Linien aber in der Breite beschränkt wird und in radialer Richtung sich verlängert; die Fasern sind hier gleichzeitig recht fein.¹⁾

Die Runzelbänderung beginnt schon sehr nahe im Ausstrahlungspunkt der Faserung, in unregelmäßig bogigen Zickzacklinien. Es ist nicht zu verkennen, daß an mehreren Stellen, woselbst die Feinlinienschichten scharf und breiter werden, mit einer erkennbaren Streckung der Fasern auch die quere Zusammenlegung gleichmäßig interferierender Faserbündel zu den schichtartigen Streifen der Runzelschichtung undeutlich wird. Das gleiche ist auch an einem beider das Eierpigment führenden schmalen Ringsstreifen der Fall, woselbst die Faserung auch etwas gestreckter wird. Ein sehr vergleichbares Bild des Auftretens von Pigment in Ringen schmaler gestreckter Fasern, das Zurücktreten der Runzelschichtung hier und das Hervortreten der letzteren in den fast pigmentfreien Zwischenbändern läßt das Stück von Olsbrücken Taf. III Fig. 15 von Niedermohr und von Waldhambach erkennen. Andererseits haben wir Stücke von Duchrot, bei denen Pigment auch in Zonen sehr intensiver

¹⁾ Auch hier ist durch eine Verminderung des Eisenoxyds durch Auslaugung, welche in allen Übergängen bis zur Entfärbung zu beobachten ist, ein Einblick in die Zusammensetzung gegeben. Die Auslaugung ist unterstützt durch den die Durchdringung ermöglichenden stark ausgeprägten Fugenaufbau.

Runzelschichtung anzutreffen ist; diese Stücke sind aber auch wegen anderer Kennzeichen verdächtig, ganz nachträglich in Durchsinterung neu durchpigmentiert worden zu sein.

Dies war also die innerste Zone bis zu der Gruppe der erwähnten Opalbänder. Für diese gilt, was die Feinlinierung betrifft, genau dasselbe wie für die reine Chalzedonzzone; es zeigt sich ein sehr verschiedenartiger Wechsel von Gruppen mit dem feinsten und mit größerem hell dunklen Linienwechsel; der Opal sitzt im Körper der einzelnen Feinschichten und hier ebenso in den einzelnen Fasern, wobei viele Fasern doch eingeschaltet sind, welche ganz ohne Opalkörnchen sind. Es hat zunächst den Anschein, als ob bei der Entstehung der verschiedenartigen Linienstreifen ein älterer Opalbestand enger in den Körper der Feinliniensschichten ebenso wie in den Körper der Fasern herangezogen und eingeschlossen wäre, als ob Schichtlinien-weise und ebenso Faser-weise die Opalkörnchen verdichtet, die Zwischenräume gereinigt und somit erhellt worden wären. Andererseits kann man sich von dem Eindruck nicht freimachen, daß die beiden Ausscheidungen eng miteinander entstanden sein müssen, was nicht ausschließt, daß der Opal doch auf der Außenseite bzw. zwischen den feinen Fasern sitzt. — Hier ist aber sehr deutlich, daß die ursprüngliche recht feine Opal-Chalzedonfaserung eine Zusammenschließung zu optisch einheitlichen, viel breiteren und längeren Faserkomplexen, welche nach innen quer in die Runzelbänder übergehen, als spätere Nachbildung erfahren haben muß. Wenn wirklich ein Zusammenhang der Opalführung mit der Form der Fasern und dem endgültigen Zustand der Opal-Chalzedon-Bänder besteht, so kann der nur darin gesehen werden, daß Opal als Nebenausfällung bei Chalzedon dann leicht entsteht, wenn dieser sich in gestreckten Urfasern in rascher Ausfällung ausscheidet und der dann zwischen diesen Fasern befindliche Opal wieder seinerseits bei einer späteren gruppenweisen Verschmelzung der Urfasern auf Neubildung gestreckter Breitfasern hinwirkt.

Zweifellos ist aber die Ansammlung der Opaleinschlüsse sehr verschieden von jener des Eisenpigments; es sind große Gegensätze, welche sich darin zusammenfassen lassen, daß der Opal in feinsten Körnchen in bzw. zwischen den Fasern selbst eingewachsen ist, während das Pigment die Fasern in größeren Verbänden fleckenweise zusammenschließt.

Nun ist noch ein weiteres hier zu beachten; sobald die feinen Fasern einer opalfreien Schicht in eine Opalzone hereintreten, erscheinen sie sofort gestreckter, gleichmäßiger zügig¹⁾ und dann zu den breiten Bündelfasern vereinigt; auch ein neu und eng sich anschließender Büschelungsanfang zeigt den gleichbleibenden breitzügigen, gleichmäßig gestreckten Faserungszusammenschluß sowohl so lange als sich die Opalbänder eng aneinanderliegend nach innen zu fortsetzen, als auch noch etwas darüber hinaus, woselbst sich die Runzel-Zickzackschichtung einstellt, aber zunächst in mehr regelmäßigen, allerdings nur ungefähr konkordanten Querzügen, die in ihren Unregelmäßigkeiten von den mathematischen Feinlinien immerhin deutlich genug diskordant durchschnitten werden.

Es sei auch noch hervorgehoben, daß ich sehr schöne Präparate z. B. von Uruguay-Achat von seltener Klarheit der Struktur, besonders der Faserstruktur habe, wobei keine Spur einer Feinstlamellierung in ziemlich weiten Radialabschnitten vorliegt und da, wo überhaupt die feinen Linien sich einstellen, sie ziemlich breit auseinanderliegen; auch hier ist das Eierpigment auf die lediglich faserigen Zwischenräume beschränkt und zeigt bei völliger Durchsichtigkeit und Feinheit keine Spur des dichten Feinliniengefüges, welches in den Stücken zu Fig. 19–20 S. 145 und Fig. 16–19 zu Taf. V so deutlich ist. Wie es aber auch dort in seinem Auftreten, bei großer Deutlichkeit, großem formellen Wechsel unterworfen ist, besonders in der Größe der Zwischenräume, so ist die Überzeugung naheliegend, daß letztere auch noch viel größer werden können, als verschiedentlich beobachtet, daß also auch die an Feinlinien freien Abschnitte Eierkörnchen enthalten können und jene nicht stets an dem Aufbau mit beteiligt sein müssen, Eierkörnchen also den Fasern allein zu verdanken

¹⁾ Zum Verständnis der hier mitwirkenden Vorgänge sei darauf verwiesen, daß ich oben S. 253 feststellen konnte, daß bei einer späteren Durchkreuzung eines bestehenden Bänderungswechsels durch eine jüngere Kieselsäuredurchsinterung von außen nach innen die letztere in den älteren opalführenden Schichten stärker nach innen vorrückt, sei es nun in eigenen opalführenden Schichten, sei es in kristallfaserigen Chalzedonschichten; durch die erste Opalausfällung ist hier Wasser in höherem Maße mineralisch gebunden und es kann gedacht werden, daß dies auf Lösung nachziehend wirkt, durch die Kapillarwirkung der vorhandenen Ausfällung wieder wasserreichere Lösung rasch konzentriert und erneut ausgefällt wird; es kann aber andererseits, wenn die Verhältnisse z. B. der Temperatur noch auf Chalzedon hindrängen, hierdurch eine Erhöhung der Gradlinigkeit der Faserung, welche die Opalschichtung auszeichnet, erreicht werden.

sind, während die Feinlinienabschnitte dem radialen Pigmentzusammenschluß entgegenstehen, da sie das Gegenteil: die Scheibenform beeinflussen. Die Formen Taf. V Fig. 16—18 sind kombinierte Gestaltungen.

Wir haben oben S. 175 den Standpunkt eingenommen, daß Feinlinienabschnitte die notwendige mineralische Begleiterscheinung der Faserentstehung des Chalzedons seien. In Hinsicht auf das besonders beschriebene Präparat, dem sich der Augenschein mehrerer anderer anschließt, könnte es fast aussehen, als ob die Faserung diese Linien überschneide bzw. als ob diese Linien die Faserung durchbrechen, also eines das ältere sein müsse.

Dagegen sprechen aber nun andere Präparate, bei welchen sowohl Faserung als konzentrische Feinlinierung nur um ein ganz wenig gröber sind und offenbar auch das Faserbild durch die größere Gestrecktheit — das Fehlen der bei feinerer Faserung störenden Drillung — entschiedener und deutlicher wird. Die Präparate sind in erster Linie dem Exemplar Textfigur 29 S. 186 und Textfigur 26—28 S. 181 entnommen. — Es zeigt sich hierbei, daß jede dieser dünnsten Feinschichten bzw. die sie bildenden Einzelfasern entweder eine neue Verschalung mit eigenen Feinlinien oder einen spitzigen äußeren Faserungsanfang an einer äußeren Feinlinie oder -fuge und ein breiteres quer abgestutztes Faserende an der nächsten inneren Feinlinie oder -fuge besitzt; bei diesem Stück zeigt sich das Beschriebene besonders in den Büschelungen im Anfang der II. Generation in auffälligem Gegensatz zur I. Generation; in den nach der Mitte zu eintretenden Büschelungen verschwindet das Merkmal mehr und mehr, in den aufeinander folgenden Einzelschichten der Büschelungseinheiten scheint der jedesmalige Faserbeginn fast so wie das vorhergehende Ende und es sieht aus wie eine einfache Linienunterbrechung einer einzigen Faser, für welche auch ich es im Anfang hielt; dies kann nicht aufrecht erhalten werden. Es ist aber ein Übergang da an verschiedenen Stellen und zeigt die schon berührte Erscheinung, welche überhaupt öfter im polarisierten Licht zu sehen ist: daß die der Büschelungsmitte näher liegenden Faserenden spitzig und fein sind, während die Faserenden an der entgegengesetzten, ferner liegenden Feinlinie breit abstoßen. Es zeigt sich also, daß wie die Feinlinien in ihrem ganzen Biegungsverlauf von jederartigen Form der Büschelung und Lage der Fasern strengstens abhängen, umgekehrt auch die scheinbaren Faserteile zu den Feinlinien engste Gestaltungsbeziehung haben.

Das obige Beispiel zeigt uns, daß der Körper der Feinschichten aus Faserentstehungseinheiten, so klein sie auch sind, bestehen. Bei dem Stück Textfig. 29 ist in weiterer Entwicklung der elementaren Zusammensetzung erkennbar, daß jede dieser feinsten Dünnschichten im Anfang jeder II. Generation aus einer sehr feinkörnigen, dünnen Anfangsflur, als körnigem basalen Teil und aus einem faserigen Randsaum besteht, wie ein solcher auch beim Kornbergachat und beim Kalzitachat bekannt sind; es beteiligen sich hierbei zwei Einheiten. Es ist denkbar, daß eine Fasereinheit schon eine erste Zusammenfassung zweier oder mehrerer erster Ausfällungskörner darstellt und daß diese Zusammenfassung sich schon in einer feinsten Verwachsungslinie erkennen läßt, bzw. daß es auch etwas längere Fasern gibt, welche aus einer größeren Anzahl von Körneranlagen entstanden sind, deren faserig-schichtige Zusammenfassung von einer Feinlinienzeichnung begleitet ist [vgl. S. 246¹⁾]. Das erscheint aber hierdurch zweifellos, daß diese Linierung, eine Kennzeichnung der Urzusammensetzung von Faseranlagen, entweder aus Einzelkörnern oder von gleich zu kurzen Faserelementen verlängert ausgewachsenen Körnchen besteht.

Was bedeuten aber nun die Runzelschichten in Hinsicht auf diese Urfaserung und zugehörige Urschichtung? Die Antwort kann in Hinblick auf die obige Analyse der Runzelschichten nur sein: Sie bedeutet 1. und 2. eine putzenförmige Zusammenfassung der in der Länge radial aus- und zusammenwachsenden Faseranlagen in die Breite und 3. einen schichtartigen Zusammenschluß der einzelnen Faserputzen, wobei auch die erste Anlage der Faserung und Schichtung meist ihren ursprünglichen Charakter durch Substanzvereinheitlichung etwas verliert.

Die Runzeländerung ist eine nachträgliche Erscheinung, welche eine zweite Phase des Chalzedondichtewachstums¹⁾ darstellt; ihr entspricht in den Opal-Chalzedonlagen mit ihrer etwas gestreckteren Faserung der Zusammenschluß der Opal-Chalzedon-Feinfasern zu den gestreckten Breitfasern der weißen Opalschichten; es ist hierin stellenweise ein Übergang der unregelmäßigeren Runzelschichten in die so ungleich regelmäßige Form der Opal führenden Schichtung innerlich oder äußerlich der letzteren bei verschiedenen Schliffen sehr wohl erkennbar; auch hier gibt es Fasern und Fasergruppen, welche in allen Stellungen im polarisierten Licht senkrecht zur Haupt-

¹⁾ Ich mache hierbei auch auf die Gitter-artige Ausbildung des Polarisationsbildes aufmerksam, bezüglich welcher unten in der Zusammenfassung kurz ein Hinweis auf neuere Forschungen von E. KÜSTER in Bonn noch gegeben werden konnte.

achse (|| zur Faserachse) dunkel blieben und oft darin noch in Verbindung sind mit den gleichartigen Teilen der benachbarten angrenzenden Zickzackschichtung.

Ich sehe in der Bildung dieser im Polarisationsbild deutlichen Wechselbänder eine senkrecht zur Faserachse des Chalzedons stattfindende schichtartige, auch im Bruch kenntliche Vereinheitlichung nach der kristallographischen Hauptachse der Chalzedonfasern, entstellungsgeschichtlich in ähnlicher Weise verursacht durch tangentialen Lösungsdurchzug, wie dies z. B. für die Quarze des Enhydros gilt, für die queren Sigmoidalstreifen und die horizontal gestreckte Balkenverwachsung bei den Bodenschichten der Kornbergachate. Die Annahme, welche diese Erscheinung als Folge einer „Drillung“ im Sinne des „Calcedonit avec enroulement“ erklären, sollte von in mikroskopischer Praxis erfahrenen Mineralogen noch einmal kritisch geprüft werden; meine Bedenken gegen diese Auffassung scheint mir die Tatsache, daß diese Eigenheit sich auch im Bruchgefüge äußert, neu und näher zu beleuchten.

Ich möchte bemerken, daß es im Gefüge des Chalzedonachats tatsächlich eine morphologische „Drillung“ der Fasern gibt, d. h. daß es in wohl höchst dichtem, aber doch nicht scharf einheitlich und regelmäßig (seitlich und distal) geschlossenen Chalzedongefüge meist bei dickeren Schichten mit geringer Andeutung einer queren Feinfugeneinteilung eine wirkliche spiralische Windung der Einzelfasern um radiale Streifenfäden herum gibt. In diesen eigenartigen Schichten fehlt die Erscheinung der Oszillationen des Polarisationsbildes ganz. Die Fasern liegen dann um einen Streifen, wie die Fasern eines Wollfadens im Fadenstrang; dies ist jedenfalls bei den in optischer Hinsicht gedrillten Fasern in dieser Deutlichkeit durchaus nicht der Fall, eher das Gegenteil.

Es fehlt sogar bei den tatsächlich gedrehten Strängen der einheitliche seitliche Zusammenschluß, der die Vorbedingung jenes Polarisationsbildes in jedem Falle sein dürfte; auch ist noch hervorzuheben, daß hier keine regelmäßig ausstrahlende „Faser“divergenz vorliegt, sondern die einzelnen fadenartigen Bündelteile Neigung zu einer etwas wirren Stellung verraten.

IX. Die Pseudomorphosen und pseudomorphoiden Gestalten im Achat.¹⁾

Bei verschiedenen und nicht unwichtigen Anlässen wurde oben der Pseudomorphosen und Umbüllungs pseudomorphosen-artiger Umwachsungen von Kalzit und Skolezit im Achat Erwähnung getan. R. E. LIESEGANG hat in *Zeitschr. f. Kristallogr.* 1915 S. 269 auf einen Versuch hingewiesen, welcher möglicherweise erklären könnte, „weshalb so oft in Melaphyrgeoden Chalzedonzapfen ein weggelöstes Kalzitkalenoeder umhüllen“. Der Versuch ist folgender: Ein durch Mischung von Wasserglas und etwas überschüssiger Salzsäure erzeugtes Kieselsäuresol wurde auf Aragonit oder Mollusken-schalen gegossen. Aus der nächsten Umgebung diffundiert die überschüssige Salzsäure zum Kalk und wurde dort neutralisiert. Dadurch wurde hier das Sol unbeständiger und schied sich als Gel aus. Die Kieselsäure wurde also indirekt durch den kohlen-sauren Kalk, der sich dabei auflöste, gefällt. Das könnte eine Umhüllungspseudomorphose hervorrufen. Es wäre allerdings damit noch nicht die völlige Auflösung des Kalzits gegeben. Die Einwirkung konnte aber noch weitergehend gedacht werden, trotzdem die erst gebildete Gelhaut kein Kieselsäuresol hindurchlassen sollte, wenn beachtet wird, daß frisch bereitete Kieselsäurelösung, die eigentlich kolloid sein müßte, doch in gewissem Umfang diffusibel ist. So erklärt LIESEGANG, daß auf diese Weise allmählich an Stelle des aufgelösten Kalzitkristalls Gallerte als Vorstufe von Quarz oder Chalzedon sich angesammelt haben könnte. Selbständige metasomatische Pseudomorphosen von Quarz etc. nach Kalzit kommen aber im Achat nicht vor, sondern es findet sich nur eine Art von Umhüllungspseudomorphosen nach Kalzit, welche zugleich als integrierende Teile des Achat-Bänderwachstums selbst die Kristallformen nachbilden; viel selbständiger in Kristallform sind meist die pseudomorphosoiden Nachbildungen nach Skolezit. Ein sehr häufig fehlender aber auch stärkerer Kleinquarzbesatz in den Höhlungen, der oft von Limonit begleitet oder ein limonitischer Kieselsinter ist, wird aber dennoch auf den Flächen des Auslaugungslochs des Kalzits oft bemerkt, so daß auch als ein Beginn der Pseudomorphosenbildung nach LIESEGANG darauf verwiesen werden könnte.

Wir selbst haben oben S. 155 die Auflösung der Karbonatkristalle als eine sehr späte Erscheinung aufgefaßt, als die Kieselsäure längst erhärtet und die Bänderung in jeder Hinsicht ge-

¹⁾ Ich folge hierin den Ausführungen von Dr. H. LAUBMANN in *Mitt. aus dem Petrogr. Seminar der Universität München*. XII Natur und Kultur, München, 11. Jahrg. Heft 14, besonders hinsichtlich der sogen. Umhüllungspseudomorphosen.

festigt war, und zwar zu einer Zeit (vgl. unten), wo eine geringe Quarzbildung als Nachspiel der Achatentstehung leicht annehmbar war.

Die Auffassung LIESEGANGS ist nach den Ergebnissen unserer Beobachtungen zu beleuchten; nicht deshalb, weil hier etwa unsere Annahme, daß die Bänderung einen Übrindungsvorgang auch der randlichen für Diffusion von Lösungen und undrehdringlichen Kalkspatkristalle darstelle, dadurch erschüttert werden könnte — wir haben ja ebenso viele Fälle, wo sie tadellos erhalten sind —, sondern um den Kreis der etwa auf Eigenschaften und Wirkungen des Gelzustandes zurückzuführenden Tatsachen zu prüfen. Besonders wäre darauf zu achten, ob Spuren von Auflösungsvorgängen zu erkennen sind; denn vordem annahmsweise das Gel sich dicht anlegte, mußte das Karbonat schon angenagt sein, andererseits konnte ein zunächst ausgefälltes Gel nicht ohne weiteres dicht und abschließend den Kristall abformen; bis zu der Zeit der Erhärtung mußten auch fast nur Kontraktionen erfolgen, welche nicht spurlos bei der Erhärtung verschwinden können. Es ist auch daran zu erinnern, daß die Resorptionsform des Kalzits zu kugelligen Endgestaltungen neigt.

Kalzitpseudomorphosen.

1. Beim Enhydros-Achat zeigen sich in I. Generation zum Teil überwuchert von Mordenit, dessen Nadeln oft durch kleine Chalzedonkugeln zusammengewachsen sind, kleine Skalenoëder mit wohl erhaltenem Kalzitkern, welche mit einer gleichmäßig dicken Chalzedonschicht dicht umwachsen sind, wie etwa bei Taf. III Fig. 13. Zwischen Chalzedon und Kalzit ist keine Fuge; die Kanten sind wohl erhalten, wie dies in Querbrüchen zu sehen ist. Die größeren bis in den Mittenraum reichenden Skalenoëder sind von dem Enhydros-Chalzedon ebenso dicht umschlossen und der innere Kalzitkern hat seine Form behalten. Ebenso ist noch das in den Hohlraum ragende Stück, an dem der Quarz heraufkriecht, gut erhalten, sogar auch der Glanz der Kalzitkristallfläche, welche in Lücken noch zu sehen ist.

Diese Tatsachen sprechen eher für eine dichte Anlagerung des Chalzedons ohne irgend welche indirekte Ausfällungsbeteiligung des Kalzits. Da diesen sechs Exemplaren nur ein Fall (S. 73) gegenübersteht, woselbst die Skalenoëder ausgelaugt sind und hierbei auch der Allgemeinzustand und die Hülle der I. Generation nach außen dünn und zerstört ist, so spricht dies eher für eine Zersetzungerscheinung von außen her. Die Anlagerungsflächen des Chalzedons an die verschwundenen Skalenoëder sind übrigens so dicht und so glatt, die Ecken und Kristallspitzen so scharf, daß an irgend eine Zersetzung vor der Umhüllung nicht gedacht werden kann.

2. Voll-Achat aus den rheinischen und brasilianischen Fundorten.

a) In den in Taf. III Fig. 13, Taf. IV Fig. 5, 10 und 11, Taf. V Fig. 20, Textfig. 16 c (S. 135), sowie 18 a u. b (S. 145), endlich bei mehreren nicht abgebildeten ist eine vollinhaltliche Erhaltung der Form und Substanz der Karbonatkristalle mit dichter Umhüllung und ohne Spuren von Anätzung und Zersetzung von der Achatkruste her mit bester Erhaltung von Flächen, Ecken und Kanten zu erwähnen.

Karbonatkristalle der I. und II. bis III. Generation (vielleicht schon ursprünglich Kalzit) sind auch an einzelnen Achatexemplaren in ein unregelmäßiges Aggregat von Braunspatkriställchen umgewandelt, woselbst das unten mehrfach hervorgehobene Auftreten von geringer Quarzneubildung mit nach dem Umwandlungsraum zu gewendeten Spitzen deutlich ist.

Ein nicht abgebildetes, S. 150 erwähntes Stück von Oberstein zeigt eine von I. Generation scharfkantig umwachsene Kruste von Braunspatrhomboidern und einzelne größere Kristalle von Kalzit in der II. Generation, durch Chalzedon und Quarz glatt und scharfkantig abgeformt; die Karbonat-substanz ist sowohl in ersterer wie in zweiter Lage zum Teil erhalten, zum Teil ausgelaugt.

b) Ausgelaugte Kristalle. Das Untersuchungsstück Taf. III Fig. 9 und 10 zeigt keine Anzeichen der Annagung. Die Flächen sind alle wohl erhalten, die klinodiagonale Streifung und dachziegelartig gewachsenen und scharfkantig auslaufenden Zuwachsteile des Flächenzuwachses sind ebenso ohne Spuren von Annagung. — Vielmehr ist das Umgekehrte der Fall, nämlich die Spuren eines doch nicht ganz vollkommenen Anschlusses in den Dachziegel fugen mit sehr feinkugelige Oberfläche, wie solche in den größeren winkligen Zwischenräumen zwischen den Kristallen stärker ausgebildet sind, welche auch bei Textfig. 22 S. 152 beobachtet sind, während Ecken und Kanten scharf und die Flächen völlig glatt sind.

Das Stück (Fig. 9) ist gut erhalten; jedoch sind die Reste von Einschlüssen des Gesteins verwittert und zum Teil verkieselt, so daß die Wahrscheinlichkeit besteht, daß die Auflösung der Kristalle mit Vorgängen zusammenhängt, welche von außen kommen. Nur an einzelnen Stellen zeigt sich ein limonitischer Überzug auf den Flächen des Kristallabgusses.

Bei Fig. 12 Taf. III sind die Chalzedonanlagerungsflächen der verschwundenen Kalzitformen ausnehmend glatt, die Ecken und Kanten schneidend scharf; es besteht auch hier Anlaß anzunehmen, daß die Auslaugung des Karbonats von außen her erfolgte.

Das Gleiche gilt für die feinstens glatte und scharfe Skalenoöderform auf der linken Seite des Uruguay-Achats in Textfigur 35 (S. 215). Besonders ist auf die außerordentliche Schärfe der Spitze zu achten und zu bedenken, daß die Auflösung des Kalzits in der Richtung der Hauptachse am stärksten ist; nicht die leiseste Spur eines nachträglichen Quarzabsatzes; hier ist nur Leerraum des Kalzitkörpers zu bemerken.

Das in Textfigur 34 dargestellte Stück zeigt ebenso sehr scharfkantige Umhüllung und ganz glatte Flächen, zum Teil noch in der klinodiagonalen Streifung, soweit sie nicht teilweise durch einen limonitischen unregelmäßig gewachsenen Kieselsinter bedeckt sind. Die kleinen gleich daneben befindlichen Baryttäfelchen sind nur wenig weiter vom Rand entfernt und auch auf nur wenig innerlicher gelegenen Bändern aufgewachsen. Die Täfelchen sind wohl erhalten und glattflächig vom Chalzedon unwachsen. Auch bei diesem Stück hat man den Eindruck, daß die Umwandlungen von außen her stattfanden. Auch Fig. 10 Taf. VI zeigt auf der Rückseite das gleiche Bild glattester scharfkantiger Anlagerung des Chalzedons der I. Generation an spitzige Skalenoöder. Auch der Boden dieses Stückes ist übersät mit Hohlformen von Kalzitkristallen; ihre Flächen sind nur pflasterartig verschalt mit länglichen plattigen Quarzkristallen, welche an jene Quarzkristalle erinnern, die bei Enhydros auf der Innenfläche von Enhydros aufgewachsen sind.

Es liegen also keine triftigen Anzeichen vor, daß Vorgänge, wie sie LIESEGANG anführt, der pseudomorphoiden Umhüllung der Kalzitkristalle vorgearbeitet hatten.

Auch wenn diese zwischen den erhaltenen Kalziten und der Chalzedonhülle befindlichen Grenzen die denkbar glättesten und dichtesten Zusammenlagerungsflächen nach einer vorher doch stattgefundenen höchst geringen Resorption des Kalzits und einer Ausfällung des Gels wären, was zweifellos nicht der Fall ist, so könnten sie nicht Ursache einer späteren Bänderung im Sinne der LIESEGANG'schen Pigmentdiffusion sein, sondern nur einer Schichtbildung im Sinne der Übrerrindung einer Form gleichwie die der Faserschichtung in den Glasröhren des bekannten DAUBREÉ'schen Versuchs; die Kristallreste mußten doch die Formflächen für einen nicht von außen her durch eindringende Lösungen wirkenden, sondern für einen durch die Mineralausscheidung nach der Mitte zu und von der Mitte her beeinflussten Vorgang bieten.

Zu dieser Reihe von Erscheinungen rechne ich noch die Bildung einzelner größerer Eisenkieselsphärolithen aus Karbonatsphärolithen (Taf. III Fig. 15, Taf. V Fig. 15, Textfigur 29 S. 186), die quarzig-limonitischen Umwandlungen in den Karbonatseptalräumen von Textfigur 49, 3 S. 286. Bei eigentümlichen mikroskopischen Halbsphärolithen mit unregelmäßigem Gefüge aus Chalzedon (Taf. V Fig. 3) habe ich Kalzit Spuren nachgewiesen; deren Umwandlung wäre aber zwischen I. und II. Generation anzusetzen. Außerdem fand ich in dem Gezweig des Moosachats in der I. Generation nicht immer Röhren. Dagegen neben Anzeichen verschiedenartiger Umwandlung besprochener Art auch einmal einen Kalzitkern, wonach ich diese Bildungen für Pseudomorphosen von Chalzedon nach eisenblüteartigem Aragonit erklärte, dessen äußere Formen im kleinen tatsächlich vorliegen. Zunächst kämen dann Formen wie die des Delessits in Betracht. Ähnliche Karbonatgewächse von vergleichbarer Form fand (S. 161) ich in mit Chlorit (Delessit?) erfüllten Räumen (Blasen?) des Melaphyrs von Textfig. 25 S. 181, welche den Gewächsen im Moosachat vergleichbar waren. LIESEGANG weist auch in der oben erwähnten Studie (S. 270) nach, daß bei halbkugelförmiger Umhüllung von Steinsalzwürfeln im Silbernitrat durch Chlorsilber eigentümliche Schlauchbildungen wie bei den Kieselsäuregewächsen entstehen; letztere sehen äußerlich jenen (Taf. IV Fig. 21) im Achat beobachteten Halbkugeln mit schlauchförmigen Auswüchsen ähnlich; man erkennt aber in diesen keinen Kristallkern, sondern breit ringschalige Struktur, welche auf eine rein sphärolithische Entstehung hindeuten; solche sind hier in der äußeren Schichtzone der II. Generation ziemlich häufig, sowohl in mehreren Lagen als sogenannte Anfangskörperchen oder als sphärolithoide Schichtungs- ausbildung. Es wäre das in Rede stehende Auftreten einer besondere Form dieser Körperchen und Anlagen durch besondere Eigenheiten der Lösungsverhältnisse bedingt, wie wir sie beim gemischten Achat mit ausgesprochener Sphärolithbildung als eine örtlich gesonderte Abart der letzteren kennen lernen werden; es zeigen sich so die verschiedenartigsten Abarten dieser mikroskopischen Halbsphärolitheinschlüsse. Der Vergleich mit LIESEGANG'S Versuch ist jedenfalls für Tafel IV Fig. 21 wenigstens zu erwägen (vgl. auch „Zusammenfassung“ in Geogn. Jahresh. XXXI/XXXII).

Ein großes nicht abgebildetes Stück von Duchrot mit zahlreichen großen Skalenoöderabgüssen zeigt die schärfsten Kanten und eine spiegelglatte Oberfläche des Chalzedons. Textfigur 24 S. 155 läßt eine schwache Rauigkeit der Auslaugungsoberfläche erkennen, welche in einem Besatz feiner Quarzkriställchen besteht; bezeichnend aber ist, daß die Spitzen und ebensowenig die Kanten der langen Kristallstengel nicht im mindesten gestumpft sind.

Tafel III Fig. 14 und 17 läßt trotz Überwachsung der Auslaugungshöhlung mit Quarz die Erhaltung scharfer Kristallspitzen erkennen, welche in jedem Sinne abgestumpft oder zugerundet sein müßten.

Die gleichen allgemeinen Bemerkungen ließen sich für die mikroskopisch beobachteten Fälle der Kristallauslaugung zu Taf. V Fig. 1 und Textfig. 49 und bei zwei nicht abgebildeten Moosachatzen machen (S. 164).

In den meisten jetzt genannten Fällen ist erkennbar, daß da, wo die Kristalle ausgelaugt sind, der I. Achat, dem sie aufsitzen, dünn und verletzt ist, weil die Chalzedonsubstanz an diesen Stellen zermürbt ist, daher auch auf Auslaugung von außen gedeutet werden darf; andererseits habe ich auch ein Stück von Duchroth (Gangelsberg) zu erwähnen, welches bei noch teilweise gut erhaltenen Kalzitkristallen darlegt, daß die Auslaugung ganz verschiedenartig erfolgen kann, von außen, von der Seite, von den Rhomboëderflächen aus einseitig durch Wegführung des Karbonats, ohne daß ein Ersatz erfolgt ist.

Die Figuren Taf. III Fig. 14 u. 17 ebenso wie das Stück der Textfig. 32 auf S. 209 lassen nun in ganz gleicher Weise die Abformung der Kalzitkristalle durch Quarz selbst erkennen; die zuerst kleinen Quarze werden beim radialen Wachsen durch seitliche Überwucherung einzelner davon breiter und dicker, stoßen an den nicht so streng und mit anderen Formen sich ausbreitenden Kalkspäten an und formen sie ebenso ab, wie der dicht erscheinende Chalzedon. Auch hier zeigt sich eine vollkommene Abformung der Flächen, Kanten und Spitzen in großer Schärfe; das Problem bleibt dasselbe, besonders vom LIESEGANG'schen Standpunkt aus. Bei einem nicht abgebildeten Stück von Wendelsheim (S. 158) formen die Quarze nicht nur Kalzitkonkretionen, sondern auch Baryt, der ebenso ausgelaugt ist wie der Kalzit, für welchen aber der von LIESEGANG angenommene Vorgang nicht angewendet werden kann. Ich erinnere auch an Fig. 37 S. 221.

Es kann die Auslaugungsursache für die verschiedenen Formen des Auftretens nur eine einheitliche sein und es kann nicht gesagt werden, daß ein deutliches Anzeichen dafür vorläge, daß sie von innen heraus zum mindesten begonnen hätte und in sehr viel späterer Zeit von außen her fortgesetzt worden wäre. — Man müßte auch fordern, daß die gleiche Ursache in allen Fällen in einem gewissen Umfang gewirkt habe, eine Eigenschaft des Gels gewesen sein müsse, andererseits, daß durch den ganzen radialen Bänderungsraum innerlich des Kalzits sich die Folgen eines solchen Stoffaustausches mit Lösungsabgabe zeigen müsse. Wie die Umhüllungspseudomorphose nicht von der Ringbänderung des Achats getrennt werden kann, so kann auch der von LIESEGANG angenommene chemische Vorgang nicht ohne Nachwirkungen sein, innerlich radialwärts von den umwachsenen Kalziteinschlüssen, davon ist nichts zu entdecken. Wir haben es also mit einfacher austauschfreier Umrundung zu tun.

Skolezitpseudomorphosen.

1. Im Voll-Achat. — Im Grenzlager zwischen Kriegsfeld-Mörsfeld und Wendelsheim, ebenso zwischen Duchrot und Talböckelheim führen kurze zwickelige Klufträume, welche wie Fladenzwischenräume und Lavastromzerreißen durch Zug, Druck und Austrocknung aussehen, weniger Ähnlichkeit mit tektonischen Klüften haben, ebenso wie sie mit Kalzit und Baryt ausgefüllt sind, auch Achat mit stengeligen Kristallhöhlen von rechteckigem Querschnitt. — Man unterscheidet hier gut zwischen I. Generation von Kalzit mit Chalzedon und II. Generation aus Chalzedon mit Quarz, welcher letzteren die stengeligen Formen angehören und auf ersterer aufsitzen. Die Kristallformen sind hohl, die Innenwand ist mit Quarz besetzt; die Außenwand ist Chalzedon und zeigt häufig eine senkrecht zu den Seitenkanten verlaufende quere Runzelung. Der Abdruck der Spitzen eines Fundes weist auf Laumontit, die rechteckigen Stengel mit querer Runzelung auf Skolezit. Diese Formen sind die häufigsten; daneben sind die randlichen Kalzitrhomböeder der I. Generation in ihren Enden im Chalzedon schon abgessogen. Zwischen den Stengeln entwickelt sich besonders nach der Basis der Stengelbündel hin reichlichere Chalzedonbildung mit Bänderung, welche mit Mittenquarz abschließt.

2. Ein mikroskopisches Bild (Textfig. 49) ergänzt hierzu nicht viel; man sieht links zwei rechteckige Felder, die im stumpfen Winkel zusammenstoßen; es sind zwei von einer Seitenfläche der Stengelform her angeschliffene Kristalle; der Schliff geht bei dem unteren durch den Chalzedon mit Abformung der queren Runzeln außerhalb der Quarzkruste der Innenhöhlung, wobei die Runzeln an den Seitenwänden gerade an den Eckumbiegungen getroffen sind. — An die Kristalle schließt sich zuerst eine dünne Chalzedonbänderung, dann folgt ein breites Chalzedonband, an dessen entgegengesetztem Ende rechts wieder eine schmalere Bänderung sich einstellt gegen eine Mittenhöhlungszweigung, welche in ihrem oberen stumpfen Eck den stumpfen Winkel nachbildet, unter dem die beiden Kristalle zusammenstoßen. Neben und über diesem Winkel ist links ein Kristalleck, welches wieder von der

Gegenseite mit einem starken Bogen nachgeformt ist; über diese konkordante lamellöse Eck- und Kantennachbildung, welche besonders im Querschnitt auffällig ist, vgl. d. Jahresh. S. 29¹⁾ und oben, S. 132, 133. Die Chalzedonfaserung hat ihre außerordentlich ausgeprägte Büschelung, deren mittlere Anfangspunkte an den Kristallecken sich befinden und welche gegen die Mittenfüllungen auseinanderstrahlen (bei + Nic.) Nach oben und unten hutförmiges Pigment ist nur im Chalzedon regelmäßig und deutlich. Pigment im Quarz ist unregelmäßige Zwischenfüllung. Man sieht an jenen Querschnitten makro- und mikroskopisch nichts, was auf Resorptionen des Skolezits schließen ließe,

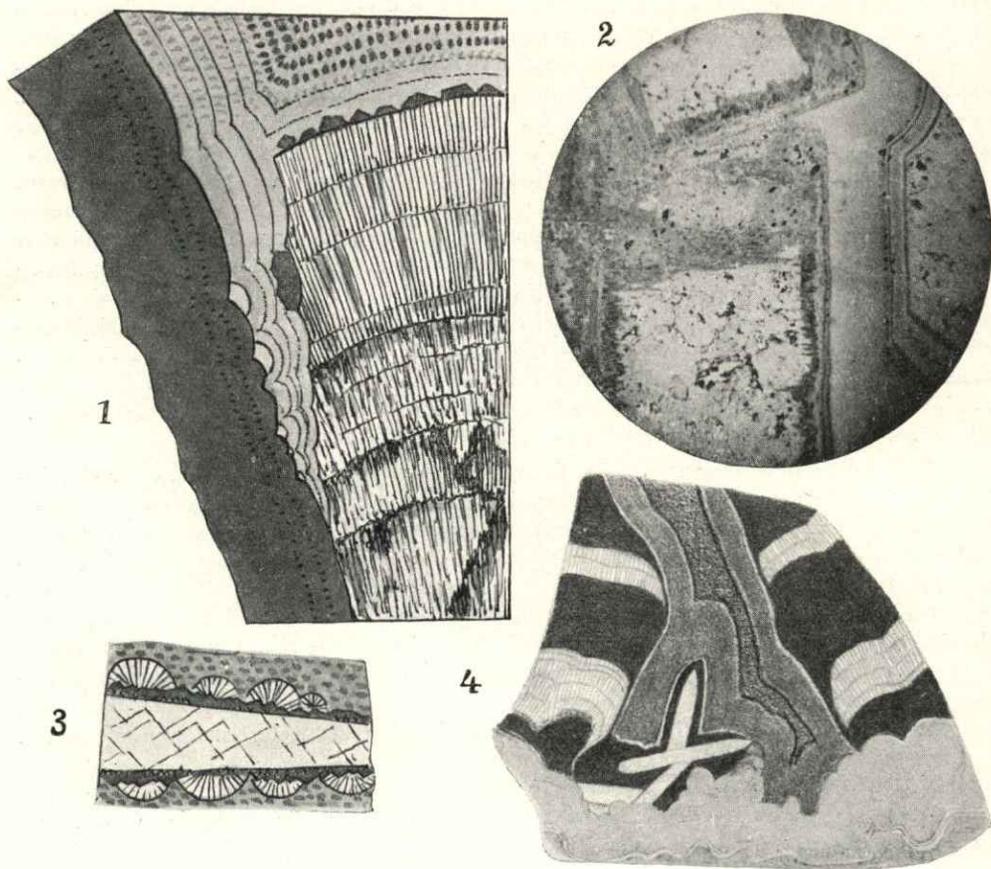


Fig. 49. 1. Vergrößerung zu Taf. III Fig. 15–16 zeigt die Stelle der auf dem gestrichelten Eisenkiesel seitlich und frontal aufgewachsenen Granate. 2 links Skolezitpseudomorphosen umhüllt durch Chalzedon und erfüllt durch Quarz, seitlich rechts normale Chalzedonbänderung und Mittenquarz. 3. Schematisches Bild der Karbonat-septalröhren in einem italienischen Achat. 4. Vergrößertes Bild zu Textfigur 34 (S. 212), rechts Septalröhre aus Chalzedon III. Generation mit Barytkristall aufsitzend auf Chalzedon I. Generation.

welche eine unmittelbare metasomatische Verdrängung durch den Quarz (s. unten) beweisen würden. Andererseits ist hervorzuheben, daß die Runzelung als erste Chalzedonformung der Kristalloberfläche von den basalen Teilen der großen Hohlform-Ausfüllungsquarze noch völlig einverleibt wurde, welches im Polarisationsbild in größter Deutlichkeit unabweisbar feststellt, daß die Quarzfällung ein viel späterer Vorgang ist, bei dessen Einleitung die SiO_2 -Lösung noch in die zunächst liegende, durch ihre morphologische Eigenheit (und ihre mangelnde Dichte) besonders dazu geschaffene Umhüllungsschicht soweit eindrang bis sie an der nächsten festeren und ausgeglätteten Grenzfläche Halt machte.

3. Im gemischten Kalzit-Chalzedonachat und Kalzitachat. — Stengelige Kristalleinschlüsse, welche als Pseudomorphosen von Quarz nach einem Zeolith auf ein Kalktonerdezeolith von der Form des Natroliths schließen lassen, habe ich oben bei gemischtem Achat S. 132 und später auf S. 263 behandelt. Es zeigen sich an einem Stück mit unscharf von einander getrennten, nahe nachbarlichen Verbreitungen von Kalzit- und Chalzedonachat um stengelige Einschlüsse, welche, soweit sie im Vollachatanteil sitzen, regelmäßig, nicht verändert, in Ecken und Flächen gleichmäßig erhalten sind

(vgl. Taf. VI Fig. 4); ihre Pseudomorphose ist aus kleinen verlängerten Quarzindividuen aufgebaut, welche senkrecht auf den Seitenflächen durchgewachsen sind und Relikte des Ursprungsminerals in Resorptionsresten von länglicher Schlauchform enthalten. Das Gleiche gilt für zugleich vorkommende Sphärolithen!

Die dagegen im Kalzitachatanteil dieses gemischten Achatstücks steckenden oder vielmehr schwimmenden Kriställchen sind ohne regelmäßige Enden und Seitenflächen, sind erheblich angegriffen, im Innern sind sie durch faserigen Quarz (Quarzin), dessen Fasern häufig längs gerichtet sind, erfüllt. Man sieht keine Reste des ursprünglichen Minerals, obwohl A. SCHWAGER noch Kalk und Tonerde analytisch nachweisen konnte.

Es ist kein Zweifel, daß es sich in beiden Fällen um das gleiche Mineral, Natrolith-Skolozit, handelt, daß die Nadeln sich vor Beginn der II. Generation von ihrer Ansatzfläche abgelöst haben und — der Schluß liegt nahe — daß sie je nach der Verbreitung der Lösung, in die sie gelangten, sowohl in verschiedener Weise angegriffen als auch pseudomorphosiert wurden (vgl. Zusammenfassung).

Eine teilweise Resorption solchen Zeoliths habe ich aber auch an einem anderen Kalzitachat bei viel größeren am Rande noch aufgewachsenen Pseudomorphosen bemerkt, woselbst die körnig quarzige Umwandlung wenigstens an der Basis sicher ist; hier war offenbar diese Resorption zum mindesten vor der Kalzitachatbildung, d. h. beim Ausfällungsanfang des Feinquarzes vollendet, weil sich normaler Kalzitachat um die angegriffenen Enden herumlagert. Es kann aber eben so gut auch die Verkieselung schon älter sein; das wäre eine Erscheinung der Zwischenzeit zwischen I. und II. Generation, ja sogar aus der I. Generation, da ja auch in dieser schon Zeolithstengel auftreten und auftreten konnten ebenso wie Kalzit. Damit stimmt überein, daß die Faserstengelchen ordnungslos mit Quarzsphärolithen und quarzigen interglobularen Lückenausfüllungen vorkommen und offenbar vom Rand weg gelöst waren; dann wäre zu schließen, daß sie da, wo aus gleicher Ursache später sich der Kalzitachat bildete, auch angegriffen wurden, während die benachbarten erst an der Basis angegriffenen und gelockerten beweglich wurden; die Verkieselung beider würde dann dem Eindringen der Kieselsäure II. Generation entsprechen, wobei die verschiedene Form der Verkieselung auch darauf zurückgeführt werden könnte, daß die Zeolithkristalle mit regelmäßiger geradflächiger Form zu einer regelmäßigeren, zu queren Quarzkriställchen leitender Auswachsung unter Vereinigung benachbarter Anlagen hinleiten dürften, während eine unregelmäßig grubige Oberfläche durch die Divergenz der Anlagen der Faserung, d. h. zur Nichtverwachsung seitlicher Anlagen und zum Teil zum Längenwachstum der einzelnen Anlagen zwingen kann.

Endlich zeigt ein drittes Stück von Kalzitachat vom gleichen Fundort auch nicht angegriffene Zeolithkristalle mit körniger Quarzfällung; die Resorption ist also hier doch nicht eine notwendige Begleiterscheinung des Einschlusses im Kalzitachat; es dürfte daher die Verteilung resorbierter und nicht resorbierter Zeolithe auf eng nebeneinander liegende, nur durch eine wenig Millimeter getrennte Bereiche eines Stücks eine zufällige Nebenursache haben. Wenn man bedenkt, daß ein gemischter Achat des Kalzitachats sich an die Septaleinschaltungen hält, so wäre die Sache verständlich, weil hier die nach unserer Anschauung verdünnten Lösungen eine stärkere Annahmefähigkeit besäßen.

Ein weiteres Vorkommen von pseudomorphen Zeolithstengelchen im Voll-Achat von Talböckelheim zeigt im Umkreis der Stengel ziemlich regelmäßige Bänderung im Chalzedon mit einem einzelnen konkordanten Pigmentband; die Stengel selbst sind aber hier unregelmäßig längs und quer, ebenso wie großsphärolithisch erfüllt und zwar durch stark opalführenden Quarzin, der sich eng, hier und da mit unregelmäßiger Schichtung, an die innere Oberfläche anschließt. Nach dem Innern der Kristallform zu folgt an vielen Stellen unscharf abgesetzter Quarz. Während der feinfaserige Quarzin völlig gleichmäßig ist, treten sofort mit dem Quarz auch die kleinen Auflösungsreste der Zeolithsubstanz auf, wodurch wieder gezeigt wird, daß der körnige Quarz leicht umwächst; ebenso wie ich in Geogn. Jahreshfte 1909 XXII. S. 225 darauf aufmerksam machen konnte, daß in oolithischen Kalken die Verdrängungs-Auflösung an der Außenfläche einwachsender Quarzkriställchen nur genau so weit vorrückt als es die Kristallfläche zu ihrem Zuwachs benötigt, das Quarzkorn daher hier scharf die kalkigen Gebilde durchschneidet; Kristallwachstum und Auflösung der Nachbarschaft gehen im engsten Gleichschritt nebeneinander vor. Der faserige Chalzedon und Quarzin fegen alles ohne Auflösungsreste vor sich weg.¹⁾

¹⁾ Ein Hornstein aus dem Muschelkalkoolith ersetzt die Oolithkörner u. s. w. mit feinstkörniger Kieselsäure, das kalkige Bindemittel aber wird völlig durch opalreichen Quarzin in sphärolithischer Ausbildung ersetzt, der von den Körnern nach der Mitte zu in opalarmen Chalzedon übergeht, ob-

Es sei auch noch an die hoch merkwürdige Pseudomorphose von Quarz nach Natrolith in einem Kalzitachat erinnert, wobei dessen Stengel in tangentialem Wachstum wie bei Enhydros die Mittelhöhle auskleiden und unter Belassung mikroskopischer Resorptionsrudimente durch Quarz ersetzt sind; an dem gleichen Stück und zwar im I. Achat sind Karbonatrhomboederchen durch Quarz ersetzt bei einer auffälligen Eisenglanzneubildung; diese Umwandlung tritt aber nicht in den Kalzitachat des Innern, in dessen Innengrenze die Zeolithpseudomorphose stattfindet. Hier ist also die Kalzitpseudomorphose auf die äußere Lage, die Skolezitpseudomorphose auf die innere beschränkt; sie gehören verschiedenen Vorgängen an. Der bei letzterem Austausch austretende Kalk hat offenbar die Karbonatmittefüllung tiefgehend umgewandelt.

Diese Skolezitpseudomorphosen würden nicht für, nicht gerade gegen die LIESEGANG'sche Erklärung sprechen, wenn diese, für Kalzit zwar naheliegend, überhaupt auf Skolezit und Natrolith ohne weiteres angewendet werden könnte; sie wäre wohl für diese nicht auszuschließen, würde aber doch erheblicherer Verwicklung begegnen. Die Andeutung der Erklärung, die wir dafür geben konnten, richtet aber die Aufmerksamkeit für die Deutung nach einer ganz anderen Seite.

Für die an erster Stelle behandelten Skolezitpseudomorphosen ist aber mit Sicherheit auszusagen, daß die „Pseudomorphose“ bei all den vielen gesammelten Stücken engstens mit der Entstehung des gebänderten Chalzedons zusammenhängt, daß aber die Bänderung des in Taf. VI Fig. 4 dargestellten Stücks ängstlich eine konkordante Anlagerung der Opalbänderung an die Kristallstengel vermeidet. Ersteres spricht nicht dagegen, daß die Quarzausscheidung auch zeitlich lang nach der festen Umhüllung der Kristalle mit Chalzedon stattgefunden haben könne, letzteres nicht dafür, daß sie vor der Umhüllung schon beendet gewesen sein müsse.

Für die Skolezitpseudomorphosen erster Art gilt aber ebenso wie für die Kalzithohlformen der wichtige Einwand gegen die LIESEGANG'sche Auffassung, daß, wenn ihre Entstehung und erste Begründung in die älteste Zeit der Achatbildung hineinreicht, so daß sich die Höhlungen mit Gel füllen konnten, daß dieses Gel sich auch dort als Chalzedon oder vielmehr gebänderten Chalzedon entwickelt haben sollte; statt dessen findet sich stets nur sehr wechselnd ausgebildeter Quarz.

Auf diesen Einwand stütze ich auch die folgende Auffassung, daß diese Zeolithe vor eigentlichem Beginn ihrer Zersetzung zuerst von Chalzedon in seiner ursprünglichen körnigen Feinquarz-anlage mit einer schwach beginnenden Bindung hinreichend umhüllt wurden, daß erst dann die dabei schon eingeleitete Lockerung der Zeolithsubstanz weiterschritt, da diese Kristalle durch das noch ungeschlossene Gefüge zugänglich waren. Hierbei wurde eine gleichzeitig neu entstehende gallertige Kieselsäure zurückgehalten und so ist unter wirklich verschiedenen Umständen Ursache gegeben, den hier nie fehlenden inneren Quarzbesatz der Hohlformen zu erklären, der bei den Kalzithohlformen sehr häufig fehlt, während der Kalzit, der bei diesen durchaus achatartigen Zeolithgangfüllungen in der äußeren Kruste (als der I. Generation) auftritt, auch fast stets sogar noch erhalten ist; es ist dies ein auffälliger Unterschied gegen den Kalzit der Achatblasen, die gerade in der äußeren Region so häufig ausgelaugt sind. Die Zersetzung dieser Zeolithe fand also im Laufe der Chalzedonbildung der II. Generation statt und zwar blieb der Umtausch auf das Innere der Füllungen beschränkt, wodurch die Kalzitkruste des Salbands nicht im mindesten berührt zu werden brauchte. — Daß die hierbei neugebildete SiO_2 -Gallerte gelegentlich auch einmal unter besonderen Umständen in dicht-feinfaseriger Form in Quarzin und Chalzedon und zwar in einer unvollkommenen Schichtung, statt lediglich in Quarz auskristallisiert, das sollte man eher verlangen, als daß es erstaunlich wäre; es würde sich hier bloß um mehr und weniger frühe Umwandlungszeit handeln. Daß die Umwandlung von der Grenze zwischen Achatumhüllung und Kristall nach dessen inneren Kern zu stattfindet, das dürfte darauf zurückzuführen sein, daß diese Grenze eine gegebene Fläche für den Abzug des überschüssigen Lösungsmittels nach außen darstellt, wie auch das Auftreten solcher Kristalle an die hierfür von mir in Anspruch genommenen Septalfelder geknüpft ist (vgl. z. B. auch S. 268, wo auch eine hervorragende und geschlossene Verquarzung der Zeolith-einschlüsse hervorgehoben wurde).

Pseudomorphosen von Chalzedon nach Schwefelkies.

In einer äußersten etwas schalig-brüchigen Kruste eines Achats vom Weiselberg fanden sich in einer gelbbraunen schellack- bis glasartigen Masse der I. Generation kleine würfelige Kriställchen gleicher Farbe mit fast spiegelnder glatter Fläche (S. 149—150); es konnte Flußspat und Pyrit in Betracht

wohl auch opalführender sphärolithischer Chalzedon hier gelegentlich Erstbildung sein kann und in konkordanter Schichtungsanlagerung durch opalführenden Quarzin von innen nach außen fortgesetzt werden kann.

kommen; keines der Minerale war noch vorhanden. Dagegen bestanden die Würfel aus Kieselsäure und zwar aus Chalzedon; solche Pseudomorphosen konnten sowohl nach Fluorit als nach Pyrit gedacht werden; Fluor ließ sich chemisch nicht mehr nachweisen, dagegen fanden sich innerlich Eisenreste, welche auf Pyrit deuten. Die Füllung besteht aus Chalzedon, welche von den Würfelwänden nach innen gewachsen ist. Über die Kruste selbst vgl. S. 257. Es ist mir kein Zweifel, daß hier die Pseudomorphosierung aus der Zeit der Diagenese der I. Generation, des Lösungsdurchzugs zur II. Generation, stammt.

Pseudomorphosen nach Baryt.

Baryt ist mehrfach erhalten in den Achatdrusen meiner Untersuchungsstücke, so z. B. auch in Fig. 34 im Voll-Achat von Uruguay über der I. Generation, in dem Stück zu Fig. 7 Taf. V von Oberstein, in einem Kalzitachat von Talböckelheim über dem I. Achat, endlich auch in Epidotkrüstchen auf dem Mittenquarz in dem Stück der Textbeilage zu S. 226 Fig. 39a. Ausgelaugt erscheint er neben ausgelaugten Kalzitkonkretionen in einem Voll-Achat von Wendelsheim, dann in einem Stück von Oberstein, wo er neben einzelnen völlig intakten Einschlüssen im äußeren I. Achat und ohne eine Spur Wechselwirkung mit dem einhüllenden feingebänderten Chalzedon, auch ausgelaugt ist und die Höhlungswände genau so mit feinkörnigem Quarz ausgekleidet ist, wie dies von Kalzit erwähnt wurde. In Zeolith-führenden Achatfüllungen ist übrigens Baryt ebenso oft erhalten wie ausgelaugt und ohne Quarz in der Auslaugungshöhlung.

Da diese Art der Erhaltung daher mit jener vom Kalzit ganz übereinstimmt, die chemischen Bedingungen, so weit sie durch den obigen Versuch LIESEGANGS gegeben sind, hier nicht so naheliegend anwendbar erscheinen,¹⁾ so dürfte die unvollkommenere Pseudomorphosierung auf eine andere einfachere Weise vor sich gegangen sein, welche für beide Fälle gleichmäßig anwendbar ist, das heißt: der Auslaugung lang nach Erhärtung des Chalzedons und mit einem nicht immer nachfolgenden Quarzabsatz auf den Auslaugungswänden; für diesen Vorgang nehmen wir die postvulkanischen Nachwirkungen in Anspruch, für welche wir unten noch einen wichtigen Beleg im allgemeinen Teil im Anschluß an Taf. III Fig. 15 bringen wollen.

Die beiden in einer Art Austauschbeziehung der wechselnden Stoffe stehenden Fälle der Pseudomorphose haben wir oben auch in weniger verwickelter Weise zu erklären versucht.

Zu den pseudomorphoiden Umwandlungen kann auch bei Achaten erwähnt werden die intensive Umwandlung von stengelig-strahligem Braunspat und Goethit in mürbes Roteisen und Eisenglanz, welche auch quarzige Begleitausscheidungen hat und dem ganzen Kreis gleichartiger Umwandlungen zuzurechnen ist.

Hier anzuschließen wäre noch die Erwähnung schwer bestimmbarer faseriger, halb pseudomorphosierter Einschlüsse im Achat.

1. Vorkommen von Niedermohr, welche in der I. Generation feinschichtig feinfaseriges Eisenkarbonat und einen schmalen Chalzedonabschluß nach innen haben; in die II. Generation ragen Bündel feinfaseriger, in ihrer Außenkruste stark limonitisierter Kriställchen, welche im Kern noch zum Teil körniges Karbonat enthalten. Die Bündelchen sind oft regelmäßig angeordnet: im Querschnitt dreiseitig, manchmal auch mit abgestumpften Ecken sechseitig, sind diese Fasern so angeordnet, daß um ein mittleres größtes, entsprechend den Ecken nach außen zu immer kleinere folgen, es wären das Querschnitte dreiseitig gefiederter Bündel vielleicht von zum Teil in Kalzit verwandelten Eisenkarbonats, wie ich solche in regelmäßiger 2—3teiliger Fiederung als Kalzitkonkretionen in tertiären Mergeln der Rheinpfalz einsammelte.

¹⁾ Von außen nach innen gewachsene und innen mit freien Kristallenden in Resthöhlen auslaufende Quarzpseudomorphosen nach Baryt sind auch unter einfacheren Verhältnissen denkbar; ich beziehe mich hier z. B. auf die Biesenharder Kiesel, welche v. AMMON und REIS in Geogn. Jahreshfte XV 1902 S. 226 Taf. III Fig. 7 und 8 behandelten. Dr. LAUBMANN, der das ergänzte Material jüngst besichtigte, hält die Stücke auch für Pseudomorphosen nach Baryt; er machte auf eins der neueren Stücke aufmerksam, in welchem die Pseudomorphosen noch in dichtem Jurakalk stecken; hierdurch wird die Annahme von v. AMMON unsicher, daß sie sich in der verkieselten tertiären Überdeckung bildeten. Dann bliebe die Ansicht zu besprechen, daß die Bildung wie die mancher Hornsteinknollen vor sich ging, welche auch oft im Innern Quarz aufweisen. Die Möglichkeit von Barytkonkretionen im plattigen Jura-Marmorkalk ist nicht weniger gegeben, als z. B. das Vorkommen von Baryt und Coelestin in Kalkgesteinen des Muschelkalks.

2. Es sei hier noch ein angeschliffenes Stück italienischer Herkunft aus der Sammlung des Assessors Dr. ARNDT berührt, welches leider nicht mehr mikroskopisch untersucht werden konnte. Auf einseitiger Entfaltung unregelmäßig stalaktitoider I. Generation mit viel Delessiteinschlüssen folgt zuerst roter dichter Jaspis mit gut sichtbaren etwas helleren Fasereinschlüssen und undeutlicher Bänderung, von welchem in einigem Abstand je mehrere durch eine halbkugelig angeordnete Doppelreihe von etwas dunkler gefärbten Sphärolithen zusammengefaßt sind. Diese Fasern zeigen nicht den dichten seitlichen Zusammenschluß, der die Chalzedonfasern kennzeichnet, sondern strahlen weit auseinander und zwar derart, daß die von verschiedenen Seiten der Blasenwand nach der Mitte zu ausstrahlenden Faserenden nach innen zu einander überkreuzen; dabei ist zu beobachten, daß näher am Rand Jaspis (rötlicher Chalzedon) die Fasern bindet und nach innen gegen die Faser- spitzen Opal (oder stark opalhaltiger Chalzedon) die Restfüllung zwischen jenen ausmacht. Das rote Pigment ist im Jaspis fein und gleichmäßig verteilt, im opalhaltigen Chalzedon unregelmäßig und kleinbutzig. Da die Jaspisbildung nicht gleichmäßig verteilt und dicht ist, so tritt an einzelnen Stellen das Fasermineral zu Tage und ist verwittert. Dr. SPENGLER stellte hier reichliche CO_2 -Entwicklung aus weißlichem Kalk mit Kieselsäurerückständen fest; es handelt sich in dieser beginnenden Pseudomorphose also offenbar um einen Kalkzeolith, der, auf der I. Generation aufsitzend, über die Höhlung fast ganz sich ausbreitete und dessen mangelnder Faserzusammenschluß außen durch Jaspis-Chalzedon, innen durch Opal-Chalzedon in Rechteckausfüllungen nachgeholt wurde. Es ist auffallend, daß der Opal-Chalzedon hier die Neigung zeigt, das Pigment gegen die Grenze der Nadeln auszuschalten, wo es sich in unregelmäßigen größeren Putzen anlagert.

Auch hier ist die beginnende Pseudomorphose ein später Vorgang lange nach der Härtung der Achatfüllung.

X. Die Frage einer dritten Achatgeneration.

An verschiedenen Stellen unserer Einzelfeststellungen über Achatstrukturen wurde darauf hingewiesen, daß unmittelbar vor Beginn der eigentlichen Quarz-Mittelfüllung schon ein- oder zweimal ein Ansatz dazu auftrete, welcher auf eine Schwankung der Entstehungsbedingungen hinweisen könne, ehe die endgültige Festlegung auf Quarz erfolge, welche in diesem Fall als eine Absterbeerscheinung der Chalzedonerfüllung der Blase zu deuten sei. In der Tat sind diese unterbrochenen Ansätze zur Entstehung des Mittenquarzes dem geringfügigen Wiederauftreten des Chalzedons im Umfang entsprechende Erscheinungen, welche darauf hinweisen, daß man es hier mit den Schwankungen eines auf einer engen Schneide des labilen Gleichgewichts auf- und abgehenden Übergangs zu einem Endzustand zu tun hat. Davon schwer zu unterscheiden wäre natürlich z. B. ein völliger Neubeginn von Chalzedonausscheidung mit nachfolgender Quarzausbildung, welche wie eine räumlich vergleichbare Wiederholung der gesamten Folge Chalzedon-Quarz aussehen kann, vielleicht mit der selbstverständlichen Einschränkung, daß sie nicht gerade so ausgedehnt gedacht werden darf, weil der Blasenraum schon so eingengt ist. Wir haben etwas derartiges in diesen Jahreshften S. 34 (vgl. hierzu S. 188 Fig. 30 und S. 248 Fig. 44, S. 271 Fig. 47, Textfig. 31 S. 206) bei Abbildungen besprochen; wir haben erwähnt, daß die Tatsache beim Kalzitachat auch nicht allzuseiten vorkomme und daß bei Voll-Achaten mehrfach beobachtet ist, daß diese Letztbildung bezeichnenderweise gerade Kalzitachat ist, also auf eine Beteiligung von Kalzit hinweise, welche nach unserer Erklärung verhältnismäßig spät erfolgt. — Es ist daher die Frage, ob bei diesem scheinbaren Neubeginn eine wirkliche Unterbrechung vorliege, welche tiefergehend ist, als eine Endschwankung dies annehmens läßt.

Wir haben bei Fig. 30 S. 188 dargelegt, daß bei der ersten Ausscheidung nicht selten halbsphärolithische, dem Umfang nicht angepaßte, sondern auf der Formfläche diskordant aufsitzende Einzelgestaltungen auftreten; wir haben weiter bewiesen, daß die II. Generation in einer großen Mehrzahl der Fälle mit ähnlichen Bildungen beginne, selbst wenn sie nur mikroskopisch gut nachzuweisen wären, und daß hier eine Anfangsschwankung derart zu beobachten ist, daß dergleichen Merkmale in sehr dünnen Schichtanfängen eines Gesamtanfangsverbands der II. Generation sich mehrfach auffällig wiederholen.

Diese neben anderen Merkmalen der II. Generation als Anfangskennzeichen gedeuteten Bildungen ließen sich nun auch beim innersten Wiederbeginn einer von vorneherein nicht als Endschwankung anzusprechenden Folge Chalzedon-Quarz nachweisen 1. bei einem gemischten Kalzitachat in sehr schöner Deutlichkeit und mit ringsum geführtem Auftreten der Halbsphärolithoide und 2. bei dem in Fig. 50 skizzierten Voll-Achat. Daraus besonders schöpfe ich die Berechtigung von einer dritten Generation zu reden, auf deren Einfügung in die weithin geltenden geologischen Perioden der Eruptivgesteinslagen und der ihnen nachfolgenden Mineralentstehung unten in den allgemeinen Erörterungen eingegangen wird.

Die in Fig. 50 gegebenen Bilder zeigen zwei 4 cm entfernte enkrechte Durchschnitte durch eine verlängerte Vollachat-Blase von Talböckelheim, in welcher die I. Generation aus vorwiegend Kalzit besteht. (Anfangs kleine Halbsphärolithe aus Chalzedon und delessitischem Kalzit — eine reinere

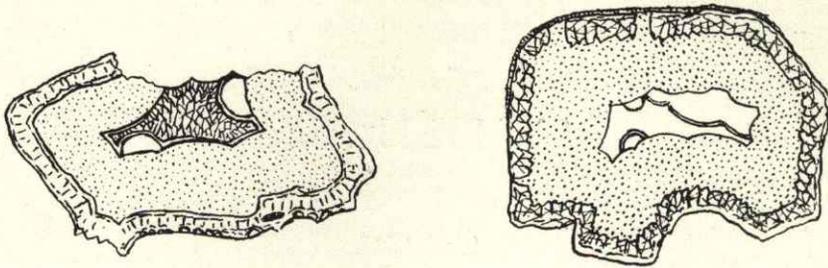


Fig. 50.

Delessitschicht ist nur auf einer [vielleicht der unteren] Seite entwickelt —, beendet durch eine innere Rhomboöderkrustenfläche, welche durch den Chalzedon II in aller schneidenden Schärfe abgegossen wird.) Die II. Generation besteht aus fast ungebändertem durchsichtigen Chalzedon von durchschnittlicher Dicke, worauf ein Mittenraum, auch von durchschnittlicher Ausdehnung, in nicht zu großen und nicht zu kleinen Ausmaßen, folgt; hier setzt aber ein schwach gebänderter, pigmentführender, überwiegend weißer Chalzedon ein und zwar mit großen Halbsphärolithoiden, deren Bänderungssystem an der normal die Blasenform bis zur Mitte fortsetzenden Innenfläche der I. und II. Generation diskordant abstößt, was sich auch darin äußert, daß auf der einen Schnittfläche rechts lediglich Chalzedon auftritt und auf der anderen Seite ein Mittenquarz, dessen Kristallwachstum ausschließlich von der durch einen neuen Wachstumsverband umgeschaffenen Innenoberfläche radial gerichtet ist.

Ich möchte hierbei auch noch an eine Abbildung erinnern, welche im zweiten Band des Jahrbuchs der Geol. Reichsanstalt, Wien, S. 121, Taf. I Fig. 1 und 2, im Selbstdruck der geätzten Achatplatte von Dr. LEIDOLT gegeben ist; wenn hier die Quarzspitzen der II. Generation zuerst vom Chalzedon der III. Generation konkordant überkrustet scheinen, so tritt doch sofort nach der erfolgten Ausgleichung stark sphärolithoides Wachstum ein.

Auch die im Text Fig. 32 S. 209 dargestellte Folge von innerstem Amethyst auf licht weingelbem Quarz halte ich für eine III. Generation; zwischen beiden Quarzstufen ist eine ganz dünne lichterötliche Chalzedonhaut eingeschaltet und es beginnt der Amethyst auch hier mit einer schmalen Anfangszone dichter feinkörnig schwach radial verlängerter Kriställchen, welche bald breiter und größer werden und auch hier eng zusammenschließen. In dieser nicht nur räumlich rückgebildeten Form ist die III. Generation in Stücken von Oberstein und Duchrot öfter zu beobachten.

Eine am gleichen Fundort gesammelte Druse zeigt als Quarzmittenfüllung opalreiche, ganz milchige Quarze lediglich mit der Hauptrhomböederendigung; darüber folgt in einem Teil der Resthöhle klarer, selbständig neu beginnender Amethyst, welcher einen jetzt verschwundenen Kalkspat-skalenöoder abformt; dieser kann nur auf jenen Rhomböederspitzen aufgesessen haben, war also ein Zwischenkalzit zwischen II. und III. Generation, welche hier durch den Amethyst dargestellt wäre.

Tafel-Erklärung.

Tafel III.

Fig. 1. Schematischer senkrechter Querschnitt durch einen Enhydros mit Boden. I. = Die I. Gen. (dunkel) aus Chalzedon mit Quarzkristallen und öfters kieselig umhüllten Skalenoëdern von Kalzit, in den seitlichen schmälern Umbiegungsstellen (zunächst den zwei Brennpunkten des elliptischen Horizontalschnitts) sehr groß und ins Innere über die Grenze der I. Gen. hinausragend. Die II. Gen. (grau), die Gas und Flüssigkeit umschließende Chalzedonschale, am Boden mit der I. Gen. meist verwachsen, ringwulstige Wachstumsfelder zeigend (IIIb mit Seitenzwickel IIIa); nach der Seite und nach oben liegt diese Schale mit wohl abgeplatteten Wülsten (vgl. S. 85 Fig. 4) an eine damals schon hart vorgebildete Füllungsschicht eines faserigen Zeoliths mit ausgeglichener Innenfläche. Nach innen ist die Schale meist mit tangential wachsenden Quarzen, hie und da noch darüber mit Chalzedonlamellen und Letztquarz besetzt. (Vgl. hierzu auch Taf. V Fig. 24 u. S. 208). Die Zeolith-Zwischenfüllung ist auch öfters ringsum ausgebildet.

Fig. 2. Eierchen- und Scheibchenpigment im Kalzitachat von Talböckelheim. S. 108. Vergr.

Fig. 3. Winkelseitel-Lücken im Kalzitachat. S. 105, 127. Vergr.

Fig. 4. Mikroskopisches Bild an der Grenze von I. und II. Gen. beim Kalzitachat; die I. Gen. mit unregelmäßigen Pigmentbändern (punktiert) und Kalzitäderchen zeigt verschieden orientierte Kristallschnitte; die Halbspärolithe treten beim Beginn der II. Gen. auf. S. 99 u. 102.

Fig. 5. Hier (wie bei Fig. 4) ist der Beginn der II. Gen. des Kalzitachats durch Halbspärolithe gekennzeichnet; eines erscheint von der Grenze weit getrennt zum Teil durch Klarkalzit, wohl eine Folge der Umwandlung des erst als Gallerte bzw. Vaterit ausgeschiedenen Karbonats in Kalzit; der Kalzitachat II. Gen. ist schwach geschichtet. S. 102 u. S. 107, 125—126.

Fig. 6—8 zeigen die in den äußeren Anfangspartien der II. Gen. des Kalzitachats besonders häufige Zerstäubung und Zerteilung des dem Kalzit des „Kalzitachats“ sonst stets gleichmäßig in 20% beigemischten Feinquarzes (vgl. hierzu auch Taf. IV Fig. 2 u. 3) S. 94, 104, 106, 112 u. 117.

Fig. 9 u. 10. Zwei Bruchseiten des gleichen Stücks eines gewöhnlichen Chalzedonachats von Eulenbiß; man sieht 1. die Höhlungen ausgelaugter Kalziteinschlüsse, welche auf der I. Gen. aufsaßen, 2. die Anpassung der inneren Bänderung der II. Gen. an die scharfeckigen Umrisslinien dieser Kristalle, 3. das Auskeilen der älteren Bänder gegen die Kriställchen (gleichzeitiger Entstehung) und 4. das abstoßende Heranwachsen einer mittleren Gruppe der Bänder an die Seitenfläche jener (spätere Entstehung); bei 9 unten bildet der nicht dicht an die Kristalle hereingewachsene Chalzedon eine kleinkugelige Oberfläche (an diesem Stück und an mehreren anderen Stellen zu sehen); vgl. auch Fig. 12. Die Grenze der II. Gen. ist durch ein Sternchen gekennzeichnet. S. 151 u. 154.

Fig. 11. Einzelheit von Fig. 9 vergrößert. Abstoßen der Bänderung (links) an einem Kristall, dessen Flächenabdruck schichtartige, mit ersteren Bändern nicht zusammenhängende Absetzungen des nicht ganz vollkommen glatten Kristallflächenwachstums zeigt.

Fig. 12. Seitenansicht einer Chalzedonquarzdruse von Olbrücken, vgl. S. 152, Fig. 22 bis 23. Die Bodenfläche ist irrtümlich nach oben gestellt; über dem I. Achat Kalzitkristalle, gegen welche der Chalzedon der II. Gen. zum Teil kugelig absetzt, zum Teil umhüllend herumwächst. Mittelhöhlung klein, nach dem Boden verdrängt (Textfig. 23 S. 152).

Fig. 13. Bruchstück einer Chalzedon-Quarzdruse von Dennweiler; über der dunkel gehaltenen I. Gen. (* *) mit unwachsenem Endstück eines vom Boden aufragenden und überhängenden Blasenwand-Zapfens zeigt sich ein Kalzitendstück, an welchem die untere und mittlere Bänderung des Chalzedons II. Gen. abstößt, ein letztes Band von ihm umhüllt; nach der Mitte zu Quarz. S. 154.

Fig. 14. Bruchstück einer Druse von Oberstein; ebenfalls über I. Gen. aufsetzende Kalkspatkristalle in Auslaugungshöhlungen; die Bänderung des Chalzedons teils gleichflächig angelagert, teils

abstoßend; zwischen einzelnen Bändergruppen seitliche Diskordanzen; über zwei Gruppen von Kristallen schließt sich unmittelbar der Quarz der Mittenhöhlung an. Längs des Pfeils ist das Bild im rechten Winkel umgebogen zu denken; die Kristallgruppen rechts und links des Pfeiles liegen einander viel näher und treten durch weitere Kristalle zu einer Gruppe zusammen. Unten links neben dem Pfeil die Umwachsung eines vom Boden aufragenden und überhängenden Blasenwandzapfens, vgl. Fig. 13. S. 155.

Fig. 15. Chalzedonquarzdruze von Olsbrücken; die rechte Seite zeigt unten auf dem flachen Boden über der I. Gen. (*) eine Winkeleinschaltung aus strahligem unreinen Eisenkarbonat-Kiesel, möglicherweise nur pseudomorph nach einer Karbonatanlage (vgl. Taf. V Fig. 15 u. 20 u. Textfig. 39 b); innere Bänderung in ihrer Gestaltung auch von der Oberfläche dieser dem Achatwachstum fremderen Einschaltung abhängig, welche somit auch „Formfläche“ geworden ist. S. 164—165, 166 u. S. 286 (vgl. G. J. XXXI).

Fig. 16. Vergrößerung eines Abschnitts von Fig. 15; ein Teil der Winkeleinschaltung ist etwas älter und noch gleichzeitig mit der Entstehung der äußersten Lagen der II. Gen., welche noch in fünf Lagen auseinander sich zwischen den inneren feinsten Teil des Einschaltungskeils und die I. Gen. einschleibt; gleiches ist in Taf. IV Fig. 11 (S. 159) bei * unten und Taf. V Fig. 15 zu sehen. S. 166 u. 286.

Fig. 17. Fragment einer Chalzedon-Quarzdruze von Oberalben (Hasenstein) mit ergänzten Linien des ringförmigen Wachstums¹⁾; auf der unteren rechten Seite sitzen auf der I. Achatgeneration Karbonatkriställchen zum Teil ausgelaugt in zwei Gruppen, von welchen die innere (die äußere von der Seite überwachsend) erst von Mittenquarz umwachsen wird; der inneren Gruppe wächst von der (oberen) Seite der Blasenfüllung eine zweite Kalzitgruppe entgegen, an deren Kristallen — oben links bloßgelegt —, diese abformend, der Mittenquarz als Letztbildung dicht heranwächst; links unten die Chalzedonbänderung abstoßend, rechts zum Teil überwachsend (vgl. Taf. IV Fig. 11). S. 157—158.

Fig. 18 u. 19. Annähernd radiale Durchschnitte durch röhriige oder sackartige „Septaleinschaltungen“ im Achat von Oberstein; an den auf bestimmte rings umlaufende Schichtlagen der Achatstruktur zurückzuführenden weißlichen Auskleidungen der septalen Einschaltungen und Röhren stößt die Pigmentbänderung ab, d. h. nur ein Teil der pigmentfreien Lagen setzen hier bis zu der Peripherie zurück, während in späteren Stadien auch pigmentierter Chalzedon mit dem Quarz der Mittenfüllung in die weitere sackartige Anfangsweitung der Septaleinschaltung eindringt. S. 154. Vergr.

Fig. 20. Bild des Zusammenstoßens der Chalzedonfasern und der gleichartig radial verlängerten Pigmentkörnchen in den Halbierungslinien der winkligen Bänderknickungen; diese „Begegnungs“-linie ist nicht selten eine regelrechte Fuge; die beim Voll-Achat gewöhnliche Struktur ist auch gelegentlich beim Kalzitachat (S. 123) beobachtet. S. 192.

Fig. 21. Übersichtsbild zu Taf. IV Fig. 18. S. 176.

Fig. 22. Querschnitt durch einen Voll-Achat von Olsbrücken, zeigt an den inneren Schichtlinien und zum Teil in eine Septaleinschaltung übergehend (rechts unten) Eisenpigmentscheibchen neben weißlichen Scheibchen aus Quarz (Quarzin).

Die Grenze der beiden Achatgenerationen ist in allen Figuren durch ein Sternchen gekennzeichnet.

Tafel IV.

Fig. 1. Kalzitachatblasenfüllung wie Fig. 4, in der Stellung, in welcher (vgl. S. 144) derartig geformte Blasenfüllungen gefunden wurden; I. Gen. dunkel gehalten, die Spitze links am Boden enthält von strahligen oxydierten Eisenverbindungen umwachsene Bröckchen des Muttergesteins, welche als Teile der schon gehärteten oberen Blasenfüllungshaube oder Blasenwand bei Ausgestaltung der vorliegenden Form der Blase in den Blasenraum gelangt sein müssen (vgl. auch 4). Schwarz gezeichnete Linien in Gen. II bestehen aus Chalzedon. Der Sektor innerhalb der sphärolithoiden Außenflur in der II. Gen., der mit Sternchen (*) oben und unten gekennzeichnet ist, erscheint stark zusammengedrückt in Zusammenhang mit der Erweiterung des zwischen den Sternchen befindlichen und sekundär mit Klarkalzit erfüllten Raums. Rhomboëdrische Spaltbarkeit geht durch die ganze Masse. Mittenfüllung aus Quarz, daneben eine Konkretion aus faserig-schaligem Eisenoxyd. S. 115—118.

Fig. 2 u. 3. Vergrößerte Splitter an den Grenzen der in Fig. 1 mit * bezeichneten Auseinanderreibungen der Schichten des Kalzitachats mit Zerstäubung des Feinquarzes und einer Nachbildung von Klarkalzit (vgl. Taf. I Fig. 6—8). S. 117.

Fig. 4.²⁾ Kalzitachat mit zahlreicheren an den Enden der Blasen gelegenen, von Karbonatauscheidung etc. umwachsenen Muttergesteinssplittern innerhalb der völlig wieder ausgeglätteten Blasen-

¹⁾ Die Blasenfüllung ist aber nach oben hochgewölbt zu denken.

²⁾ Im Text S. 120 irrtümlich Fig. 3 angegeben.

wand; Stellung und Lage der Mandel vgl. zu Fig. 1; der Kalzitachat II. Gen. ist breiter aufgefaltet als bei Fig. 1 in Zusammenhang mit einer Klarkalzit-Nachbildung (*), welche etwa an gleicher Stelle orientiert ist, wie bei Fig. 1. Mittenfüllung einseitig, aus Quarz. S. 120—122.

Fig. 5. Kalzitachatfüllung aus dem Intrusivtholeyt gegenüber Oberhausen a. d. Nahe. Schwarze Linien bedeuten wie bei Fig. 1 feine Chalzedonzwischenschalen; Klarkalzit an der Stelle mit *; rechts heller Kalzitkristall, älter als der Quarz der Mittenfüllung, ungefähr gleichbedeutend mit den Kalzitkristallen Taf. III Fig. 9—17 und Taf. IV Fig. 10—11, Taf. V Fig. 1, 2 und Fig. 20 u. 24. S. 118—120.

Fig. 6—7. Zwei Querschnitte durch eine gestaltlich sehr verbogene Blasenfüllung von Kalzitachat; I. Gen. aus Karbonatausscheidungen mit einer (wie sehr oft) abschließenden Chalzedonlage; hierzu Textfig. 18 S. 145 zu S. 162; die II. Gen., beginnend mit Sphärolithoiden (vgl. Fig. 1 u. 5), fortgesetzt mit einem Wechsel von reinerem und von Eisen- und Mangan-haltigem Kalzitachat mit Chalzedon (feingestrichelt); das Innerste bildet elfenbeinweißer Kalzitachat; in Fig. 6 zeigt sich bei ** an Stelle äußerer Oberflächenfurche ein Auskeilen der Schichten bis in die I. Gen. hinein; desgleichen bei Fig. 7 von rechts her das Auskeilen einer ältesten reinen Kalzitachatschicht. S. 138—139.

Fig. 8. Innerhalb einer Kalzitachatfüllung eine radiale Zerreißung mit einseitiger Zusammenziehung und Klarkalzitbildung, welche als Folge der Kalzitumwandlung aus Vaterit oder Karbonatgallerter betrachtet wird. (Thalböckelheim.) S. 127.

Fig. 9 Zerreißung innerhalb einer gangartigen Kalzitachatfüllung; II. Gen. mit zerstreuter einseitiger Pigmentanhäufung neben Klarkalzit; Ursache vgl. zu Fig. 8. (Thalböckelheim.) S. 124.

Fig. 10. Voll-Achat vom Gangelsberg bei Duchrot; I. Gen. aus Karbonat, II. Gen. aus Chalzedon und Quarz; bei + reine Kalzitkristalle mit nach innen gut ausgebildeten Kristallflächen (älter als Mittenquarz) in Septalräumen neben nach außen zurückgebogenem und auskeilendem Chalzedon (II. Gen.) bis in die Karbonatausscheidungen der I. Gen. S. 209.

Fig. 11. Voll-Achat von Oberstein. Größter Durchschnitt durch eine flach-elliptische Blasenfüllung; entsprechend einer durch ** gekennzeichneten äußeren, etwas angebrochenen Oberflächenfalte zieht sich durch die Blasenfüllung über den I. Achat (dunkel) eine auf diesem aufsitzende Füllung aus Kalzit (zum Teil umgewandelte rundschalige Struktur), deren Kristallspitzen durch den zum größten Teil späteren Chalzedon abgegraben wurden. Nach diesem Kalzit keilen die Chalzedonbänder alle aus, so daß örtlich selbst der Mittenquarz (vgl. Fig. 10) auf der I. Gen. aufsitzt; bei * rechts unten zeigt sich, daß ein Teil der Kalzitausscheidung und ein kleiner Teil der ältesten Chalzedonbildung gleichzeitig und nachfolgend sind (vgl. zu Taf. III Fig. 16). Oben neben 11 ist ein nicht ganz dichter Zusammenschluß der Kalzitkristalle durch den innersten Chalzedon ausgefüllt. S. 158.

Fig. 12. Seltene Schichtenverdickung in einer Blasenfüllung von Oberstein (Textfig. 29 S. 186) und zwar in einem außen zurückgebogenen trichterförmigen Raum. Der Verdickung im Trichterraum entspricht eine außerordentliche Verdünnung bzw. Auskeilen unmittelbar daneben. Vergr. S. 185—187.

Fig. 13. Sektorenartige „Anfangskörperchen“ aus opalhaltigem Chalzedon in einer inneren Schicht des gleichen Stückes wie Fig. 12; in diesen Körperchen löst sich hier eine weiße opalhaltige Schicht, wie sie in Fig. 13 die Unterlage bildet, nach der Seite hin auf. Vergr. S. 173.

Fig. 14. Vergrößertes Querschnittsbild durch einen Kalzitachat von Thalböckelheim nach oben und unten aufgestellt; die I. Gen. ist unten fast dreimal so dick als oben; die II. Gen. ist oben durch ein breites Band von Klarkalzit von der I. Gen. getrennt; die II. Gen. beginnt unten mit Sphärolithoiden und ist deutlich geschichtet; in die Mittenhöhle ragt von rechts herein Kalkspatkristall, der durch Quarz von innen her umwachsen, also älter ist und wahrscheinlich einem Zwischenkalzit entspricht. Hierzu Textfig. 17. S. 100, 128.

Fig. 15. Drei Strukturbilder um Schwefelkieskörnchen in einem Chalzedon von Oberalbe (vgl. Taf. III Fig. 17); links zeigt sich ein normal an den Markasit anschließender Fasersektor; rechts zwei weniger in die Bänder- und Faserstruktur hereinpassende Chalzedonfaserbündel, welche nicht lediglich als nur schiefe seitliche Anschnitte eines Sektors wie links angesehen werden dürfen (vgl. weitere Bilder Taf. V Fig. 4—8). Vergr. S. 182.

Fig. 16. Auskeilen von verschiedenartiger Schichtung neben Schwefelkieskörnchen hin (also Bildung von kurzen Septalräumen), mit langen verbogenen Anfangskörperchen der Faserbündel der nächsten Schicht zu dem Stück Fig. 15. Vergr. S. 174.

Fig. 17. Einschaltung einer zweiseitig gangartigen Schicht über dem inneren (oberen) Endteil eines normal in Faserbündel mit bogiger Endigung auswachsender und einer neuen gleichartigen, mit Opal-Anfangskörperchen beginnenden neuen Schicht (vgl. Textfig. 26—28, S. 181). Vergr. S. 180.

Fig. 18. Eine andere Form zweiseitig von oben nach unten (gangartig) wachsender Schicht mit Halbsphärolithen am Rand und mit interglobularen Mittellücken; darüber konkretionär sphärolithisch

erhärtende Lage. Achat-Spaltenfüllung aus dem Grenzmelaphyr von Dennweiler (vgl. Taf. III Fig. 21). Vergr. S. 176.

Fig. 19. Innenabschluß von Faserchalzedon einer solchen Achat-Spaltenfüllung von Fig. 18 mit alternierender Anordnung der Faserbüschel, d. h. Ausstrahlungspunkte der nächsten Faserbüschel liegen in den Zwischenfurchen der vorhergehenden Büschel, woselbst sich auch sonst häufig die Anfangskörperchen ansiedeln. Vergr. S. 176—178.

Fig. 20. Einzelheit von einem Achat von Oberstein. Vgl. die Bilder Fig. 13, 16, 17, 22 und die Textfiguren 26—28, 29 S. 181 u. S. 186; der untere Teil der Figur zeigt das Verhalten von Fig. 17 und Textfig. 27—28 mit normal liegenden Anfangskörperchen; darüber ist eine Zone mit scheinbar umgeworfenen Anfangskörperchen, um welche sich dann einerseits normal weiter wachsende und die Unregelmäßigkeit umhüllend abformende Faserschichten legen, andererseits eine Kristallschicht, wie sie in einfacher Form in Fig. 22 dargestellt ist. Die Kristalle können Chalzedon sein, aber auch, wie bei Enhydros erwähnt, liegend wachsende, d. h. mit der Hauptachse senkrecht zur Chalzedonfaserung gestellte Quarzin- oder Quarzkristalle darstellen (vgl. hierzu auch Textfigur 26 S. 181). Vergr. S. 180.

Fig. 21. Eigentümliche Körperchen mit Moosachat-artigen Auswüchsen in dem auch Markasitkristalle führenden Obersteiner Achat Taf. III Fig. 17; rechts in stärkerer Vergrößerung. Die dunklen eckig begrenzten Pünktchen sind Lücken zwischen Kristallecken. Hierher gehören auch die in Taf. V Fig. 4 in der obersten Schicht gezeichneten, sehr viel kleineren Körperchen und das ebenda in Fig. 7 in dem oberen Sektor über dem Markasitkristall befindliche turbanartige hellere Gewächse. Gestaltlich verwandte Entstehungen sind auch in Taf. V Fig. 3 mit * versehene hellere Gebilde (zu Fig. 15 gehörig) und ebenso in Fig. 11, 12 u. 13 (zu Fig. 20 gehörig), endlich die weißen Körperchen des Stückes Taf. III Fig. 22. S. 183.

Fig. 22. Vgl. Fig. 21.

Tafel V.

Fig. 1—2. Ausschnitte aus der äußeren Zone einer Blasenfüllung von Oberstein, zeigt die wurmförmigen Gewächse mit körnig-faseriger Einkleidung des Moosachats (dunkel gehalten), darum eine dicke Faserhülle, die I. Gen. abschließend. In deren Zwischenlücken mit sphärolithoider Struktur, zum Teil an der Hülle der I. Gen. abstoßend, die Schichtung der II. Gen.; auf der rechten Seite, wie in Fig. 2 an vielen Stellen des Stückes und sonst noch anderen deutliche in dem Moosgezweig eingewachsene Karbonatkriställchen in quarzig limonitischer Pseudomorphose. Vergr. S. 160.

Fig. 3. Verzweigungen in dem Umfang einer Mandel von Oberstein an der Grenze von I. und II. Gen., vgl. Fig. 15 rechts. Der Kern der Verzweigungen aus Delessit (gestrichelt), umgeben von einer helleren und einer dunkleren (grünlich gefärbten) Chalzedonhülle; um diese folgen die Faserschicht der II. Gen. und mit o gekennzeichneten Abzweigungen der Quarzmitte. Auf die zum Teil wie abgebrochen endigenden Verzweigungen folgen 4. mit * bezeichnete, unregelmäßig zonare halbkugelige Köpfe (in Fig. 15 z. B. neben +); in deren dunklen Zonen feine Reste von Kalzit als später durch Chalzedon ersetzte Vergleichsgebilde mit den Zwischenkalzitkristallen und -Sphärolithoiden. Bei + erkennt man in Fig. 3 an der Grenze des helleren und grünlichen Chalzedons radial zu den Verzweigungen selbst gestellte schlauchartige Gebilde wie kurzweiger, an anderer Stelle auch dichtfilziger Moosachat. Vergr. S. 162—164.

Fig. 4—8. Bilder der Beziehung zwischen Markasitkristallen und anschließendem Chalzedon bei 7) und 8) mehr als Kerne auffälliger Faserbündel (vgl. Taf. IV Fig. 15 links); bei Fig. 4—6 als Kerne federartiger Chalzedongewächse (zu Taf. III Fig. 17 gehörig); die Pyritkristalle befinden sich vergesellschaftet mit Gewächsen wie Taf. IV Fig. 21 in der äußeren Zone der II. Gen. (vgl. Fig. 4 oben). Bei Fig. 7 ist die I. Gen. mit scharfer Faserung und in Umhüllung von Barytkriställchen kenntlich. Vergr. S. 182—183.

Fig. 9—10. Durchschnitte durch die Innenschale (II. Gen.) von Enhydros mit tangential wachsendem Chalzedon und Quarz; man sieht, daß bei je einem neuen Ringwulst die Spitzen und Ecken des nächst inneren Quarzes von dem Faserchalzedon des neuen Rings regelmäßig umwachsen werden. Vergr. S. 184—185.

Fig. 11—13. Sphärolithische Erhärtung des Chalzedons in vergrößerten Bildern aus der Innenschale der II. Gen. von Fig. 20 von (?) Gangelsberg bei Duchroth; die Sphärolithe sind wieder zu radialen, keulenartigen Verbänden vereinigt. Vergr. S. 178—180.

Fig. 14. Blasenfüllung mit halbsphärolithisch entwickeltem II. Chalzedon; das Wachstum nimmt von einem mittleren Punkt des „Bodens“ seinen Ausgang. Vergr. S. 168.

Fig. 15. Offenbar aus einer Karbonatkonkretion durch Pseudomorphose entstandenes Sphärolith von Quarz und Chalzedon, zunächst der Bodenfläche einer Blasenfüllung von Oberstein (hiez Fig. 3). Zweimal. Vergr. S. 165.

Fig. 16—19. Stark vergrößerte Bilder der Erhaltung der feinsten Strukturverhältnisse von Pigmentkörnern der durch Konzentration des Eisensalzes zwischen Schichten und Fasern hervorgegangenen Pigmentkörperchen (vgl. größere ähnliche Bilder in Textfig. S. 145, woselbst nur das in den Fugen ursprünglich vorhandene Pigment entfernt ist). Das Bild kann auch als das der Enteisung von den Fugen aus betrachtet werden. Vergr. S. 201—202.

Fig. 20. Blasenfüllung vom Gangelsberg bei Duchroth; über der I. Gen. befinden sich zu Seiten von außen hereinragender Gesteinszapfen Rosetten von weingelbem Kalzit in bester Erhaltung; in der II. Generation, besonders an einer Stelle auch makroskopisch deutlich, eine normal sphärolithische Erhärtung des Chalzedons in großem Umfang, deren Vergrößerungen in Fig. 11—13 gegeben sind. Zwischen den * ist im Achat II eine Stelle, woselbst der Chalzedon seitlich durch eine Karbonaterhärtung vertreten ist, welche einen größeren Abschnitt der Mittenfüllung bildet; es zeigt sich hier ein Auskeilen des Chalzedons nach der Lage zwischen den Kalzitrosetten hin! Bei † ein Eindringen von Karbonat in kleineren Kriställchen zu einer Zeit, wo der Chalzedon in Sphärolithanlage schon in Erhärtung begriffen war; die Lösung drang in kapillaren Spalten von außen ein, welche die völlig dicht erhärtete I. Gen. schon haarscharf durchsetzten (vgl. Mikrophotogr. in Tafelbeil. z. S. 218. S. 217—220.

Fig. 21. Von I., II. Achat mit anschließendem Quarz (rechts oben) umschlossene scharfkantige Bruchsplitterchen eines älteren Ausscheidungsstadiums der I. Gen., welche durch Eindrückung der noch plastischen Unterseite einer großen Blasenfüllung (Oberstein) zertrümmert wurde; das hier abgebildete Bruchstück entspricht der in Textfig. 39 S. 226 links unten an der Ecke befindlichen Anhäufung im I. Achat. Vergr. S. 228.

Fig. 22. Ergänzendes Bild zu Taf. IV Fig. 22. Pigmentscheibchen nach Entstehung der Kristallspitzen. Vergr. S. 194—195.

Fig. 23. Bruchstück einer Blasenfüllung von Dennweiler; Gegenseite des in Textfig. 39 S. 226/227 abgebildeten Stückes mit ausgesprochener Bodenfläche; zunächst eines vom Boden hereinragenden umgeklappten Muttergesteinszapfens (dunkel) zeigt sich nach dem rechten scharfen Bodeneck zu unterhalb * eine vom Boden her aufragende und oben auseinandergeborstene ältere Lage der I. Gen., welche von den jüngeren Lagen mit Quarzmitten (II. Gen.) normal wieder umwachsen ist; auch hier (vgl. zu Fig. 21) sind die Ausgleichs-Druckwirkungen vom ursprünglich nach außen gewölbten Boden her die Ursache der frühen Zerberstung. S. 226.

Fig. 24. Enhydros von Uruguay mit zwei getrennten Schalenkernen entsprechend eines von der Bodenfläche her in die Blasenfüllung hereinragenden Muttergesteinszapfens (dunkel); von dieser Stelle wuchs, auch weit ins Innere der Schalenhöhlung hereinragend, ein in Umrisslinien angedeuteter Kalzitkalenoöder aus; zwischen der Bodenlage der I. Gen. und den Wülsten der II. Gen. ist die faserige Zeolithmasse mit einzelnen Quarz- und Kalzitkristallen sichtbar. Gesamtumrisslinie durch Doppellinie ergänzt; desgl. die Schalenhöhlung rechts angedeutet. Halbe Größe (vgl. Taf. III Fig. 1) S. 211.

Tafel VI.

Fig. 1 u. 2. Gemischte Achatstruktur von einem Stück bei Idar (vgl. Textfig. 46 S. 260 Übersicht); links (dunkler) Kalzitachat (Kalzit mit gleichmäßig bei nicht ganz dünnem Schliff abdunkelndem Fein-quarz) mit rhomboëdrischer Spaltbarkeit (bes. Fig. 2); rechts Chalzedon, dessen Faserung (beim Fehlen jeder Spaltrisse) in Fig. 1 bei polar. Licht deutlich ist. Fortsetzungen der Kalzitachatlagen in die Chalzedonlagen sind rechts oben, unten und in der Mitte deutlich (Vergr. ungef. 60 mal). S. 260.

Fig. 3. Kalzitachat von Talböckelheim in polarisiertem Licht. I. Gen. mit äußerem Kalzit (hell) und innerem Feinquarzkalzit; Grenze gegen II. Gen. scharf; letztere beginnt mit in dieser Stellung hellerer, halbsphärolithoider Bänderung; rechts oben feingebänderter Wechsel von Chalzedon- und Kalzitachat. S. 266.

Fig. 4. Aus dem gemischten Achat (gangartige Hohlraumfüllung) von Talböckelheim mit ver-kieseltem Natrolith- bzw. Skolezitkristallen, Sphärolithen von Quarz und ungewöhnlich feiner, an den Umrissen der Kristalle abstoßender, fast gleichmäßig helldunkler Chalzedon-Opalchalzedonbänderung. (Vergr. 60 mal.) S. 263.

Fig. 5. Grenze eines in der Aufsicht weißen, sehr feingestreiften Bandes (unten) gegen ein in der Aufsicht dunkles (in der Durchsicht vollständig klares) Chalzedonband von einem Uruguay-Achat in polarisiertem Licht (vgl. Textfig. 34 S. 212). Das weiße Band zeigt gehäufte Opalbänderung als ältere Schichtgliederung in feinsten Form bei einheitlich durchlaufender, großzügiger Chalzedon-

Starkfaserung; ihre die ältere opalführende Feinfaserung verkittende Wirkung greift in unregelmäßiger, hier nicht scharf abgesetzter Weise über die scharfe Opalführungsgrenze hinüber. Vergr. 60mal. S. 214.

Fig. 6. Nicht ganz radialgetroffene Faserung an der äußeren Grenze des II. und I. Achats, zeigt regelmäßiger Streckfaserung gegen den inneren Endsaum der Schichten und das Hinüberreichen der Faserung mit ihrer durch Scheibchenpigment noch gekennzeichneten Endfuge über die end-naheständigen Opalstreifen. Italien. Exemplar. S. 225. (Vergr. 60mal.)

Fig. 7. Bruchstück einer Blase im Quarzporphyr vom Kornberg bei Erbdorf mit schwacher I. Gen. und senkrecht übereinander liegender Bandgliederung der II. Gen. in horizontalen Schichten und nach oben in einer „Letztschichtung“ auswachsenden Quarzdruse (vgl. Textfig. 42 S. 241 u. Fig. 43 S. 247). $\frac{3}{4}$ nat. Gr.

Fig. 8. Gangartige Achatfüllung eines steilschiefen Spaltenraums von ebenda; I. Gen. in stalaktitoiden Gewächsen auslaufend, welche nahezu rechtwinklig (nur schwach nach unten gesenkt) von der nach der Horizontalbänderung mit etwa 75° einfallenden Gangwand in den Lichtraum hereinwachsen, sich von oben und von unten entgegenstreben. II. Gen. hauptsächlich gebändert; kleine Quarzdruse im obersten Seitenwinkel des nach links herabhängenden Stalaktitoids. Nat. Gr. S. 243.

Fig. 9. Eckstück eines Uruguay-Achats, dessen Bodenteil wohl auf der nach rechts aufwärts gestellten kürzeren Randseite zu sehen ist, woselbst von unten her die Blase eingedrückt (S. 146) sich erweist; I. Gen. weiß gelassen, II. Gen. getönt, am schwächsten die drei beieinander liegenden dicken Bänder opalführenden Chalzedons. Außerhalb dieser eigenartige trichterförmige hellere Querzonen stärkerer Opalführung, welche sehr an die scheinbare Färbungs(Erhellungs-)verstärkung der Opalführenden Durchsinterung (vgl. Textbeilage zu S. 218 Fig. e) erinnert. — Ein Teil eines sackartigen, nach innen spaltartig fortgesetzten Septalraums ist schief durchschnitten, so daß dessen äußerer Anfangsteil nicht getroffen ist. In diesem schwimmt ein Bruchstück der I. Gen. (vgl. auch Beil. z. S. 226 Fig. f—g), dessen Ende in der Tiefe sichtbar ist, dessen entgegengesetzte Fortsetzung abgebrochen bzw. abgeschliffen ist. Er scheint sich in dem fehlenden Teil der Blasenfüllung der äußeren Oberfläche genähert zu haben bzw. an ihn angestoßen zu sein, da der Zustand der Verwitterung und Bleichung dem der äußeren I. Gen. völlig gleichkommt. Nat. Größe. S. 230.

Fig. 10. Plattenartiger Ausschnitt aus einer großen Achatfüllung von Uruguay. Außen stalaktitoiden Gewächse der I. Gen. in deren dunkelgefärbtem Chalzedon. Mittenfüllung der II. Gen. unten angeschnitten, dazwischen flache Durchschnitte von stalaktitoidisch-sphäroidischen Aufwölbungen der Ringsstruktur, besonders eines Opallagen-führenden Bänderpakets. Die Bodenseite kann der linksseitigen, etwas gestreckteren Grenzlinie der wahrscheinlich seitlich zusammengepreßten Blase entsprechen; die Mittenfüllung wäre durch die Wucherungen der II. Gen. von oben nach unten und seitlich verdrängt. Zwischen dem erwähnten weißen breiten Lamellenband und der nach oben gerichteten Seitenumbiegung der Blase ist ein unregelmäßig begrenztes und so verlaufendes, weißliches, die Achatlinien durchschneidendes und durchdringendes Opalband als queres „Durchsinterungsband“ zu erkennen, welches gegen die ihm entgegenstehenden Spitzen der Lamellenwinkel (II. Gen.) stärker nach innen vordringt und dabei die vorher bestandenen Unterschiede zwischen mehr und weniger weißlicher Tönung (Opalgehalt) ausgleicht; daher „Opaldurchsinterung“. Das Band verläuft rechts und links (oben und unten) nach dem Außenrand zu und wird dabei schwächer und schwindet; der Verlauf ist auf der anderen Seite der ungleichmäßig 2,5—5 cm dicken Platte derselbe. Auch in dem zwischen den Ringdurchschnitten liegenden inneren Teil zeigen sich diese Unterschiede unter der gleichen Form des Vordringens von oben nach unten und umgekehrt, so daß die von der anderen Seite der verlängerten Blasenfüllung seitlich vordringenden Durchsinterungsbänder hier über die Mittenfüllung hinaus stärker vorgedrungen wären. Die I. Gen. und das Opalführungsband der II. Gen. erzeugten Unterbrechungen des einfachen Verlaufs solcher „Nachbänder“, welcher sehr wohl (S. 239) als Verlauf einer allgemeinen Gesteinsdurchsinterung thermischer Urhebung sein konnte. S. 236. $\frac{2}{3}$ nat. Größe.

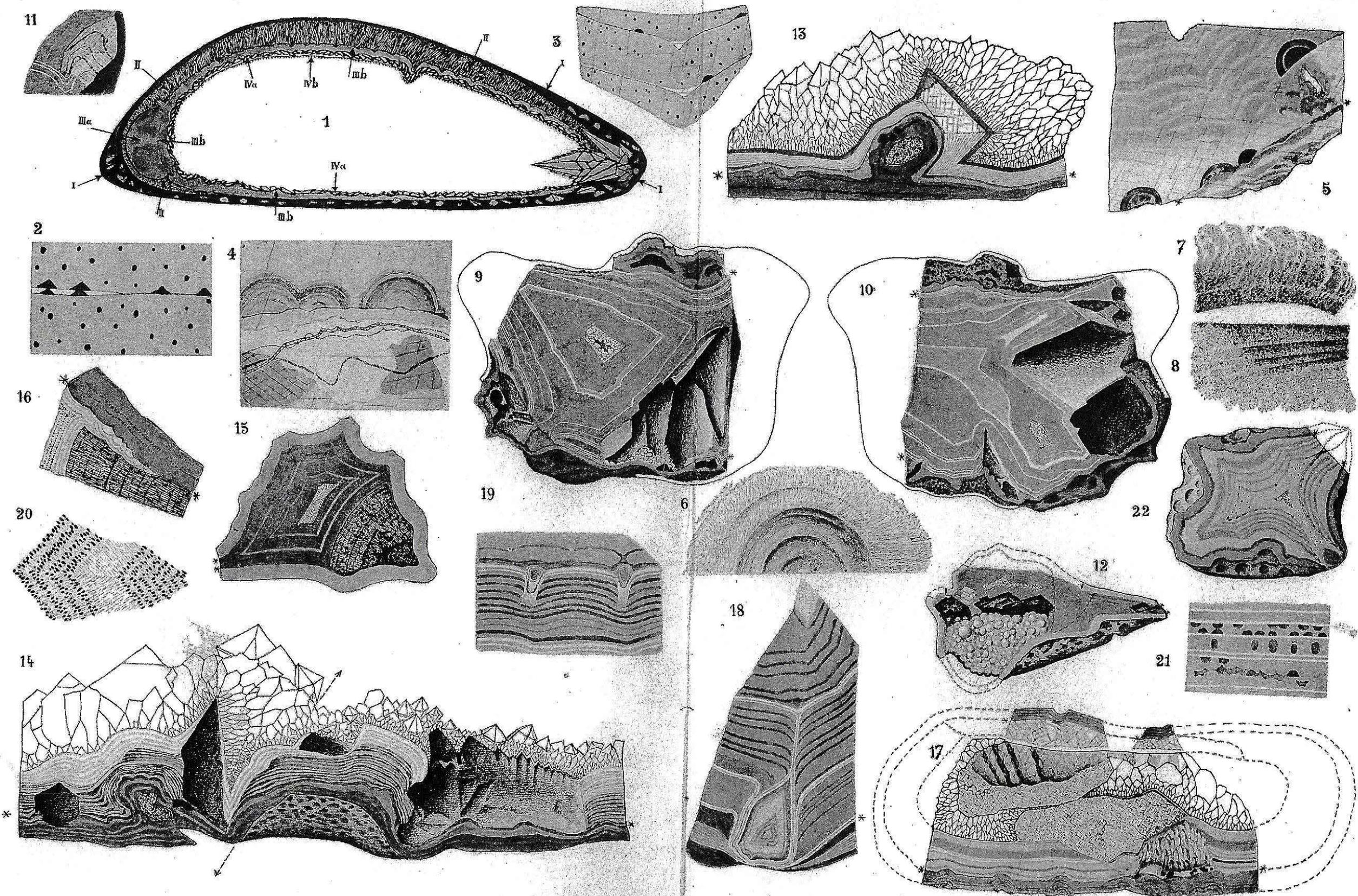
An der Herstellung der photographischen Aufnahmen haben sich Dr. ARNDT, Dr. PFAFF und Dr. SCHUSTER beteiligt.

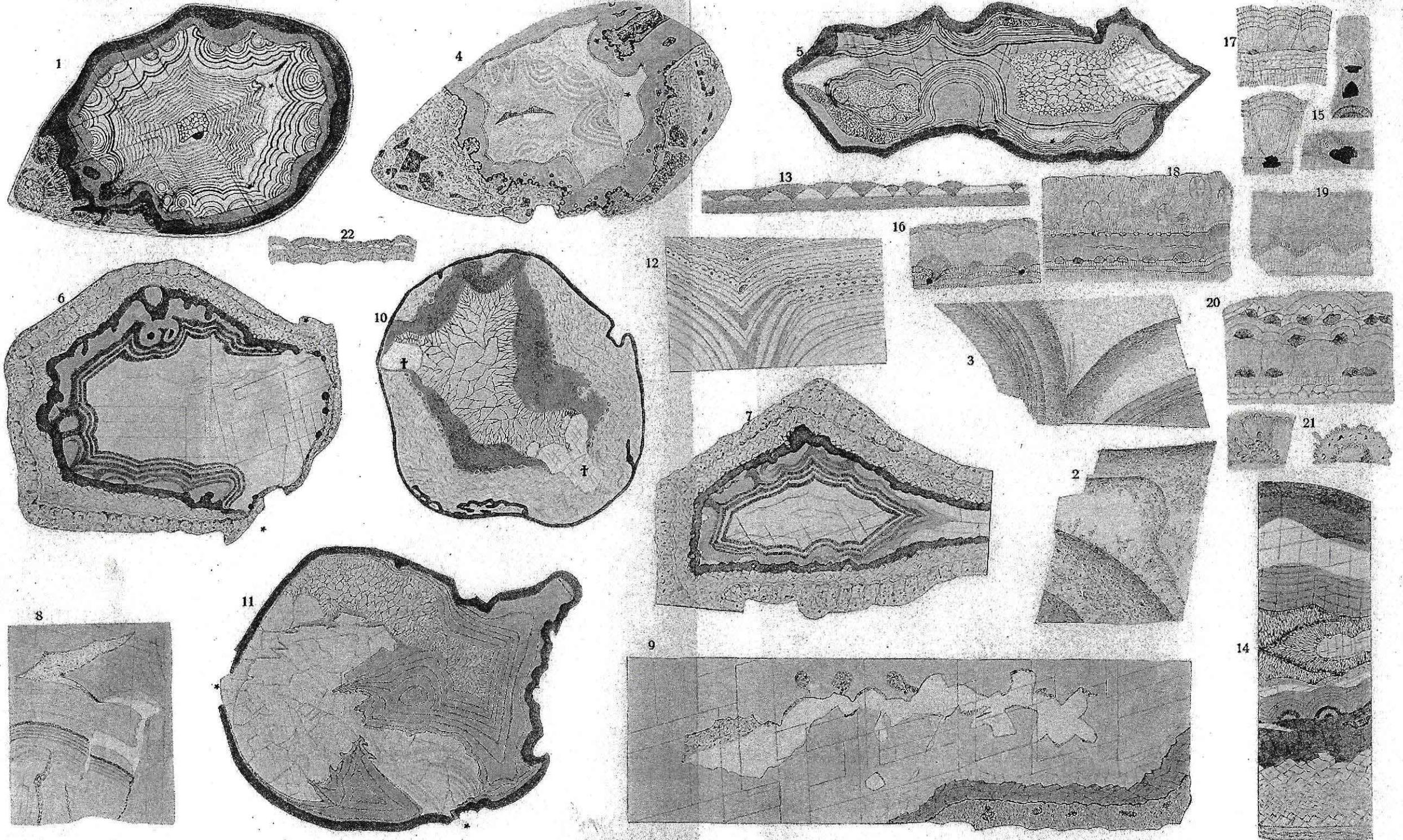
Inhalts-Verzeichnis.

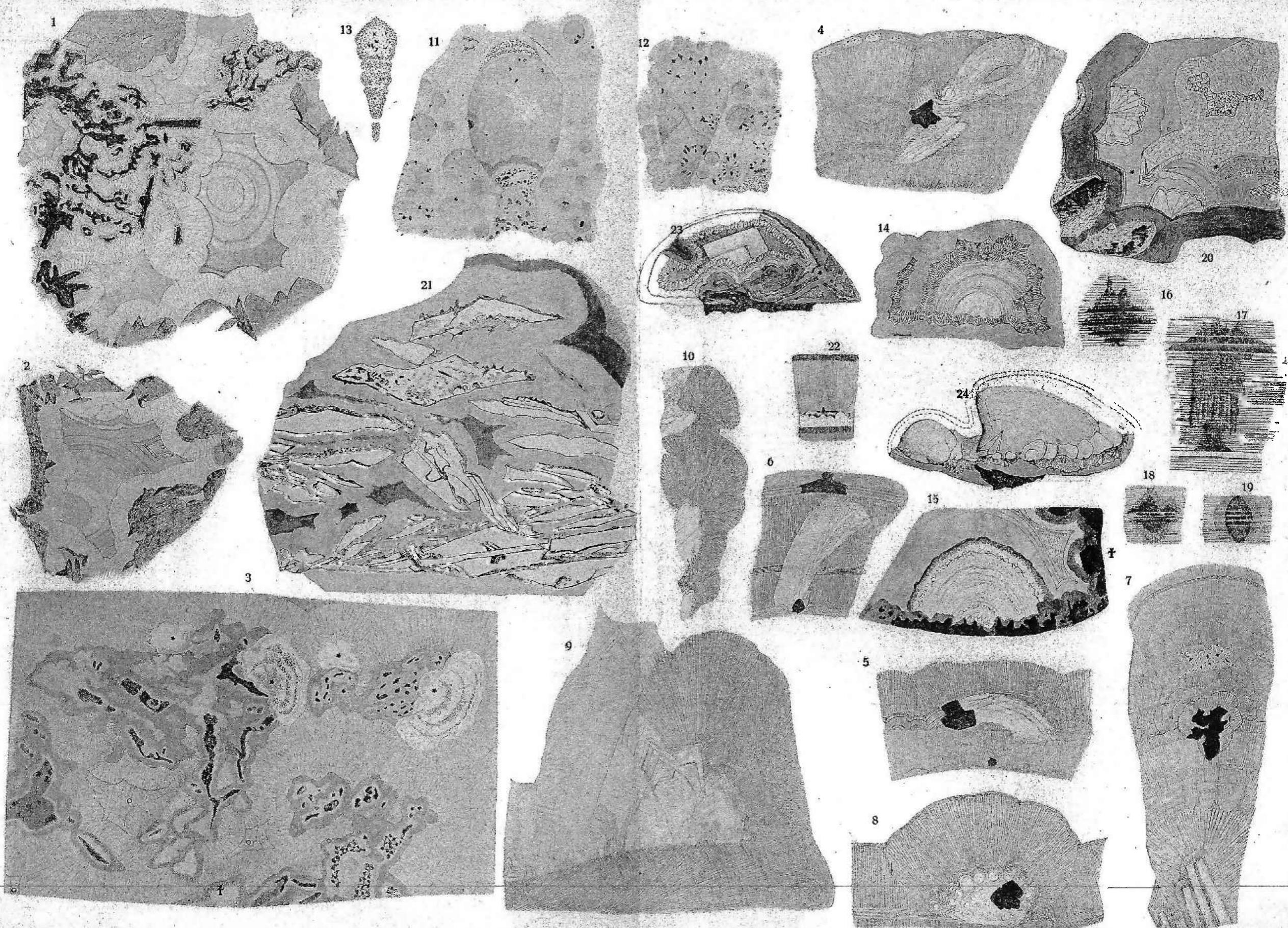
Der Schluß der Abhandlung: Allgemeine Erörterungen und Zusammenfassung der Ergebnisse findet sich im Doppel-Jahresheft 1918/19, XXXI./XXXII. Jahrgang.

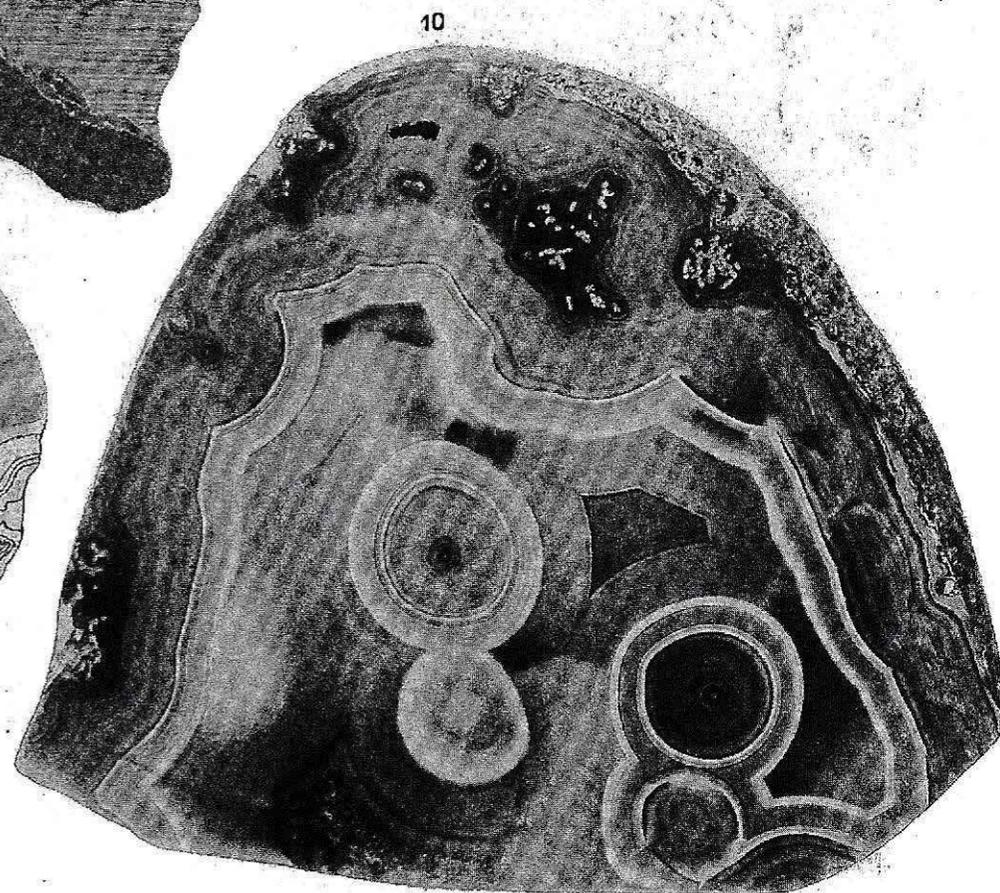
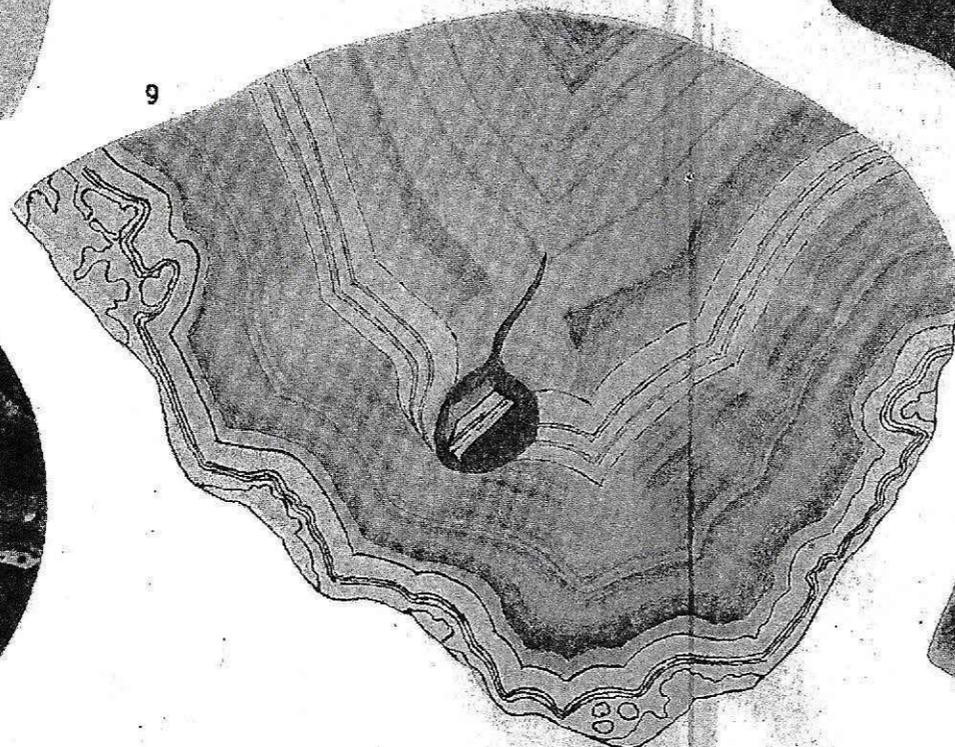
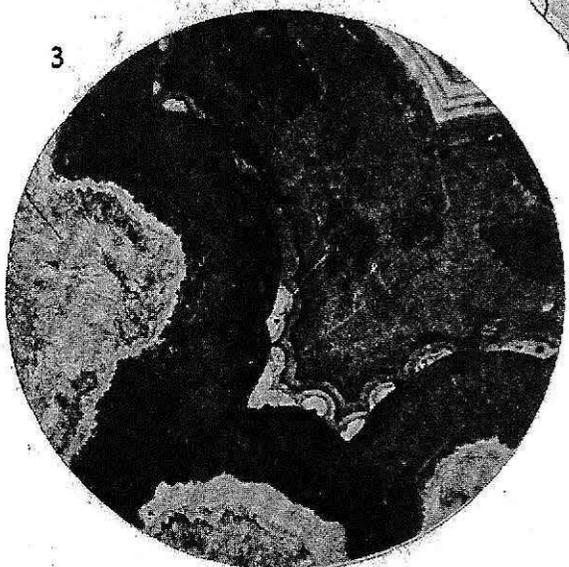
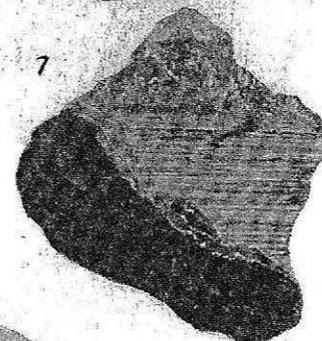
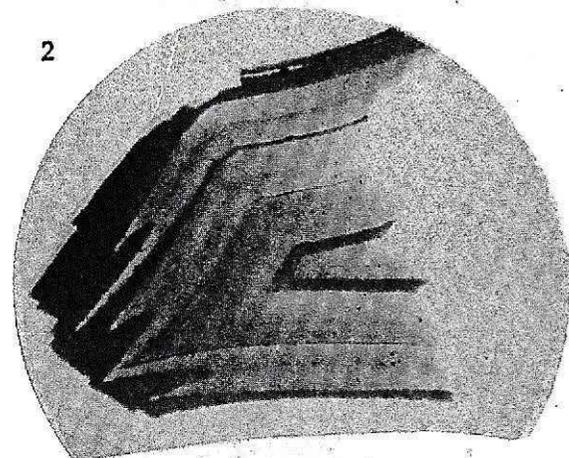
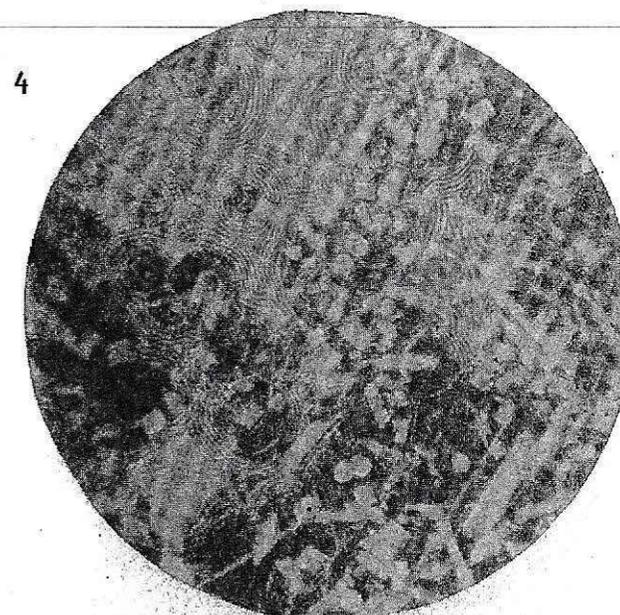
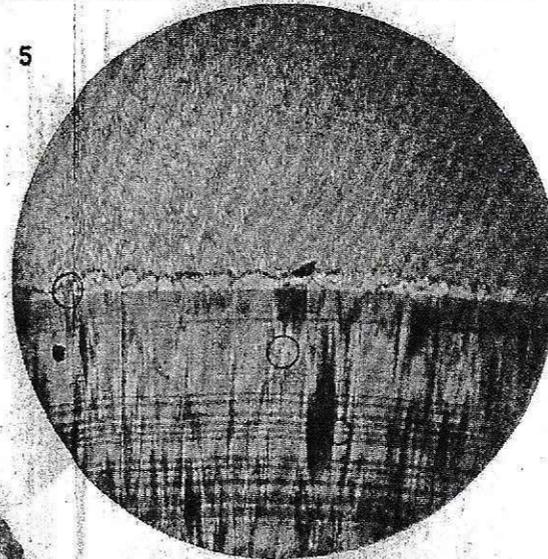
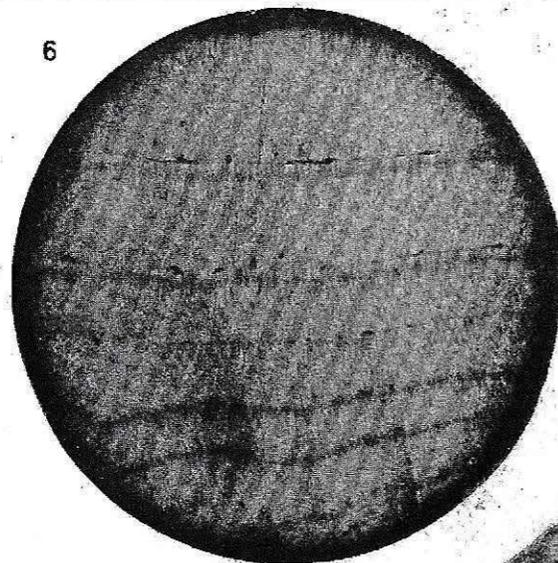
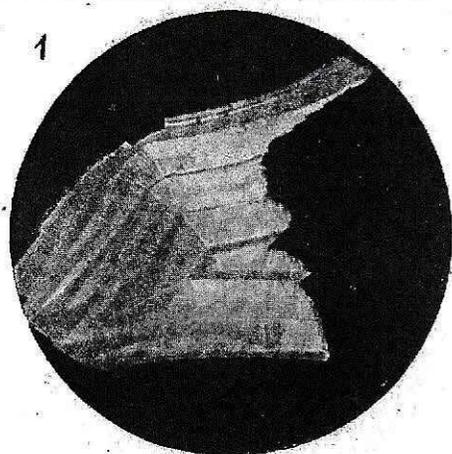
	Seite
1. Enhydros i. e. S.	82
2. Uruguay-Achate mit teilweise auch bodenständiger Achatausscheidung	92
3. Ergebnisse W. v. GÜMBELS über den Inhalt der Enhydrossteine und weitere Folgerungen	93
I. Einzelheiten zur Kenntnis und Deutung des Kalzitachats	94
A. Mittenhölzung und röhrlige Septaleinschaltungen	95
B. Bänderungsaufbau und mikroskopische Struktur	99
C. Zustand des Kieselsäuregels	112
D. Einzelbeschreibung wichtiger Stücke von Kalzitachat	115
E. Gangartige Vorkommen von Kalzitachat	123
F. Zusammenfassendes über das Auftreten des „Klarkalzits“ im Kalzitachat	125
G. Kalkkarbonat in kolloidaler Lösung	129
II. Außergewöhnliche Funde von Kalzitachat	131
H. Kalzitachat mit Kiesel-Ooiden und Silikateinschlüssen	131
J. Gemischter Kalzitachat	133
K. Kalzitachat mit Anzeichen der Tutenstruktur	136
L. Wechselnde Karbonatfällungen in der Schichtung des Kalzitachats	138
M. Die möglichen Umwandlungen in der Färbung und im Bau des Kalzitachats	139
N. Nachbarliche Vergesellschaftung der Kalzitachatfällungen mit anderen Fällungen; Schlußfolgerungen	140
O. Zur Chemie des Kalzitachats und Achats	142
P. Form der Blasen beim Voll-Achat und Kalzitachat	144
III. Einzelheiten zur Kenntnis und Deutung des Voll-Achat-Aufbaus	147
a) Die I. Generation beim Voll-Achat	148
b) Innere Unterbrechung in der Struktur mit Bildung geperlter freier Oberfläche	150
c) Innere Konkordanz- und Diskonkordanzlinien der Achatbänderung in Beziehung zum Kalzit zwischen Achat I und II	154
d) Stalaktitoidische Bäumchen im Achat I	160
e) Verschiedene sphaeroidische Ausscheidungen zwischen I. und II. Achat, sowie in deren Innerem	164
f) Gestaltung der Bänder und Folgerungen	169
g) Struktur der Pigmentbänder beim Voll-Achat	191
h) Die Septaleinschaltungen und verschiedene Beziehungen zur äußeren Form	205
i) Gemischter Voll-Achat mit unregelmäßiger Kalzidurchwachsung	217
k) Zeitpunkt der Kieselsäureeinwanderung in die Blasenräume und ihrer Erhärtung daselbst	225
l) Durchsinterungsvorgänge beim Voll-Achat	231
m) Achat im Porphyr des Kornbergs bei Schadenreut-Erbendorf (Oberpfalz)	240
Folgerungen aus dem Kleingefüge der Horizontalschichtung	249
n) Vergleich der Achatbänderung mit gebänderten Hornsteinen	251
IV. Karbonatfüllung von Blasenräumen	254
V. Delessit und ein Bol-artiges Mineral als Blasenfüllung	255
VI. Beobachtungen über die Vorkommen von Voll- und Kalzit-Achat bei Oberstein-Idar	258
VII. Nachträgliches über gemischten Kalzit- und Voll-Chalzedon-Achat	262
1. Seitliche Vertretung von Kalzit- und Chalzedon-Achat	262
2. Wechsel von reinem und von Mangan-führenden Kalzitachat	266
3. Kalzitachat in III. Generation bei merkwürdiger Blasenverschmelzung	270
4. Hinweise zu einer einheitlichen Auffassung der beiden wichtigeren Achatarten	172
VIII. Über die Feinrunzelung der Bruchflächen des Achats, die „Faserdrillung“ und das gesamte Innengefüge	275
IX. Die Pseudomorphosen und pseudomorphoiden Gestalten im Achat	282
X. Die Frage einer dritten Achatgeneration	290
Tafel-Erklärung	292











Ctenochasma gracile Opperl.

Von

F. Broili.

(Mit sechs Abbildungen auf Tafel VII.)

Unter dem großen Material der reichen in den fränkischen Plattenkalken des oberen Jura entdeckten und beschriebenen Fauna von Wirbeltieren, die in der paläontologischen Sammlung des bayerischen Staates zu München aufbewahrt wird, findet sich auch neben anderen eine im Laufe der Jahre fast ganz vergessene Form, nämlich: *Ctenochasma gracile* OPPEL. Der Grund zu dem Lose, das diesen so interessanten Rest getroffen hat, liegt vor allem in der Art und Weise, wie er durch OPPEL mitgeteilt wurde, nämlich in einer Fußnote zu seiner Arbeit „Über Fährten im lithographischen Schiefer (*Jchnites lithographicus*)“,¹⁾ ohne derselben eine Abbildung beizufügen. Eine zweite Erwähnung findet *Ctenochasma gracile* in dem Handbuche K. A. v. ZITTELS,²⁾ wo die Form im Zusammenhang mit *Ctenochasma Roemeri* H. v. M., das mit Vorbehalt zu den *Teleosauridae* gestellt ist, als „von ganz rätselhafter Stellung“ genannt wird. Schließlich führt J. WALTHER³⁾ die Gattung noch in seiner Fauna der Solnhofener Plattenkalke an! „Ein Schädel vielleicht zu einem Flugdrachen gehörig, kann mit seinen zarten Fangzähnen nur Insekten gefangen haben.“

Ctenochasma gracile OPPEL ist auf einen einzigen Fund, Platte und Gegenplatte, begründet und zwar handelt es sich um die Gaumenregion eines Schädels, dem leider auch die Schnauzenspitze abgebrochen ist. Sein am meisten auffallendes Merkmal ist seine enorm verlängerte, in dieser Beziehung wirklich an lang-schnauzige *Crocodylia* erinnernde Gestalt, die aus den folgenden Maßen hervorgeht: Bei einer Länge von 14 cm an den beiden Kieferrändern mißt der Rest an seinem abgebrochenen Hinterende in der Breite etwa 2 cm und am abgebrochenen Vorderende in der Breite ca. $\frac{1}{2}$ cm. (Fig. 1.)

Das zweite Charakteristikum ist der enge Besatz der beiden Kieferränder mit einer Reihe zarter, feiner, pleurodonter Bürsten-Zähnnchen; relativ groß und nach rückwärts gekrümmt zeigen sich dieselben in ziemlich tiefen Alveolen in den Knochen eingelassen; verletzte Exemplare lassen auf eine große Pulpahöhle schließen. Dieser dichte Zahnbesatz ist bei beiden Kiefern von der abgebrochenen Schnauzenspitze auf der Platte etwa 8, auf der Gegenplatte ca. $9\frac{1}{2}$ cm weit zu

¹⁾ Paläontologische Mitteilungen aus dem Museum des K. bayer. Staates. S. 124. Stuttgart 1862.

²⁾ III. Bd., S. 666. 1889.

³⁾ Die Fauna der Solnhofener Plattenkalke. Jenaische Denkschriften XI. Bd. (HAECKEL Festschrift), S. 182.

verfolgen, die rückwärtigen Teile der Kiefferränder lassen keine Zahnreste mehr erkennen und dürften frei von solchen gewesen sein. Dafür spricht auch der Umstand, daß die hinteren Zähne bzw. ihre Abdrücke im Muttergestein kleiner sind. Ihre Größenzunahme nach vorne erfolgt allerdings ziemlich rasch und in den vorderen erhaltenen Kiefferregionen weisen die Zähnchen durchschnittlich gleiche Größen auf; dieselbe schwankt hier, soweit die einzelnen Zahnindividuen über den Kiefferrand hervorragten, zwischen $5\frac{1}{2}$ und 6 mm, dazu kommen noch der Betrag, mit welchem sie in die Kiefferränder eingelassen sind, derselbe beträgt bei diesen vorderen Zähnchen etwa 2 mm; ihr Durchmesser dürfte am Kiefferrand $\frac{1}{2}$ mm erreichen. Ich konnte auf dem besser erhaltenen Kiefferrand ungefähr 80—85 solcher mehr oder weniger erhaltener oder im Abdruck festzustellender Zähnchen zählen. Wie viele ursprünglich noch bis zur Schnauzenspitze vorhanden gewesen sein mögen, entgeht natürlich meinen Vermutungen. Der vordere Teil der Schnauze ist nämlich etwas verdrückt, wodurch der Anschein einer noch ziemlich gestreckten Schnauzenspitze erweckt wird, ich möchte annehmen, daß, wenn überhaupt — wie bei manchen Flugsauriern oder bei *Ctenochasma Roemeri* H. v. MEYER — die Schnauze nicht mit einer plötzlichen Abrundung endigte, für das fehlende Stück noch höchstens $2\frac{1}{2}$ cm in Anschlag zu bringen sind; auf diese Strecke würden ungefähr — natürlich unter gleichen Bedingungen wie am übrigen Kiefer: 20—25 Zähnchen entfallen, so daß also unter dieser Annahme ihre Gesamtsumme auf einer Kiefferhälfte ca. 105—110 betragen haben dürfte, während OPPERL wahrscheinlich unter der Voraussetzung sehr stark verlängerter Kiefer ihre Zahl auf 300, vielleicht sogar 400 schätzt.

Der Gebirgsdruck hat diese zarten Gebilde namentlich in der vorderen und mittleren Schnauzenregion derart umgelegt, daß sie nahezu senkrecht zu den Kiefferrändern selbst liegen; in dem hinteren Teil, wo die kleineren Zähnchen stehen, war die Druckwirkung nicht so stark und hier kann man noch erkennen, daß sie ursprünglich — ähnlich wie bei Flugsauriern — stark nach außen gerichtet waren.

Der großen Geschicklichkeit Herrn Dr. B. PEYER's, dem ich auch an dieser Stelle für seine Liebenswürdigkeit danken möchte, verdanke ich einen Längsschliff durch eines der feinen Borstenzähnchen, so daß ich auch Einblick in den histologischen Bau derselben gewinnen konnte: demgemäß folgt auf die relativ geräumige Pulpaöhle jederseits ein breites Band von zahlreichen feinen Dentinröhrchen durchsetzten echten Dentins, der sich nun anschließenden von Dentinröhrchen freien Zone von Vitrodentin ist, wie ich mit ziemlicher Sicherheit an einzelnen Stellen zu erkennen glaube, ein schwacher Belag von echtem Schmelz aufgelagert. Die tief in die Knochenmasse eingelassenen Zahnsocket scheinen mit derselben fest verwachsen zu sein — sie wären also „protothekodont“.

Ersatzzähne konnte ich nirgends beobachten. Bezüglich derselben kommt H. v. MEYER — bei der Aufstellung von *Ctenochasma Roemeri* — bei einem Vergleiche mit dem lebenden Gavial zu dem Resultat, daß „der Ersatzzahn weder in der Wurzel des älteren Zahnes keimen noch in dieselbe hineintreten konnte, weil sie im Innern eine so feine Röhre besitzt, daß sie wohl Gefäße der Ernährung, einen Zahn aber nicht einmal als Keim zu beherbergen imstande war.“¹⁾ Diese so zutreffenden Erwägungen H. v. MEYER's dürften in noch erhöhtem Maße bei unserer Form mit ihren feineren Zähnen geltend gemacht werden. Ich möchte es nun für

¹⁾ Paläontographica. 2. Bd. 1852. S. 82.

wahrscheinlich halten, daß der Zahnersatz bei *Ctenochasma* auf gleiche Weise wie bei den Flugsauriern und *Gnathosaurus subulatus* H. v. MEYER¹⁾ eintrat. Bei den Pterosauriern, wo man es besonders gut bei den *Ramphorhynchoidea* beobachten kann, und bei der letzteren Gattung, die vielleicht auf einem mit besonders zahlreichen und stark gekrümmten Zähnen ausgestatteten Flugsaurier (? Rhamphorhynchiden) zurückgeführt werden dürfte, entwickeln sich die Ersatzzähne auf der linguale Seite der gekrümmten Hinterränder der funktionierenden Zähne.

Ähnliche Zähne in so feiner Bürstenform sind mir bis jetzt unter allen Sauropsiden nur bei den fossilen das Wasser (? Süßwasser) bewohnenden Mesosauriern des Perms bekannt geworden, doch kommen bei diesen, soweit ich an der Hand eines Gipsabgusses von *Mesosaurus tenuidens* GERVAIS beurteilen kann, nur in der vorderen Schnauzenregion neben gestreckten, einzelne gekrümmte Zahnindividuen vor, die übrigen sind alle gerade, während hier bei *Ctenochasma* alle Zahnchen eine ziemlich gleichartige Rückwärtskrümmung aufzeigen. Ein weiterer Unterschied besteht darin, daß bei diesem *Mesosaurus* zwischen den größeren (namentlich vorn!) einzelne kleinere Zähne sich eingeschaltet zeigen, während sie bei *Ctenochasma* von hinten nach vorn eine rasche Größenzunahme aufweisen und vorn durchschnittlich gleich groß sind. Außerdem begegnen wir solchen Bürstenzahnchen bei Fischen bei den Siluriden und verwandten Formen, doch treten sie hier in der Regel in mehreren dichten Reihen hintereinander hechelartig auf, im Gegensatz zu unserer Form, wo sich die Kiefer nur mit einer Reihe besetzt zeigen.

Über die funktionelle Bedeutung dieser eigenartigen Bezahnung läßt sich vermuten, daß die zarten Zahnchen bei *Ctenochasma* bei ihrer Stellung nach auswärts und bei ihrer relativ starken Rückwärtskrümmung kaum mehr zum Beißen imstande waren; wahrscheinlich dürften sie mit ihren Partnern im Unterkiefer reußenartig gewirkt und in der Hauptsache zum Festhalten der Nahrung gedient haben — ob dieselbe ausschließlich aus Insekten bestand, wie J. WALTHER meint, entzieht sich unseren Beobachtungen.

Die beiden zahntragenden Oberkiefer umschließen nach innen einen nach vorne sich verschmälernden Knochenkomplex, um mit demselben eine geschlossene Gaumenplatte zu bilden, die, soweit zu erkennen ist, keinerlei Durchbrüche aufzeigt. Dieser Komplex, der gegenüber den beiden Kiefern etwas eingesenkt ist (auf der Gegenplatte tritt er als Erhöhung hervor), beginnt an seinem Hinterende mit zwei spitz nach rückwärts auslaufenden Elementen, die in ihren rückwärtigen Teilen durch einen rinnenartigen Einschnitt voneinander getrennt werden, nach vorne verflacht sich derselbe und läuft aus, so daß nun beide Knochen auf kurze Strecke direkt aneinander grenzen, bis sich zwischen sie median eine zugespitzte Knochenschuppe — so glaube ich wenigstens beobachten zu können — von vorne einschleibt. Dieser mediane Knochen verbreitert sich allmählich nach vorne auf Kosten jener sich bald auskeilenden seitlichen Elemente, um so bei seinem weiteren Verlauf bis zur Schnauzenspitze allein den mittleren Teil der Gaumenplatte einzunehmen, seine Grenze gegen die beiden Oberkiefer ist jederseits durch eine feine Längsfurche kenntlich gemacht. Wir werden wohl nicht fehl gehen, wenn wir diesen mittleren unpaaren Teil der Gaumenplatte als den *Processus palatinus* des ursprünglich paarig angelegten *Praemaxillare* deuten und jenes Knochenpaar am Hinterende des Komplexes als *Palatina* ansprechen. Bei diesen ist noch an-

¹⁾ H. v. MEYER, Fauna der Vorwelt IV. 1859. S. 100. T. XXI. Fig. 1 u. 2.

zufügen, daß ihre schon genannten spitz nach hinten auslaufenden Hinterenden nicht mehr an der Bildung der eigentlichen Gaumenplatte beteiligt sind, sie werden jederseits von den mit Muttergestein erfüllten beginnenden großen Gaumengruben begrenzt; die schmalen von außen an diese Gaumengruben herantretenden Knochen-
spannen, die nach vorn in die Maxillaria überleiten, sind wohl als *Iugalia* zu deuten.

Die an der Bildung des Gaumens beteiligten Knochen sind ungemein zarte und papierartige dünne Platten; ausgesprochene Suturen sind nirgends festzustellen und die angenommenen Knochengrenzen lassen sich nur an seichten Furchen vermuten. An der Gegenplatte scheint außer den beiden das Mittelstück seitlich begrenzenden Lateralfurchen auch die Spur einer medialen Längsfurche angedeutet zu sein, welche auf der eigentlichen Platte nicht erkennbar ist.

Was die histologische Struktur der Knochen anlangt, so habe ich von der Gegenplatte einige Splitter losgelöst und Dünnschliffe anfertigen lassen. Dieselben zeigen die Knochengrundmasse von sehr zahlreichen Knochenkörperchen durchsetzt. Zu Vergleichszwecken fertiggestellte Präparate anderer Sauropsiden vom Schädel des *Pelecanus intermedius* FRAAS aus dem Obermiocän vom Ries und den Gaumenplatten von *Stenosaurus Aalensis* H. v. MEYER aus dem unteren Dogger von Aalen, und *Nothosaurus mirabilis* H. v. MEYER aus dem oberen Muschelkalk von Bayreuth weisen diesem bei unserer Form gewonnenen Bilde gegenüber keine größeren Unterschiede auf, nur die Schliffe von *Stenosaurus* und einer von *Nothosaurus* weisen verschiedene Havers'sche Kanäle auf; doch möchte ich diese Differenz für eine mehr zufällige halten.

Ein bei der Gegenplatte isoliert liegender Knochenrest, der überdies auch nicht durch gute Erhaltung ausgezeichnet ist, läßt keine einwandfreie Deutung zu, möglicherweise handelt es sich um den Teil einer Begrenzung eines Schädel-durchbruches.

Fragt man unter den Sauropsiden nach Formen, welche mit den oben beschriebenen Eigentümlichkeiten unseres Restes in Zusammenhang gebracht werden könnten, so sind, was die Bezahnung anlangt, die permischen Mesosauria zu nennen, die allein unter allen Reptilien den nämlichen Besatz der Kiefer mit ebensolchen Bürstenzähnen aufzuweisen haben; auch hat ihr Schädel eine ähnliche zugespitzte dreieckige Gestalt, wenn er auch bei weitem nicht an den enorm verlängerten vorderen Gesichtsschädel unserer Form herankommt. Was den Gaumen der Mesosauria selbst anlangt, so stützen sich alle diesbezüglichen Angaben bei der im allgemeinen recht mangelhaften Erhaltung der leicht gebauten Mesosaurier-Schädel in der Hauptsache auf die Angaben SEELEYS¹⁾ bei *Mesosaurus tenuidens*: „it (sc. the palate) is completely closed, without indication of any vacuity, two elevated ridges nearly parallel to each other and close together extend along its length and converge backward. There is a possibility that these ridges carried single rows of teeth like the teeth on the palate of Pareiosaurus, as the impression from the cast shows at regular intervals a few white dots along each ridge. The ridges become more elevated at the back of the palate and diverge outward and backward in a Vshape to the articular region, which is strongly suggestive of the pterygoid bones abutting against the basi-sphenoid.“ Aus diesen Beobachtungen SEELEYS geht nun aber hervor, daß der Gaumen von *Mesosaurus*, der, wenn die Angaben SEELEYS richtig sind, noch große Ähnlichkeit mit der Schädel-

¹⁾ SEELEY H.G., The Mesosauria of South Africa. Quarterly-Journ. Geol. Soc. London 42. 1892. S.591.

unterseite der Cotylosaurier besitzt und wie diese häufig auf dem Gaumen selbst zwei Zahnreihen aufzuweisen hat, völlig abweichend von dem unseres Tieres gebaut ist, daß also eine nähere Verwandtschaft trotz der so ähnlichen gemeinsamen Zähne nicht in Frage kommen dürfte. Auch ein weiterer Umstand ist hier in Erwägung zu ziehen, daß bis jetzt in den oberjurassischen Schieferen Frankens noch keinerlei Spuren der so charakteristischen Rippen und Wirbel von Mesosauriern oder mesosaurierähnlichen Tieren aufgefunden worden sind, die doch eher erhaltungsfähig gewesen wären als Schädelteile.

Ob unsere Form mit der Gattung *Ctenochasma*,¹⁾ die H. v. MEYER auf den Rest eines beträchtlich größeren Tieres aus dem ? Purbeck des Deister hin aufstellte, wirklich ident ist, wie es OPPEL annahm, wage ich nicht zu entscheiden, da mir das Original nicht zugänglich ist, doch halte ich es nicht für unwahrscheinlich, daß zum mindesten ein naher Verwandter vorliegt. Nach den Angaben v. MEYERS lag ihm bei *Ctenochasma Roemeri* der vordere Teil eines Unterkiefers vor, der eine unserem Reste ähnliche Bezahnung besitzt und überdies dadurch interessant ist, daß der Schnauzenvorderrand auch erhalten ist, der dem fränkischen Funde fehlt. Derselbe endigt nämlich nicht, wie vielleicht aus dem Verlaufe der Kieferränder zu erwarten wäre, spitz, sondern mit einer plötzlichen leichten Rundung, die nach H. v. MEYERS Angaben reicher und mit stärkeren Zähnen besetzt ist als der übrige Teil des Kiefers. H. v. MEYER ist auf Grund der Art der Bezahnung nicht geneigt, *Ctenochasma* mit den Crocodiliern in Beziehung zu bringen; ich kann mich auf Grund der Feststellungen bei *Ctenochasma gracile* seinen Ausführungen nur anschließen und verweise zu dem Zweck auf die oben gegebene Beschreibung der von der von den Crocodiliern abweichend gebauten Unterseite. Auf ein weiteres allerdings etwas oberflächliches Trennungsmerkmal sei kurz hingewiesen: Reste von an und für sich viel robuster gebauten Crocodilier-Schädeln sind in der Regel durch deutliche charakteristische Knochennähte ausgezeichnet — sie fehlen gänzlich bei den hier beschriebenen zarten knöchigen Resten.

Am Schluß seiner Bemerkungen über *Ctenochasma gracile* kommt OPPEL zu der Anschauung, daß derselbe auf Grund der Feinheit der dünnen Knochenwände und der Form des Schnabels, welche auffallend an *Pterodactylus longirostris* erinnern, sehr wahrscheinlich „zu der sich stets mehrenden Gruppe fliegender Wirbeltiere“ gehört, mit welchen H. v. MEYER auch den viel umstrittenen *Gnathosaurus subulatus* H. v. M.²⁾ — dessen Ähnlichkeit mit *Ctenochasma* OPPEL mit Recht betont — vergleicht. In der Tat sprechen die von OPPEL angeführten Punkte sehr für seine Annahme. Leider sind wir bei einem Vergleiche mit Schädelunterseiten von Flugsauriern nur auf ganz wenige Funde angewiesen, über deren Deutung die einzelnen Meinungen auch auseinandergehen. Unter den Rhamphorhynchoidea kommt hier vor allem das von A. S. WOODWARD³⁾ beschriebene und später durch F. PLEININGER⁴⁾ und Baron HUENE⁵⁾ kopierte Exemplar des Britischen Museums von *Rhamphorhynchus*

¹⁾ *Ctenochasma Roemeri*. Paläontographica II. Bd. 1852. Tafel 13 (nicht 12!) Fig. 6. S. 82.

²⁾ H. v. MEYER, Fauna der Vorwelt IV. 1859. S. 100. Taf. XXI Fig. 1 u. 2.

³⁾ WOODWARD A. S., On two skulls of the Ornithosaurian Rhamphorhynchus. Annals and Magaz. of Nat. Hist. Ser. 7. Vol. 9 1902. Fig. 1 S. 3.

⁴⁾ PLEININGER F., Die Pterosaurier der Juraformation Schwabens. Paläontographica 53. Bd. 1907. S. 295 Fig. 35.

⁵⁾ HUENE FR. v., Beiträge zur Kenntnis des Schädels einiger Pterosaurier. Geol. u. Pal. Abhandl. N. F. 13. (17) 17/1914. S. 64 Fig. 10.

Gemmingi in Betracht (Fig. 3 b), zu dem noch ein in der nämlichen Arbeit v. HUENES¹⁾ besprochenes Stück von *Rhamphorhynchus* sp. von dem nämlichen Fundort Solenhofen hinzukommt, das sich nun im Carnegie Museum in Pittsburg (Pa.) befindet (Fig. 3 a). Letzteres ist nach den Angaben v. HUENES durch bessere Erhaltung ausgezeichnet als das Londoner Exemplar und unterscheidet sich wesentlich von demselben in der Beschaffenheit der vorderen Gaumenpartie, außerdem wird die von WOODWARD mit großer Deutlichkeit eingetragene vordere Quernaht der Palatina durch v. HUENE als Bruch gedeutet. Welche der Angaben hier zutreffend sind, entzieht sich meinem Urteil, jedenfalls kann man aber aus den Abbildungen beider Stücke sowie aus der von der Schädelunterseite von *Scaphognathus Purdoni* NEWTON,²⁾ die sich nach v. HUENE³⁾ auf einen mit *Rhamphorhynchus* übereinstimmenden Bauplan zurückführen läßt, soviel entnehmen, daß die Schädelunterseite der Rhamphorhynchoidea von dem hier gegebenen Bilde von *Ctenochasma gracile* ziemlich abweicht, insofern vor allem bei ihm die Palatina nicht in die Mitte, sondern seitlich gelagert sind.

Was wir über die Gaumenseite der kurzgeschwänzten Pterodactyloidea des oberen Jura kennen, ist gleichfalls höchst unzureichend. PLEININGER⁴⁾ gibt an der Hand eines Exemplars und auf Grund seiner Beobachtungen bei *Pterodactylus Kochi* der Münchner Sammlung die Rekonstruktion des Gaumendaches eines Pterodactylus, läßt aber hierbei die Schnauzenspitze sowie die zahntragenden Kiefernänder beiseite. Es handelt sich bei diesem Exemplar um das Schädelfragment einer sehr langschnauzigen Art aus dem lithographischen Schiefer von Eichstätt (Fig. 2).

Hinter dem spitzen von den Praemaxillaria gebildeten Schnauzen-Vorderende verbreitet sich das Stück zu einer Gaumenplatte, in die median von rückwärts zwei Ausbuchtungen, in welchen PLEININGER wohl mit Recht die Austrittsstellen der inneren Nasenöffnungen sieht, hereingreifen. Soweit ich beurteilen kann, scheint dieser erhaltene Teil des Gaumens nur von den Maxillaria gebildet zu werden, doch möchte ich dabei betonen, daß die Verhältnisse hinten in der Mitte, wo ein kleiner Fortsatz die Ausbuchtungen hervorruft, etwas unklar sind. Soweit diese Teile bei *Pterodactylus* erhalten sind, haben sie ungemein große Ähnlichkeit mit der durch WILLISTON ausgezeichnet untersuchten⁵⁾ und auch von v. HUENE⁶⁾ abgebildeten Schädelunterseite des zahnlosen *Nyctosaurus gracilis* WILLISTON aus der oberen Kreide von Kansas (Fig. 4). Auch hier haben wir eine große Gaumenplatte, die nach der Anschauung WILLISTONS von den Praemaxillaria, den Pflugscharbeinen, den Maxillaria und hinten seitlich von den Palatina gebildet wird. Auch hier greift in die inneren Nasenöffnungen von vorne ein medianer Vorsprung herein, der, wie HUENE annimmt — Suturen fehlen nämlich —, von den Praemaxillaria gebildet wird, seitlich des Vorsprungs glaubt v. HUENE die Vomeris zu erkennen. Die Schädelunterseite

¹⁾ l. c. S. 63 Fig. 9.

²⁾ NEWTON E. T., On the skull, brain, auditory organ of a new species of Pterosaurian (*Scaphognathus Purdoni*) from the upper Lias near Whitby Yorkshire. Philos. Transact. Royal. Soc. London. Vol. 179. 1888. T. 77 Fig. 4. S. 507 etc.

³⁾ l. c. S. 59 Fig. 2 u. S. 64.

⁴⁾ l. c. S. 295 Fig. 34.

⁵⁾ WILLISTON S. W., On the skull of *Nyctodactylus*, an upper cretaceous Pterodactyl. Journ. of Geology Vol. X. 1902. T. II Fig. 1.

⁶⁾ l. c. S. 58. Fig. 1 b.

von Pteranodon,¹⁾ wo ebenso Nähte nicht erkennbar sind, scheint ebenso ausgebildet zu sein, doch fehlt der bei *Nyctosaurus* und *Pterodactylus* genannte kleine Mittel-Fortsatz, der in die inneren Nasenöffnungen hereinspringt.

Wir haben demnach bei diesen kurzgeschwänzten Flugsauriern in der vorderen Partie der Schädelunterseite wie bei den langschwänzigen, abgesehen von der Bildung einer wohl durch die lange Schnauze notwendig gewordenen festen Gaumenplatte, im wesentlichen die gleiche prinzipielle Bauart, insoferne die Palatina an den Seiten ihren Platz haben, und es liegt also auch hier der gleiche Unterschied gegenüber *Ctenochasma* vor.

„In der Nähe der Medianlinie verlaufen zwei feine unter sich parallele Vertiefungen auf einem besonderen mittleren Knochenteil, welcher einige Ähnlichkeit mit dem Gaumen einer *Ardea* besitzt . . .“ sagt weiter OPPEL in seiner Beschreibung des Fundes. Durch die große Liebenswürdigkeit von Herrn Prof. Dr. ZIMMER und des Herrn Kustos Dr. HELLMAYR von der zoologischen Staatssammlung, denen ich auch an dieser Stelle für ihre vielseitige Unterstützung bestens danken möchte, wurde mir eine Reihe präparierter Reiher-Schädel zugänglich gemacht, die nicht nur einige, sondern in der ganzen Gestalt der Gaumenplatte eine ganz überraschende Ähnlichkeit mit unserem Funde offenbarten. Leider handelt es sich bei allen um erwachsene Exemplare, bei denen die einzelnen Elemente, welche die Gaumenplatte aufbauen, keinerlei Suturen mehr erkennen lassen (Fig. 6). Nach den Angaben SHUFELDT²⁾ entnehme ich, daß dieselbe aus der Vereinigung der Praemaxillarien und Palatina mit den plattenförmig verbreiterten Maxillarien hervorgeht; er schreibt nämlich: „The dentary processes of this premaxillary bone are directed backwards, with pointed apices to overlap the major part of the horizontal plate of each maxillary. Anteriorly, the palatina merge interceptibly into the premaxillary, rendering it impossible in the adult Heron to define the exact line of union, their inner margin also uniting with each other etc.“ Die Abbildung, die SELENKA³⁾ von einem nahen Verwandten, einem nestjungen Storche, gibt, dürfte abgesehen davon, daß sich hier die Palatina in der Mittellinie nicht vereinigen, ein annähernd ähnliches Bild, wie das eben geschilderte, geben (Fig. 5).

Bei dieser großen Ähnlichkeit, die vor allem darin besteht, daß die Palatina nicht wie bei den bis jetzt bekannten Flugsauriern seitlich, sondern median gelagert sind, findet sich aber auch hier ein Unterschied, nämlich daß bei *Ctenochasma* ein unpaarer Knochen, den ich, wie bereits erwähnt, als verschmolzene Praemaxillaria deuten möchte, von vorne zwischen die Palatina eingreift. Eine wirkliche Verwandtschaft mit *Ardea* und ähnlichen Formen erscheint unter den gegebenen Voraussetzungen ausgeschlossen und wahrscheinlich nur eine ähnliche Funktion der Gaumenseite hat eine ähnliche Gestaltung hervorgebracht.

Trotz der eigentümlichen vogelähnlichen Stellung der Palatina bei *Ctenochasma*, die zu einem diesbezüglichen Rückschluß sehr verlockend wären, können wir in Hinsicht auf die wenigen und zum Teil auch recht mangelhaften Vergleichsstücke von Schädelunterseiten von Flugsauriern und der unvollständigen Erhaltung

¹⁾ EATON G., Osteology of Pteranodon. Mem. of the Connecticut Acad. of Sc. Vol. II (New Haven 1910) T. 4 Fig. 2.

²⁾ SHUFELDT R. W., Osteology of the Herodiones. Annals of the Carnegie Museum Vol. I. 1901 bis 1902. S. 171.

³⁾ GADOW H. und SELENKA E., Vögel in Bronns Klassen und Ordnungen. 6. Bd. 4. Abt. 1. T. 3. Fig. 1.

von *Ctenochasma* einerseits, sowie der großen allgemeinen, längst bekannten, wohl auf konvergierender Ausbildung beruhenden Ähnlichkeit zwischen Flugsaurier- und Vogelschädel andererseits kein abschließendes Urteil abgeben, ob es sich bei *Ctenochasma* um einen Vogel oder Flugsaurier handelt. Jedenfalls stellt aber dieser Rest aus dem oberen Jura Frankens, den die vorliegenden Zeilen der Vergessenheit entreißen sollen, eines der wertvollsten Objekte unserer Staatssammlung dar und es ist nur zu hoffen, daß ein weiterer günstigerer Fund Aufklärung über diesen interessanten Sauropsiden gibt.

München, Juni 1917.

Tafel-Erklärung.

Fig. 1. *Ctenochasma gracile* OPPEL. Lithogr. Schiefer des oberen Jura von Solnhofen. A. Platte, B. Gegenplatte. Nat. Größe. (pmx. Praemaxillare, mx. Maxillare, pa. Palatinum).

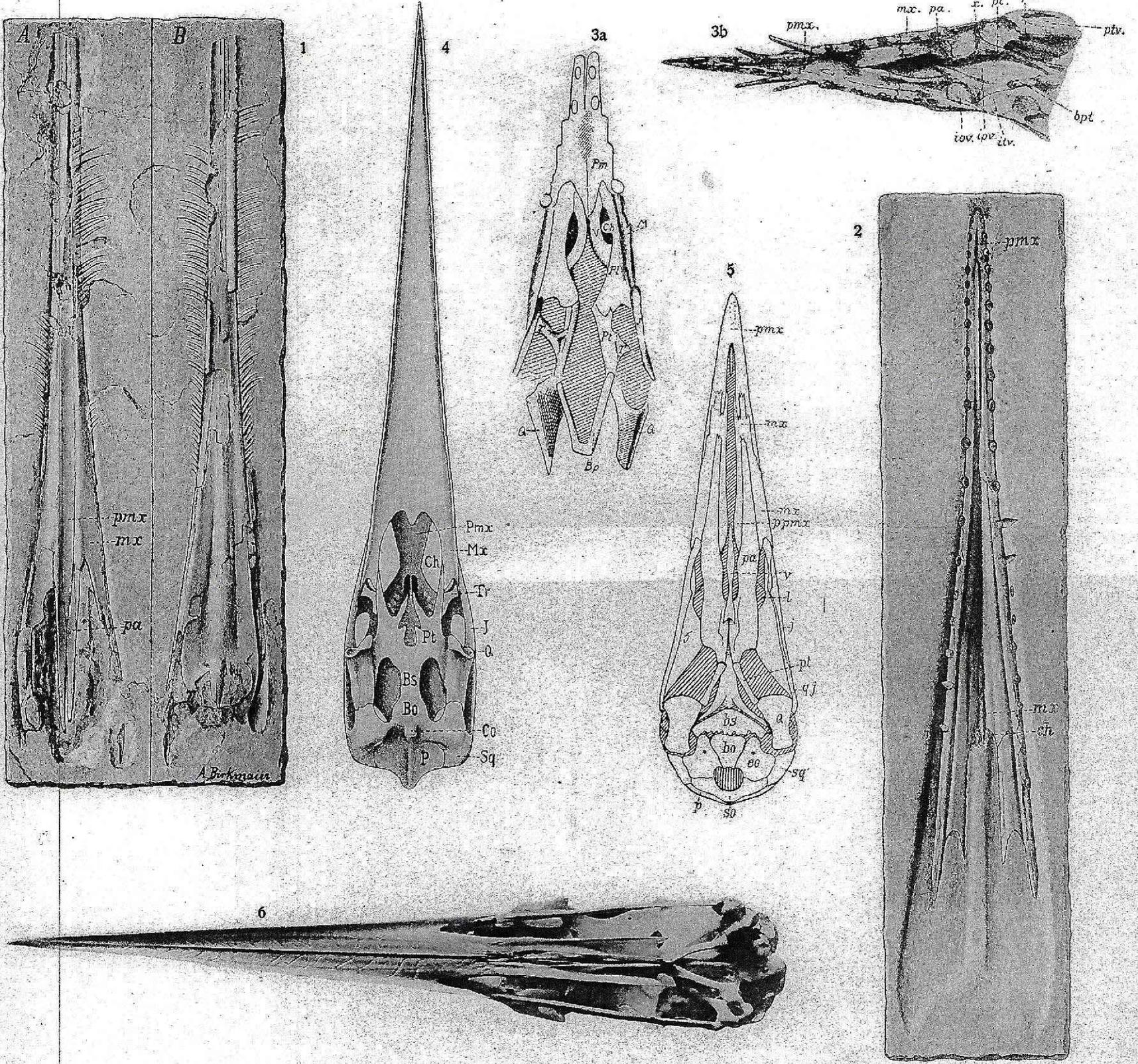
Fig. 2. *Pterodactylus* sp. Vordere Schädelpartie von der Gaumenseite. Lithogr. Schiefer von Eichstätt. Nat. Größe (Original zu PLIENINGER, Paläontographica 53. 1907. Fig. 35). pmx. Praemaxillare, mx. Maxillare, ch. Choane.

Fig. 3. a) *Rhamphorhynchus* sp. Gaumenseite. Lithogr. Schiefer von Solnhofen. Nach v. HUENE. b) *Rhamphorhynchus Gemmingi* H. v. MEYER. Gaumenseite. Von ebendort. Pm. (pmx.) Praemaxillare, M. (mx.) Maxillare, Pl. (pa.) Palatin, Pt. (pt.) Pterygoid, T. (x.) Transversum. V. Vomer, Q. (qu.) Quadratum, Ch. Choane, Bp. (bpt.) Process. basipterygoid, iov. Infraorbital-Öffnung, ipv. Interpterygoid-Öffnung, itv. Infratemporal-Öffnung, ptv. Posterotemporal-Öffnung. Nach v. HUENE und WOODWARD. Nat. Größe.

Fig. 4. *Nyctosaurus (Nyctodactylus) gracilis* MARSH. Ob. Kreide. Kansas. Schädelunterseite, deren Gaumenplatte nach WILLISTON von den Praemaxillaria, Vomeres, Maxillaria und hinten seitlich von den Palatina gebildet wird. Pmx. Praemaxillare, Mx. Maxillare, Tr. Transversum, J. Jugale, Pt. Pterygoid, Q. Quadratum, Bs. Basisphenoid, Bo. Basisoccipitale, C. Condylus, P. Parietale, Sq. Squamosum, Ch. Choane. $\frac{1}{3}$ nat. Größe. Nach WILLISTON.

Fig. 5. *Ciconia alba* L. Schädelunterseite eines nestjungen Vogels mit unvollständig geschlossener Gaumenplatte und erkennbaren Suturen von Praemaxillare (pmx), Maxillare (mx), dem Palatinfortsatz desselben (ppmx.), pa. Palatin. (v. VOMER, l. Lacrimale, j. Jugale, q. Quadratojugale, eo. Exoccipitale, so. Supraoccipitale, sonst wie oben.) Nat. Größe. Nach SELENKA.

Fig. 6. *Ardea cinerea* L. Schädelunterseite eines ausgewachsenen Individuums, auf der Gaumenplatte sind keine Suturen mehr erkennbar. Original in der Zool. Staatssammlung, München. Die einzelnen Regionen sind nach Fig. 5 erkennbar. Nat. Größe.



Über einige Kalksilikatefelse des Oberpfälzer Waldes.

Von

H. Laubmann.

Die sogenannte Phyllitzone, die in der Gegend von Wunsiedel im Fichtelgebirge den Granitkontakt begleitet, enthält neben den gut aufgeschlossenen und bedeutenden Einlagerungen von kristallinen Karbonatgesteinen recht häufig auch Butzen und Lager von Kalksilikatefelsen, die schon öfter Gegenstand von Untersuchungen waren. Neuerdings habe ich bei einem besonders günstig gelegenen Aufschluß, der unweit der Bahnstation Holenbrunn bei Wunsiedel beim Bau der Lokalbahn Holenbrunn—Selb in ziemlicher Ausdehnung freigelegt wurde, die Natur des Gesteines eingehend untersucht.¹⁾ Früher schon hat P. AUST²⁾ das lange als „Erlan“ bezeichnete Gestein von den verschiedensten Fundstellen der Umgebung von Wunsiedel petrographisch bearbeitet und die Vermutung ausgesprochen, daß dieser Gesteinstypus den von LOSSEN als „Kalksilikathornfels“ bezeichneten Vorkommnissen nahe steht. Tatsächlich stimmt denn auch der dort angegebene Mineralbestand, sowie die ganze Art des Vorkommens am Granitkontakt mit den am Holenbrunner Aufschlusse festgestellten Tatsachen so vollständig überein, daß ohne Zweifel auch diese sogen. erlanartigen Gesteine den Kalksilikatefelsen zuzurechnen sind.

Das Gleiche gilt auch von den Gesteinen der Acherwiese bei Schönbrunn, die bereits von AUST untersucht und später nochmals im Zusammenhang mit den dort auftretenden Mineralbildungen ausführlich von DÜLL³⁾ behandelt wurden. Ich habe neuerdings zahlreiche dieser Gesteine in Schlifften untersucht und ihre vollständige Übereinstimmung mit den Vorkommnissen von Holenbrunn festgestellt. Auch die Bildungen von der Acherwiese bestehen fast durchgehends aus Albit, Epidot und Diopsid, der zum Teil uralitisiert ist, denen sich sehr häufig etwas Vesuvian, Granat, Chlorit, Muskovit, Biotit, feinfaserige oder mehr nadelförmig entwickelte Hornblende und Reste von rhomboëdrischen Karbonaten beigesellen. Von Akzessorien ist neben Apatit eine auffallende Reichhaltigkeit von titanhaltigen Mineralien wie Titanit, Anatas und Rutil zu erwähnen. Sehr selten wurden kleine Nester von Turmalin beobachtet. Hin und wieder durchziehen Aplitadern das Gestein. Auch makroskopisch weisen die Gesteine die dichte Beschaffenheit und den splitterigen Bruch der Kalksilikatefelse auf und zeigen in ihren Färbungen,

¹⁾ Zentralbl. f. Min. etc. Jahrg. 1916, S. 346.

²⁾ P. AUST, Beiträge zur Kenntnis der metamorphen Kalke des Fichtelgebirges. Ing.-Diss. d. Univ. Erlangen. 1896.

³⁾ E. DÜLL, Gesteine und Mineralien der Acherwiese bei Schönbrunn im Fichtelgebirge. Beilage zum 8. Jahresbericht der Kgl. Luitpold-Kreisrealschule in München (1899).

ihrer gebänderten und gefalteten Textur die größte Ähnlichkeit mit dem Holenbrunner Gestein, so daß an der Identität beider Bildungen kein Zweifel bestehen kann.

Die Kalksilikatfelse sind dichte Gesteine von gleichmäßiger Beschaffenheit. Man beobachtet daher in ihnen nur selten einzelne besser ausgebildete Kristalle, zumal wo sie löcherig werden oder wo Reste von Karbonaten noch vorhanden sind. Ebenso erscheinen Neubildungen auf Adern und Klüften, welche diese Gesteine sehr reichlich durchsetzen. So ist das Vorkommen der Acherwiese seit langer Zeit schon als Lagerstätte interessanter Mineralien bekannt, die ebenfalls von DÜLL ausführlich beschrieben wurden. Es finden sich dort in den Hohlräumen des Gesteines besonders Epidot, Topazolith, Diopsid, Orthoklas, Albit und Bergkristall in zum Teil gut ausgebildeten Einzelkristallen wie auch in kleineren Kristalldrusen verhältnismäßig häufig, während körniger oder kristallographisch schlecht entwickelter Prehnit und Einlagerungen von trübem Opal zu den weniger häufigen Mineralneubildungen zählen.

Im Kalksilikatfels liegen ferner die altbekannten Vorkommen von Vesuvian am Otterbühl, 1 km nordöstlich von Göpfersgrün bei Wunsiedel und in weiterer Fortsetzung der beiden Kalkzüge des Fichtelgebirges über die böhmische Grenze hinaus, dasjenige von Haslau bei Eger, die beide von SEYFARTH¹⁾ eingehend bearbeitet wurden. Speziell steht das Göpfersgrüner Vorkommen lokal mit dem Holenbrunner Aufschlusse, wo ebenfalls Vesuvian allerdings nur in braunen Schnüren oder in nesterartigen Ansammlungen gefunden wurde, in unmittelbarem Zusammenhang. Die Fundstelle am Otterbühl liegt direkt am Granitkontakt und es wurde hier jedenfalls eine Kalklinse in Vesuvian umgewandelt, der dort sowohl in derben Massen wie auch in gut ausgebildeten Kristallen zu finden ist und hie und da von prismatisch entwickeltem, rauchgrauen Klinozoisit begleitet wird. Analog liegen die Verhältnisse bei Haslau, das schon von jeher durch seinen braunen schön kristallisierten Vesuvian, den sogen. Egeran bekannt ist.

In neuerer Zeit wurden bei Groß-Klenau unweit Tirschenreuth und in unmittelbarer Nähe von Pleystein im Oberpfälzer Walde einige weitere Aufschlüsse von Kalksilikatfels zugänglich, die bei ähnlichen Lagerungsverhältnissen sich durch eine zum Teil auffallend schöne Ausbildung ihres Mineralbestandes auszeichnen. Ihre eingehende Untersuchung erschien mir daher angezeigt.

Groß-Klenau.

Eine kleine halbe Stunde nördlich von Tirschenreuth in der Oberpfalz wurde in den Feldern, direkt südlich vor dem Örtchen Groß-Klenau, ein mittelkörniger gelbbrauner Granatfels mit massenhaften Kristallen von Kalkgranat gefördert, auf den ich erstmals von Herrn Apotheker LUKINGER in Tirschenreuth in dankenswerter Weise aufmerksam gemacht wurde. Die Umgebung des Gesteins besteht aus Gneiß, in welchem es einen länglichen Butzen bildet.

Das reichliche Untersuchungsmaterial, das zur Verfügung stand, stammte zum Teil von der Oberfläche, zum Teil aus geringer Tiefe des Ackers und war daher vielfach schon stark verwittert, verrostet und schmutzig graugrün gefärbt. Frische Gesteinsbrocken von hellbrauner Farbe ließen schichtenweise Lagen von Quarz und Granat deutlich erkennen. Von diesen beiden Hauptmineralien überwiegt

¹⁾ SEYFARTH, Der Egeran und die ihn begleitenden Kontakterscheinungen von Göpfersgrün und Haslau. Geogn. Jahresh. XXI. Jahrg. (1908) S. 97—135. München 1909.

weitaus der Granat, der meist in Rhombendodekaëdern von manchmal recht ansehnlicher Größe erscheint, die hin und wieder durch schmale Flächen des Ikositetraëders abgestumpft sind. Er schmilzt vor dem Lötrohre in der Platinöse bei Schmelzgrad 3 zu einem klaren, etwas dunkelgefärbten Glas, das unmagnetisch ist. Diesem Verhalten und seiner gelbbraunen Farbe nach dürfte es ein Kalktonerdegranat von mittlerem Eisengehalt, also Aplom, sein. Vielfach ist er verrostet und bildet dann hellbraune, leicht zerreibliche Massen, die das Gestein durchsetzen und mürbe und bröckelig machen.

Der Quarz dagegen tritt nur in körniger Ausbildung auf. Von weiteren Silikatmineralien konnte noch Vesuvian in kleinen vierseitigen, stenglichen, strohgelben, meist schon etwas zersetzten Säulen oder in strahligen Aggregaten von olivbrauner Farbe und selten noch Klinozoisit in spießigen, recht frischen prismatischen Kristallen von rauchgrauer Farbe beobachtet werden.

Als auffallende Erscheinung ist das Vorkommen von Scheelit zu erwähnen, der in pyramidalen, meist ziemlich schlecht begrenzten Kristallen auftritt. Außer durch seine äußere Erscheinung wurde er auch optisch sowie durch den chemischen Nachweis von Kalk und Wolfram identifiziert. In manchen der oberflächlich geförderteten Stücken kommt das Mineral immerhin in einiger Menge vor und ich halte es nicht für ausgeschlossen, daß eine Aufschließung dieses Vorkommens in größerer Tiefe reichlichere Funde bieten wird.

Die mikroskopische Untersuchung einer Anzahl Schliffe bestätigte und erweiterte den makroskopischen Befund. Der Granat, der durchgehends als Hauptmineral auftritt, ist zum Teil kristallographisch gut begrenzt, optisch etwas anormal und reich an Einschlüssen, von denen Fetzen von Epidot und Klinozoisit und größere zusammenhängende Partien oder ziemlich gut begrenzte Einzelindividuen von Diopsid sicher festgestellt werden konnten. Diese Einschlußmineralien werden häufig von massenhaft auftretenden, meist bräunlich gefärbten Körnern oder radialstrahlig ausgebildeten rostfarbenen Aggregaten begleitet, die jedenfalls aus der Zersetzung von Schwefelkies hervorgegangen sind.

Der Quarz, der auch mikroskopisch mehr zurücktritt und meist grobkristallinische Lagen zwischen den gut ausgebildeten Granatkristallen bildet, ist reich an Flüssigkeitseinschlüssen, die zur Richtung der Einlagerung meist annähernd quer verlaufen, und zeigt eine intensiv verzahnte Struktur. Er ist optisch nicht ganz einheitlich und durch Spannung etwas gestört. Auch in ihm treten neben den oben erwähnten stark lichtbrechenden und bräunlich gefärbten Pigmenten, die meist schärfer umrissen sind, noch Einschlüsse von gewöhnlich kristallographisch gut begrenztem Diopsid häufig auf. Aus dem Quarze heben sich ferner die eingewachsenen Individuen oder Fetzen des Scheelites durch ihre starke Lichtbrechung deutlich ab.

Hin und wieder sind im Schliche neben körnigen Aggregaten von Klinozoisit reichliche Überreste von rhomboëdrischen Karbonaten, selten auch in spitzrhomboëdrischer Ausbildung, zu konstatieren.

In dem Schliche des schmutzig graugrünen, stark zersetzten Gesteines überwiegt strahlige grüne Hornblende neben größeren Mengen von Klinozoisit und Epidot, die miteinander verwachsen sind, und Körnern von Diopsid. Auch hier ist der Quarz und der mehr zurücktretende Granat reich an Einschlüssen. Eine Quarzader, die Fetzen von serizitisiertem Feldspat und Zirkonkörnchen führt, deutet auf aplitische Injektion. Das ganze Gestein ist imprägniert mit Kristallen und Körnern von Titanit.

Die merkwürdigste Erscheinung des Groß-Klenauer Kalksilikاتفelses ist jedenfalls das Vorkommen von Scheelit, wofür es allerdings auch sonst Beispiele gibt. Dem Oberpfälzer Vorkommen petrographisch und geologisch besonders ähnlich ist ein Granاتفel von der Hohen Waid¹⁾ im Odenwald, welcher ebenfalls Scheelitkriställchen enthält. Etwas häufiger ist das Mineral in den Silikاتفelsen, welche im Gebiete der Zinnerzformation auftreten. So ist z. B. in den entsprechenden Gesteinen bei Schwarzenberg²⁾ im sächsischen Erzgebirge Wolframit seit langer Zeit bekannt und neuerdings wurden im Granاتفelse auf der Grube Gelbe Birke³⁾ auch schöne Scheelitkristalle gefunden.

Ähnlich ist das Vorkommen von Pitkäranta im Kirchspiel Impilax in Finnland,⁴⁾ wo im Granاتفel neben Zinnerz und Molybdänglanz auch Scheelit vorkommt. Es mag hier angefügt werden, daß der mit den Wolframmineralien gewöhnlich verbundene Molybdänglanz überhaupt häufiger in körnigen Kalken und in den mit diesen zusammenhängenden Granاتفelsen auftritt; er ist in diesen Gesteinen besonders bekannt von der Bangertshöhe bei Auerbach a. d. Bergstraße, von Orawicza in Ungarn und mehreren Fundorten in Finnland und auf Sardinien.

Die Kalksilikاتفelse von Pleystein.

Im Gneißgebiete von Pleystein, das auffallend reich an Pegmatitgängen ist, finden sich in der nächsten Umgebung des Ortes auch einige Einlagerungen von Kalksilikاتفel, die durch schöne Ausbildung von Granat und Vesuvian besonders ausgezeichnet sind. Sie wurden von dem um die mineralogische Kenntnis der dortigen Gegend erfolgreich bemühten Herrn Pater HIERONYMUS WENZEL in Pleystein aufgefunden, der mich in dankenswertester Weise auf dieselben aufmerksam machte. Es sind zwei Fundstellen, die räumlich nicht so weit auseinanderliegen, daß nicht die Annahme eines lokalen Zusammenhanges sehr wahrscheinlich wird. Vielleicht sind sie auch identisch mit den in der GÜMBEL'schen Karte (Blatt Waidhaus) eingezeichneten Vorkommnissen von Hornblendgestein, das in dieser Richtung auftreten soll.

Das eine Vorkommen findet sich nordwestlich von Pleystein im Flurbezirke Steinach oberhalb der am Sträßchen durch das Zott-Tal liegenden Pingermühle, wo aus den Feldern Material zur Straßenbeschotterung zutage gefördert wurde. Die Gesteine zeichnen sich im großen und ganzen durch besondere Frische aus und sind bei vorherrschendem Granat mehr hellbraun, bei Überwiegen von Vesuvian mehr grünlich gefärbt, oder durch Hornblende dunkelgrün. Außerdem beobachtet man noch Diopsid, Klinozoisit, sowie in Nestern etwas Feldspat und Quarz. Ihre Ausbildung ist sehr wechselnd, da die Mineralien in recht ungleichmäßiger Verteilung und verschiedenster Korngröße nebeneinander vorkommen. Dazwischen treten Höhlungen auf, welche von gut ausgebildeten Kristallen erfüllt sind und die an der Oberfläche anstehenden Teile sind ganz zellig zerfressen und sehen dann auch rostig aus.

Der mikroskopische Befund einer Anzahl Schliche ergab als Hauptbestandteile Quarz, Granat und Vesuvian, ferner reichliche Mengen von Diopsid, Klinozoisit mit

¹⁾ BENECKE und COHEN, Geognostische Beschreibung der Umgegend von Heidelberg S. 27—28.

²⁾ BECK, Lehre von den Erzlagerstätten. 1901. Bd. I. S. 124 u. f. STELZNER-BERGEAT, Die Erzlagerstätten. 1904—1906. S. 1137—1138.

³⁾ BERBERICH, Scheelit von Gelbe Birke bei Schwarzenberg. Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenwesen im Königreich Sachsen. Jahrg. 1914, S. 52.

⁴⁾ KOKSCHAROW, Materialien zur Mineralogie Rußlands II, 271.

Epidot, sowie etwas Kalkspat. Diese Bestandteile sind in ganz unregelmäßigen Fetzen durcheinander gemengt, wobei der meist optisch ziemlich isotrope Granat etwas größere lappige Partien bildet, in denen Quarz, Klinozoisit und Diopsid als Einschlüsse sitzen; Kalkspatadern durchziehen ihn öfter und zerlegen ihn manchmal in zerfressen aussehende Fetzen. Der Vesuvian ist optisch negativ, mit ganz normalen Interferenzfarben und zeigt prismatische, öfter radialstrahlige Ausbildung. Der Klinozoisit ist stets zonar aufgebaut und bildet in der Hauptsache ganz unregelmäßige Fetzen zwischen den übrigen Gemengteilen, die stellenweise auch etwas stärker doppelbrechend sind, gewöhnlich aber das tiefe Preußischblau und Gelb zeigen, die für dieses Mineral so bezeichnend sind. Der Diopsid bildet mehr kleinere, aber sehr zahlreiche rundliche Körner, die auch als Einschlüsse in den übrigen Bestandteilen vorkommen. Manche, besonders die Hornblende-reicheren Teile des Gesteines, sind auch ziemlich reich an Feldspat, der hier stets trüb und serizitisiert und meist sehr wenig deutlich zwillingslamelliert ist. Nach seiner tafeligen Ausbildung, der hohen Auslöschungsschiefe und starken Lichtbrechung zu urteilen, gehört er zum Labrador. Außerdem erscheint viel klarerer Plagioklas in den Kristallnestern des Gesteines, welcher aber viel schwächer lichtbrechend ist und eine sehr geringe Auslöschungsschiefe hat; letzterer ist vermutlich Oligoklas.

In den Feldspat-reichen Anteilen tritt auch noch reichlich Augit auf, der vielfach und in größeren Partien in grüne faserige Hornblende umgewandelt ist. Diese Uralitisierung ist stellenweise in schönen Pseudomorphosen zu beobachten. An Akzessorien finden sich auch hier wieder tafelförmiger Apatit, der im Quarz und Feldspat sitzt, sowie Nester von spitz ausgebildeten Kristallen von Titanit, die das ganze Gestein häufig durchsetzen.

Der Granatvesuvianfels von Steinach-Pingermühle ist auch ziemlich drusig ausgebildet und führt dann auf den Hohlräumen von gut kristallisierten Mineralien in erster Linie den Vesuvian, der in oft zentimeterlangen schön entwickelten, glasglänzenden Kristallen von grünlichbrauner Farbe, die auch zu Drusen vereinigt sind, aufgewachsen ist. Sie zeigen ein stark gestreiftes Prisma mit der Basis. Außerdem beobachtet man das Mineral noch in radialstrahligen Rosetten, ähnlich wie zu St. Christoph bei Breitenbrunn im Erzgebirge.

Lichttrötlicher Hessonit bildet manchmal über 1 cm große, meist aber kleinere Kristalle, ziemlich glänzende Dodekaëder mit einer Kantenabstumpfung durch Flächen des Ikositetraëders, hin und wieder auch mit kleinem Pyramidenwürfel.

Von sonstigen makroskopisch deutlichen Mineralien sind noch Klinozoisit und Diopsid zu erwähnen. Der erstere hat sich in den Höhlungen der Hornblende-reichen Partien des Gesteines in schwach bräunlichen oder grünlichen, hin und wieder auch fast farblosen und glasglänzenden kleinen Kristallen von säulenförmigem Habitus angesiedelt, die durch ihre optischen Eigenschaften, besonders die charakteristischen blauen Interferenzfarben, leicht festzustellen sind. Der Diopsid hingegen bildet kleine kurzprismatische, fast farblose oder schwach grünlich gefärbte Kriställchen, welche neben und auf Granat und Vesuvian in den Drusenräumen des mehr dichten Kalksilikatkfelses sitzen und diesen Mineralien gegenüber zweifellos jüngere Bildungen sind. Häufig sind sie bedeckt mit winzigen Kristallen und Skelettformen von Titanit.

Die andere Fundstelle von Kalksilikatkfels ist der Bahneinschnitt Rehbühl, vom Bahnhof Pleystein aus der dritte Einschnitt in der Richtung Pleystein—Vohenstrauß. Dort steht an der linken Böschung das hellbräunliche Gestein an, in dem

schon mit unbewaffnetem Auge die beiden Hauptbestandteile Granat und Vesuvian festgestellt werden können, die neben Quarz und Klinozoisit in wechselnden Mengenverhältnissen das Gestein zusammensetzen und auf Hohlräumen zum Teil in recht großen Kristallen sichtbar sind. Das Gestein ist vielfach kavernös zerfressen und durch beginnende Verwitterung rostig oder von einer weißen bröckeligen Masse bedeckt. Die letztere enthält neben Feldspat, Quarz und Kaolin noch Asbest, Titanit, Zirkon und Apatit und ist wohl als Kluftausfüllung durch granitische Agentien anzusehen.

Der mikroskopische Befund einer Anzahl Schliffe ergab als auffällige Erscheinung einen großen Reichtum an Klinozoisit, der mit Epidot verwachsen, große zusammenhängende Partien bildet und durch die charakteristischen Interferenzfarben leicht festzustellen war. In gleich ausgiebiger Weise beteiligen sich noch Granat und Vesuvian, die ebenfalls in großen Aggregaten oder Fetzen zu beobachten sind, an der Zusammensetzung des Gesteines. Der Granat ist hier optisch anormal und durch schönen zonaren Aufbau ausgezeichnet. Dieser zeigt sich manchmal auch makroskopisch in der geradlinig zerfressenen Oberfläche mancher Granatindividuen. Das Mineral ist leicht zu einer unmagnetischen, grünlichgrauen Kugel schmelzbar und enthält nach der qualitativen Untersuchung Kalk, Tonerde und Eisen, ist also wieder Hessonit. Der Vesuvian ist optisch einachsigt, negativ, ohne anormale Interferenzfarben und hat eine Doppelbrechung ungefähr wie die des Apatites. Alle diese Bestandteile sind stark von Rost durchzogen; der Granat enthält auch noch ziemlich viele Einschlüsse von Klinozoisit und Epidot. Zwischen diesen Hauptbestandteilen treten nur hin und wieder Quarzkörner auf, die stark undulös auslöschen. Häufiger findet sich dieses Mineral in den Höhlungen des Gesteines in makroskopisch schlecht ausgebildeten Kriställchen.

Auch der Kalksilikatfels des Rehbühles enthält in Drusen ziemlich reichlich schöne Kristalle von Granat, in gut ausgebildeten lichtbräunlichroten glänzenden Dodekaëdern in Kombination mit oft gestreiftem Ikositetraëder und verhältnismäßig selten einem Pyramidenwürfel und Achtundvierzigflächner. An Schönheit der Entwicklung steht ihm der Vesuvian nicht nach, der sich auch hier wie bei Steinach häufig in bräunlichen Kristallen — gestreiftes Prisma und Basis — von recht ansehnlicher Größe findet. Hiezu kommt noch ziemlich viel seltener der Klinozoisit in glasglänzenden, rauchgrauen, prismatischen Kristallen.

Kalksilikatfelse von ziemlich grobkristallinischer Beschaffenheit und meist ähnlich drusig entwickelt, wie die hier beschriebenen, sind am Kontakt zwischen Kalk und Granit bekanntlich sehr verbreitet. In manchen Fällen mag es sich wohl um die einfache kontaktmetamorphe Umwandlung ursprünglich sehr unreiner Karbonatgesteine gehandelt haben; in weitaus den meisten Fällen aber tritt offenbar die Erscheinung einer stofflichen Beeinflussung des ursprünglich viel reineren Sedimentes durch die Kieselsäure und Tonerde enthaltenden Lösungen des granitischen Magmas hervor. Diese ergibt sich zum Teil schon aus dem verhältnismäßig hohen Eisengehalt der einzelnen Silikate, welcher auch in den hier beschriebenen Gesteinen gewöhnlich ist, und es ist wohl kein Zweifel, daß diese Bildungen durchaus ähnlicher Entstehung sind, wie die bekannten Silikatmassen des sogen. Skarns in der Umgebung der oxydischen Erzeinlagerungen im Kalk.

Wie man auch in diesen Skarnlagerstätten häufig die mannigfaltigsten Nebenprodukte der granitischen Agentien beobachtet — es sei hier nur an das Vorkommen von Ludwigit bei Morawicza erinnert —, so findet man auch in diesen Kalksilikatgesteinen mancherlei Neubildungen, die dem einstigen Sediment zweifellos fremd sind. Von den hier beschriebenen Bildungen ist in diese Gruppe der Scheelit von Groß-Klenau zu stellen, welcher zweifellos von juvenilen Agentien abgesetzt ist.

Diese Kalksilikاتفelse, von welchen einige besonders bekannte z. B. aus der Gegend von Wunsiedel im Fichtelgebirge und von Haslau in Böhmen schon ausführlich studiert worden sind, haben nun im südlichen Fichtelgebirge, im Oberpfälzer Wald und weiterhin auch im Bayerischen Wald eine sehr große Verbreitung. Aus letzterem Gebiet wären namentlich den hier beschriebenen, sehr ähnliche Vorkommnisse aus dem Passauer Graphitgebiet zu erwähnen, welche von anderer Seite im Zusammenhang mit neueren Beobachtungen in diesem Gebiete noch beschrieben werden sollen. Es ist wohl aber auch kaum zweifelhaft, daß viele der dichten Kalksilikاتفelse, wie sie z. B. von mir früher von Holenbrunn beschrieben wurden, ganz entsprechende Bildungen sind, wie auch ihr Vorkommen in der nächsten Nachbarschaft des Granites beweist; auch mineralogisch sind sie gleichfalls völlig übereinstimmend mit den hier betrachteten Gesteinen.

Es handelt sich also wohl um Bildungen, bei welchen granitische Agentien das ursprünglich reinere Karbonatgestein stark veränderten und an Stelle der kohlen-sauren Salze vor allem solche der Alumokieselsäuren zur Ausbildung brachten. Daher herrschen gerade in diesen Gesteinen die Mineralien der Granat-, Epidot- und Vesuviangruppe so sehr vor, neben welchen tonerdefreie Silikate, wie der Diopsid, verhältnismäßig untergeordnet sind.

München, Petrographisches Seminar der Universität, im März 1918.



Über Seeigel mit erhaltener Stachelbewaffnung aus dem Juraplattenkalk.

Von

Dr. Ludwig v. Ammon.

(Mit drei Textbildern.)

In meiner Arbeit über eine coronate Qualle (*Ephyropsites jurassicus*) aus dem Kalkschiefer (Geogn. Jahreshfte XIX, 1906, S. 173) habe ich gelegentlich der Aufzählung der Gesamtfauuna aus dem Gestein des Medusenlagers von Pfalzpaint unfern Kipfenberg bei Eichstätt (oberjurassischer Plattenkalk der Solenhofener



Fig. 1.

Pedina tenuispina nov. spec. — Plattenkalk, Pfalzpaint.

Schichten) auf eine neue, schöne Art der Seeigelgattung *Pedina* hingewiesen. Das Stück besitzt die Stachelbewaffnung noch erhalten und beansprucht deshalb besondere Beachtung, so daß sich eine Abbildung davon zu geben wohl rechtfertigt (s. Fig. 1, natürl. Größe). Das Stück ist von der Mundseite aufgedeckt. Die Schale hat einen Durchmesser von rund 10 cm. Die nähere Betrachtung ergibt die Einreihung in die genannte Gattung: die Art selbst ist aus unserem Frankenjura bisher noch nicht bekannt geworden; ich gebe ihr den Namen *Pedina tenuispina* nov. spec. In der Mundlücke gewahrt man Teile des Kiefergebisses. Die Täfelchen des Gehäuses sind dünn; einige davon sind durch den Gesteinsdruck etwas gegeneinander verschoben. Die Wärzchen, auch die Haupttuberkeln, sind sehr klein, deutlich durchbohrt, jedoch ungekerbt. Die Stacheln sind verhältnismäßig klein, schmal und dünn, von etwas verschiedener Länge, die bei den meisten etwa 1 cm beträgt; sie sind, wie die Betrachtung mit der Lupe lehrt, mit wenigen, aber scharf markierten Längsrippen versehen.

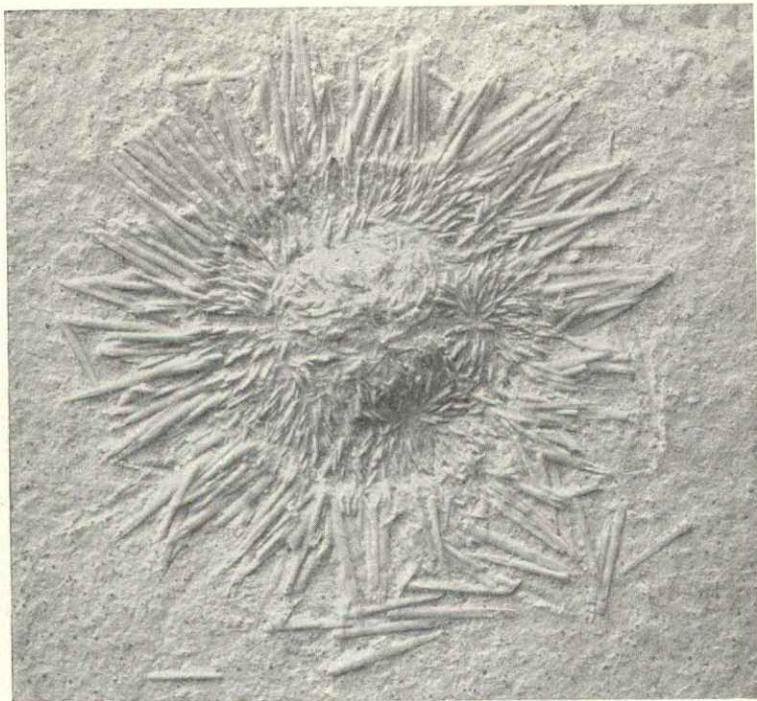


Fig. 2.

Pedina lithographica DAMES. — Plattenkalk, Jachenhausen.

Ein zweites schönes Stück eines Seeigels mit Stacheln aus den Solenhofener Schichten bringt die Figur 2 (gleichfalls in natürlicher Größe dargestellt) zur Schau. Es ist diejenige Echinitenform, die bisher in den Sammlungen und Listen von Versteinerungen aus dem lithographischen Schiefer meist mit der Bestimmung *Diploporidia Oppeli* DESOR versehen war (so auch an unserem Exemplar, von der Hand GÜMBELS selbst bemerkt), die aber neuerdings häufiger als *Pedina lithographica* DAMES bezeichnet wird. Der Fundplatz unseres Stückes ist ein Steinbruch bei Jachenhausen (nördlich vom Ort) in der Oberpfalz, etwa 15 km nordwestwärts von Kelheim entfernt. Das Exemplar zeigt sich so stark mit Stacheln bedeckt,

daß von der Schale selbst, die dem Beschauer die obere oder die Analseite zukehrt, gar nichts zu sehen ist. Deshalb kann hier über die Beschaffenheit der Warzen, der Täfelchen und die Ausbildung der Porenpaare nichts gesagt werden. Die Stacheln sind von verschiedener Länge, etwas komprimiert, langköpfig und scheinbar ganz glatt; bei starker Vergrößerung findet man aber gleichwohl an einigen Stellen eine Art Längsstreifung angedeutet. Die Länge der größeren Stacheln beträgt rund $1\frac{1}{2}$ cm, ihre Dicke etwa 2 mm.

Offensichtlich der Spezies nach mit dem Jachenhauser Stück identisch ist das von QUENSTEDT („Petrefaktenkunde Deutschlands“, Bd. III, Echiniden, tab. 73, Fig. 20, S. 337) abgebildete und kurz beschriebene, aber ohne Namengebung aufgeführte Exemplar eines Kelheimer Echiniten.

Ein drittes mir bekanntes Stück derselben Art, auch mit der Stachelbekleidung versehen, wird in der Paläontologischen Sammlung des Staates aufbewahrt. An diesem sind wohl kleine Schalenteile entblößt, aber das kreidige Material des weißen Gesteins erschwert sehr die feinere Beobachtung, namentlich auch betreffs Ausbildung der Warzen; Reste der Ambulakralporentäfelchen sind leider nicht erhalten. Als Fundort ist Solenhofen angegeben; das Aussehen des Gesteins läßt aber eher Kelheim vermuten. Das Stück ist als *Pedina lithographica* etikettiert und als Synonym ist *Diplopodia Oppeli* beigelegt.

Als ein viertes Exemplar der in Rede stehenden Art wird man, wie aus einer Mitteilung von DAMES hervorgeht („Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal.“ 1879, S. 729), ein Solenhofener Stück ansehen können, das sich im Besitze der Berliner Paläontologischen Sammlung befindet.

In der Literatur wird die *Diplopodia Oppeli* außer von Kelheim noch von Zandt unfern Kipfenberg bei Eichstätt und von Solenhofen angegeben. Letztgenannter Fundort bei Sammlungstücken erstreckt sich übrigens häufig auf Fossilien aus dem Plattenskalk überhaupt, auch wenn solche nicht gerade aus dem engeren Gebiet dieser Lokalität stammen.

DAMES, welcher übrigens die *Diplopodia Oppeli* nicht erwähnt, hat jenem Berliner Exemplar den Namen *Pedina lithographica* gegeben. Die Zuteilung zu *Pedina* erscheint allerdings beim ersten Blick nicht gerade besonders wahrscheinlich. Die Stacheln dieser Gattung zeigen, worauf auch DAMES (loc. cit. S. 728) hinweist, eine Längsstreifung, während die Berliner *P. lithographica* nach den eigenen Worten des genannten Autors fein gezähnelte Rippen an den Stacheln sicher nicht hat. An unserem Jachenhauser Exemplar sind die Stacheln auch scheinbar glatt, doch läßt sich bei sehr genauem Nachsehen eine Streifung nicht ganz verkennen. Ich wollte hinsichtlich der Bestimmung ursprünglich dem von DESOR aufgebrauchten Namen als dem offenbar älteren den Vorzug geben, ohnedem derselbe in der Literatur schon Verbreitung gefunden hat, doch glaube ich jetzt den von DAMES aufgestellten wählen zu sollen. Über die generische Bezeichnung kann nur dann Entscheidendes gesagt werden, wenn gut erhaltene Partien der Schale bloßgelegt sind. Solche Stücke der im allgemeinen nicht besonders seltenen Spezies werden mit der Zeit wohl noch gefunden werden. *Diplopodia* gehört zum Formenkreis des Genus *Pseudodiadema*, womit manche Autoren jene Gruppe direkt vereinigen. Zur Einreihung in diese Formen müßten die Warzen gekerbt sein. Nun spricht DAMES davon, daß, abgesehen von einer Verschiedenheit in der Verteilung der Haupttuberkeln, eine auffallende Übereinstimmung seiner *lithographica* mit einer aus dem Corallien bekannten *Pedina* bestehe: sonach wird er jedenfalls die Warzen als ungekerbt erkannt haben.

Da außerdem der DESOR'sche Name nur ein Manuskript- oder gelegentlich gebrauchter Sammlungsname zu sein scheint, dürfte es sich empfehlen, für unsere Seeigelart — wenigstens vorderhand — die von DAMES aufgestellte Bezeichnung anzunehmen.

Da mir weiters ein Stück eines Seeigels mit wenigstens teilweise an der Schale erhaltenem Stachelapparat aus dem gleichen Schichtenkomplex (Plattenkalk des weißen Jura) vorliegt, will ich ebenfalls dessen Abbildung (Fig. 3, natürl. Größe) hier beifügen, ohne mich übrigens mit dem Exemplar selbst eingehender beschäftigen zu wollen. Das Stück stammt aus der Gegend von Eichstätt. Die etwas über 3 cm große Schale ist von der Mundseite aus entblößt. [Aus der Peristomlücke schaut

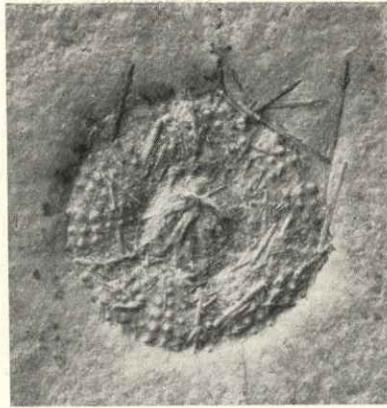


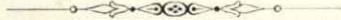
Fig. 3.

Seeigel mit teilweise erhaltener Stachelbedeckung. — Plattenkalk, Eichstätt.

das ziemlich gut erhaltene Kiefergebiss heraus. Die Hauptwarzen sind von mäßiger Größe, deutlich durchbohrt, eine Kerbung kann nicht wahrgenommen werden. Die Stacheln sind dünn, sämtlich (auch die kleinsten) längsgestreift, die größeren erreichen eine ziemliche Länge. Das Stück dürfte der Art nach wohl identisch sein mit dem aus dem Plattenkalk, also aus gleichalteriger Bildung, von Kelheimwinzer von AUG. BÖHM und LORÉ (Palaeontographica XXXI, 1885) in ihrer Arbeit über Echinoideen (Die Fauna des Kelheimer Diceraskalkes, III) Seite 213 besprochenen und auf Tafel XVII Fig. 11 bruchstückweise abgebildeten Exemplar von *Pseudodiadema*, sp.? In der Beschaffenheit der Stacheln besteht völlige Übereinstimmung. Auch im Ambulacrum meint man eine ähnliche Anordnung der Warzen, dem Bilde a der Fig. 11 entsprechend, zu erkennen; allerdings erschweren dabei die zahlreichen, auf der Schale liegenden kleinen Stacheln die schärfere Beobachtung. Die Interambulacralfelder haben gleichfalls breite und niedere Tafeln; an unserem Stück finde ich mehr Tuberkelreihen vor als jene Autoren angeben, doch könnte das darauf zurückzuführen sein, daß diese eine andere Partie des Interambulacrums, vielleicht von der Oberseite der Schale genommen, vor sich hatten. Ihre Bemerkung in Bezug auf die dichtgedrängten ungejochten Porenpaare, die von einem etwas erhabenen Rand umgeben sind, trifft auch hier zu. Trotz des im allgemeinen pseudodiademenartigen Habitus möchte ich aber auf unsere Form den angezogenen Gattungsnamen nicht anwenden, einmal weil die Ambulacra von verhältnismäßig

geringer Breite (gegen 5 mm, Interambulacrum etwa $1\frac{1}{2}$ cm) sind und vor allem, weil an den Warzen keine Kerbung, worauf auch die beiden Autoren für das Kelheimer Stück hinweisen, vorhanden ist.

Zum Schluß dieser Notiz sei noch bemerkt, daß sich das in Fig. 1 abgebildete Exemplar in der Paläontologischen Staatssammlung, das der Fig. 2 in der Geologischen Sammlung der Technischen Hochschule und das der Fig. 3 in der Sammlung der Geologischen Landesuntersuchung (Geognostischen Abteilung des Oberbergamtes) befindet.



Über fossilführende rhätische Mergel am Hochkalter.

Von

O. Schlagintweit,

Würzburg.

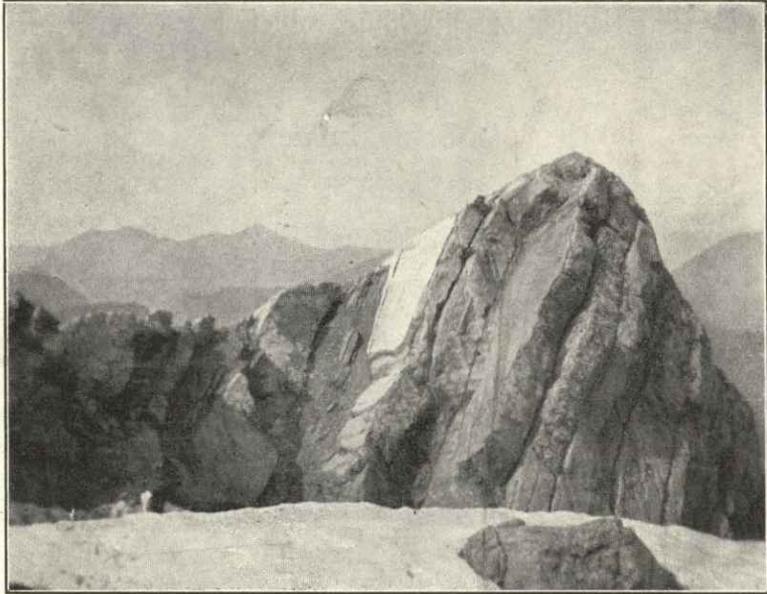
(Mit einem Textbild.)

In allen Gebieten, in denen mit oder in der norischen Zeit die Dachsteinkalkfazies Platz greift, spielt die Frage nach dem Anteil des Rhäts an dieser Kalkentwicklung eine Rolle. Sichere Belege für die Fortdauer des Kalkabsatzes in der rhätischen Zeit sind meist nur dort gegeben, wo sich zwischen die Dachsteinkalkbänke fossilführende Mergel oder tonige Kalke zwischenschalten.

Ohne solche zu kennen hat GILLITZER („Geol. Aufbau des Reiteralgebietes im Berchtesgadener Land“, Geogn. Jahresh. XXV, 1912, S. 180) für die obersten Lagen des Dachsteinkalkes der Hochkaltergruppe rhätisches Alter sicherstellen können. Er traf im Nordhange der Schärtenspitze im Dachsteinkalk Nester von *Rhynchonellina juvavica* BITTN. F. HAHN fand an der Schärtenspitze („Geologie des oberen Saalachgebietes zwischen Lofer und Diesbach“, Jahrb. k. k. geol. R.-A., 63, 1913, S. 10) „in dünnplattigen, rauhfächigen Kalken neben zahlreichen Lamellibranchiatenresten eine hübsche *Spiriferina Jungbrunensis* PETZ“. GÜMBELS Angabe („Geogn. Beschr. d. Bayer. Alpengebirges“ S. 385) von *Gervillia praecursor*, *Lima praecursor* und *Pecten semipunctatus* neben *Rissoen* im Gipfelkalk des Hochkalter wird weder von HAHN noch von GILLITZER verwertet.

HAHN kommt für den „tirolischen“ Dachsteinkalk der Loferer Steinberge, des westlichen Steinernen Meeres, der Hochkalter- und Watzmanngruppe zu dem Schluß, daß „wirklich ein nicht zu vernachlässigender Teil dieses Dachsteinkalkes rhätischen Alters ist“. Beweis: Die Funde an der Schärtenspitze und, weiter westlich, in den Bergen beiderseits der Saalach Funde von *Avicula contorta* am Gipfel des Vorderen Ochsenhornes „in einer gelblichen Lumachelle“, von *Terebratula pyri-formis* „in gelbbraunen mergeligen Kalken“ an verschiedenen Stellen der Fußsteinwände und einer Kössener Fauna „in buntfarbigem, brekziösen Mergelkalk“ in der Nähe des Luftensteinpasses. Diese fossilführenden Bänke, sowie fossilieere Mergelbänder treten im Saalachgebiete als Zwischenlagen zwischen den Kalkbänken auf, „Einschaltungen vom Starhembergtypus“. „Immer häufiger werden nach oben auf den Schichtfugen der einzelnen $\frac{1}{2}$ bis 5 m dicken (Dachstein-) Kalkbänke tonige Häute und Schmitzen, gar oft treten nun lange Schnüre und Bänder bunten Mergelkalkes auf, aber immer wieder legt sich eine neue Lage des massigen Kalkes darauf; vergebens sucht man nach mächtigeren Kössener Schichten“.

Ich habe nun vor einigen Jahren am Hochkalter fossilführende Kalkmergel angetroffen, viel mächtiger, als sie nach den Schilderungen HAHNS aus dem benachbarten Gebiet zu erwarten gewesen wären, und überraschend deshalb, weil GILLITZER und HAHN als Beweis für das rhätische Alter der obersten Teile des Dachsteinkalks der Hochkaltergruppe nur die Funde an der Schärtenspitze, aber keine Mergellager kennen.



Rotpalfen (P. 2359) vom Süden.

Über den Dachsteinkalkplatten, die den Gipfel bilden, liegen zwei durch eine dicke Kalkbank getrennte Mergelkomplexe.

Steigt man vom Hochkalter über den Nordgrat ab, so trifft man von der ersten Scharte zwischen Hoch- und Kleinkalter bis zum Rotpalfen (P. 2359 des topogr. Atlases 1:50000) wiederholt Mergel und tonige Kalke mit Rhätfossilien. Im allgemeinen sinken die Schichten zum Hinterseer Tal ab, so wie HAHN es auf einem Profil vom Wimbachgries zum Kleinen Mühlsturzhorn dargestellt hat (Zeitschr. d. D.-Oe. A.-V. 44, 1914, S. 182). Doch komplizieren kleinere Störungen das einfache Bild. Am Rotpalfen ist eine kräftige Mulde vorhanden, von deren Nordflügel ich eine Ansicht beifüge. Diese soll vor allem die Mächtigkeit der Mergelbänke zeigen und daneben eine Vorstellung von der Intensität der Einmuldung geben.¹⁾

Was die Fossilführung betrifft, so fallen hier vor allem Lamellibranchiatenbänke von Kössener Typus auf, mit *Gervillia inflata* SCHAFH. und *Modiola minuta* GOLDF. Ich besitze ferner von dort *Cardita austriaca* HAUER und mehrere *Dimyodon*

¹⁾ Man kann aus dem Bilde auch das Schichtstreichen entnehmen. Links vom Rotpalfen sieht man in der Ferne Zwiesel und Hochstaufen. Die Blickrichtung der Aufnahme ist also ziemlich genau Nord. Die Schichten streichen demnach nordnordwestlich bis nordwestlich. Auf der GÜMBEL'schen Karte findet sich dieses Streichen in nächster Nähe eingetragen, offenbar für die Wasserwände geltend, und wir finden es auch an mehreren anderen Stellen des nördlichsten Teiles der Hochkaltergruppe, während im allgemeinen im gesamten übrigen Teil und auch am Fuße unseres Berges nordöstliches Streichen herrscht.

(*Plicatula intusstriatum* EMMR., sowie ein dünnplattiges Kalkbänkchen voll Terebratelschalen. Dies sind jedoch nur in der Eile entnommene Stichproben des dortigen Fossilreichtums. Es würde sich lohnen, dort länger zu sammeln. Mir war es damals nicht möglich.

Ich habe seinerzeit HAHN, den ich mit der Aufnahme der Hochkaltergruppe beschäftigt wußte, meine Beobachtungen zu weiterer Verfolgung zur Verfügung gestellt. Nachdem HAHN seiner Forschungstätigkeit durch einen allzufrühen Tod auf dem Schlachtfelde entrissen ist, gebe ich selbst diese kurze Mitteilung. Wenn meine Beobachtungen auch keineswegs erschöpfend sind, sondern der Ergänzung bedürfen, so ist dieses Vorkommen ansehnlicher fossilführender rhätischer Mergel wohl einer kurzen Bekanntgabe wert: Denn es handelt sich um eine Gegend, in der solche Lagen bisher unbekannt waren, ja man hatte nach den Mitteilungen von der Schärtenspitze vermuten dürfen, daß die weiter westlich zwischen den obersten Dachsteinkalkbänken vorhandenen Mergellagen nach Osten hin aussetzen würden.

Ob die Rhätmergel vom Rotpalfen weiter aushalten, ob sie bald wieder auskeilen, ob sie einer Abtragung zum Opfer gefallen sind, ob die Rotpalfenmulde sich weiter verfolgen läßt, ob sie aushebt oder verflacht, kann ich nicht angeben; es bedarf dazu weiterer Untersuchungen, die ich damals nicht anstellen konnte. Ich fand lediglich — zufällig — unterhalb der Scharte zwischen Vorderberghörnel und Eishörnel, oberhalb der „Totenlöcher“ der 1:50 000-Karte gelbliche tonige Kalke, die wohl dem gleichen, hier vielleicht schlechter entwickelten Komplex angehören. „Mit Fossilien“ sagt mein Notizbuch. Doch erinnere ich mich nicht mehr, ob ich dort gleiche Typen sah, wie am Rotpalfen; und was ich von dort mitgenommen, ist nur eine *Terebratula* sp., *Thecosmilia clathrata* EMMR. und *Thamnastraea rectilamellosa* WINKL. Dieses Vorkommen vermittelt örtlich zwischen dem Rotpalfen und den „rhätischen Lagen“, die HAHN (l. c. Karte) am Südwestrande der Hochkaltergruppe, nördlich der Kammerlingalm, bereits außerhalb der Begrenzung durch die Bindalm-Hundstotlinie, ausgeschieden hat.

Es erübrigt sich, ähnliche Verhältnisse, wie am Hochkalter, d. h. Mergellager zwischen den Dachsteinkalkbänken aus anderen Gebirgsgruppen anzuführen. Es genügt, auf die Zusammenstellung ARTHABERS in der *Lethaea geognostica* II. 1. (Trias) hinzuweisen. Doch sei hier besonders bemerkt, daß am Watzmann zwischen den Kalkbänken tonige dünne Lagen und Schmitzen, meist bunt, gelblich, grünlich und rötlich als Anklang an die Entwicklung am Hochkalter auftreten; man trifft sie nicht nur zwischen Mittelspitze und Schönfeldspitze (Böse, Zeitschr. d. D. Geol. Ges. 50, 1898, S. 510), sondern — auf dem üblichen Watzmannanstieg — auch kurz unterhalb des Hauses und zwischen Haus und Hocheck.

In der Hochkaltergruppe (GILLITZER S. 180—181, Böse l. c. S. 479—480) greift, wie anderenorts, der rote Adnether Lias auf unregelmäßiger Fläche in den Dachsteinkalk ein. In den Rhätmergeln werden genauere Studien vielleicht ein Mittel finden, Größen der vorhandenen Schichtlücken, wenigstens stellenweise, festzustellen.



Ergebnisse von Beobachtungen über die Entwicklung und Verbreitung der Quaderkalke im Oberen Hauptmuschelkalk von Unterfranken.

Von

Dr. Matthäus Schuster.

Über den Trigonoduskalk in Unterfranken, das wichtigste zu großornamentalen Bauzwecken in hervorragender Weise verwendete Gestein (sogen. Muschelkalk), haben sich in jüngerer Zeit O. M. REIS Geogn. Jahresh. 1909 XXII S. 10—21 und S. 24¹⁾ u. Zentralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1911 S. 180 und G. WAGNER Zentralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1911 S. 416 und in einer sehr eingehenden Spezialabhandlung in den Geol. u. Paläontol. Abhandlungen N. F. XII Bd. 1913 geäußert. Von praktischer und wissenschaftlicher Bedeutung ist sein plötzliches Auftauchen bzw. Verschwinden an der Obergrenze zwischen dem Oberen Muschelkalk und der Lettenkohle. REIS hat besonders darauf hingewiesen (vgl. 1909 S. 20—22), daß der Trigonoduskalk nicht nur Teile der sogen. Ostrakodenschichten bis zur Lettenkohle hinauf vertritt, sondern auch²⁾ tiefer gehend einen Teil der tieferen Semipartitus-Schichten einverleibt. In dem von ihm mitgeteilten Profil im Sommerhausener Graben (a. a. O. S. 22) rechnet er nicht nur von SANDBERGER nicht mehr zum Trigonoduskalk hinzugezogene tiefere Lagen noch herein, sondern weist auch auf das Vorhandensein einer noch etwas höheren Trigonoduskalk-artigen Bank hin.

Aus Rücksichten für die praktische Verwertung des Gesteins wurde das Studium der Trigonoduskalke (Quaderkalke) vom Verfasser 1914 im Dienstauftrag in Angriff genommen, konnte aber erst 1919 zu Ende geführt werden. Er untersuchte 150 Steinbrüche und nahm an die 80 maßstäbliche Profile auf, denen als objektive Belege über 40 Lichtbilderaufnahmen und gegen 150 Handstücke, meist von Quaderkalcken, zur Seite stehen. Der Ausarbeitung der Untersuchungsergebnisse gehen diese „Vorläufigen Mitteilungen“ voran.

Die Quaderkalke umfassen einen keil- oder zungenförmigen Bereich, dessen spitzes Ende etwa in der Mitte der Mainschlinge östlich von Würzburg liegt und der von dem Landstrich zwischen Rothenburg, Steinach, Uffenheim, Marktbreit, Effeldorf, Heidingsfeld und Kleinrinderfeld bei Würzburg gebildet wird. Genauer verläuft die Scheidelinie gegen die Normalausbildung des Hauptmuschelkalks: im Westen von der badischen Grenze in nördlicher Richtung nach Kleinrinderfeld, zieht von hier aus über Reichenberg, Randersacker zum Rothhof bei Rottendorf, wendet sich hier nach Südosten ungefähr über Effeldorf nach Marktbreit und zieht südöstlich in Richtung Steinach weiter.

Wesentlich Neues hinsichtlich der Abgrenzung der Quaderkalke von den quaderfreien Muschelkalkschichten gegenüber der schon lange bestehenden Ansicht und gegenüber den Untersuchungsergebnissen WAGNERS bringen die Beobachtungen des Verfassers nicht. Sicher festlegbar ist die Grenze nur in der Gegend von Kirchheim-Kleinrinderfeld, wo Verfasser im Jahre 1905 das rasche Auskeilen der Quaderkalke bei der geologischen Geländeaufnahme verfolgen konnte. Im übrigen Muschelkalkbereich ist die Grenzlinie zusammengestellt auf Grund der Nachbarschaft von natürlichen und künstlichen Tagaufschlüssen hier noch im Quaderkalk, dort schon in den normalen Hauptmuschelkalkschichten. In diesem Bereich kann die unterirdische Grenze in Wirklichkeit um einen bis zwei Kilometer um die angegebene pendeln. — Im Keupergebiet zwischen Effeldorf und der Gegend nördlich von Marktbreit mag die wahre Grenze um ein paar Kilometer von der angegebenen sehr unsicheren nach Norden, Westen oder Osten zu abweichen. Im Süden bilden die Höhen des Steigerwaldes die natürliche oberirdische Begrenzung und nach Südwesten zu setzen sich die Quaderkalke über die Grenze ins Württembergische hinein, vom Verfasser nicht mehr verfolgt, fort.

¹⁾ A. a. O. S. 24 unterste Zeile muß es heißen: S 14 Nr. 18a—c.

²⁾ G. WAGNER irrt, wenn er im Zentralbl. f. Min., Geol. u. Pal. auszusetzen hat, REIS fasse auch die über dem Trigonoduskalk von Randersacker liegende Bank (l. c. S. 10 Nr. 15—16) mit Brachiopodenfragmenten als die Bank mit fetten Terebrateln auf; wie a. a. O. aus S. 11 Abs. 3 und S. 20 Abs. 5 hervorgeht, schließt REIS sich gerade der Ansicht SANDBERGERS an, daß diese Bank daselbst dem Trigonoduskalk selbst einverleibt sei. (Anm. d. Schriftleitung.)

Der Quaderkalkbereich begreift — REISENS und WAGNERS Untersuchungen schon taten dies dar — nicht einen bestimmten Horizont der Quaderentwicklung, sondern die ganze Grenzregion des Muschelkalks zur Lettenkohle — angefangen von der Glaukonitgrenzbank mit dem Hauptbonebed bis gegen 15 m in die Semipartitusschichten des Hauptmuschelkalks herab — kann von der Quaderkalkentwicklung ergriffen werden, wobei schon auf kurze Strecken hin sich der Quadercharakter einzelner Schichten verschieden betonen kann.

Im allgemeinen lassen sich die Quaderkalke in zwei Gruppen einteilen, in eine Gruppe, in der die Quader in einer Schichtfolge von Kalkgesteinen auftreten (Kalkbereich) und in eine zweite, in welcher sie meist mit tonigen Schichten zusammen vorkommen (Tonbereich).

In dem zungenförmigen Verbreitungsgebiet der Quaderkalke bildet der Kalkbereich den Kern, der vom Tonbereich wie von einem umgekehrten U und zwar in Form einer etwa 7 km breiten Zone umgeben wird, die nur südwestlich von Marktbreit zu einer 12 km tiefen Bucht in den Kalkbereich hinein sich erweitert. Die innere Grenze des Tonbereichs wird sonach gebildet von einer Linie, die von der Landesgrenze westlich von Röttingen an den Main zieht, ihn zwischen Eibelstadt und Sommerhausen überschreitet, nördlich letztgenannten Ortes einen Halbkreis beschreibt und dann südöstlich nach Ochsenfurt streicht. Von hier aus wendet sich die Grenze scharf südwestlich nach Rittershausen, um dann über Bolzhausen östlich nach Hemmersheim bei Aub zu ziehen und über Kleinharbach, westlich von Adelshofen und östlich von Rothenburg in Richtung Gepsattel¹⁾ auszulaufen.

Die Abgrenzung der beiden Bereiche ist im tieferen Inneren der Quaderkalkverbreitung unsicher, in der Maingegend aber von größerer Bestimmtheit.

Zur Gruppe des Kalkbereichs gehören die Quaderkalke 1. von Rothenburg-Gepsattel-Diebach, 2. von Leuzenbrunn-Bettenfeld, 3. von Röttingen, Riedenheim und Aub, 4. von Tüchelhausen, Ochsenfurt-SW. und Sommerhausen.

Der Tonbereich, die zweite Gruppe, umfaßt die Quaderkalke 5. von der Gegend von Steinsfeld, Kleinharbach und Langensteinach, 6. von Gollachostheim, 7. von Bolzhausen und Hopferstadt 8. von Marktbreit und Ochsenfurt-SO., 9. von der Gegend zwischen Eibelstadt, Rottendorf, Randersacker, Rottenbauer und Lindflur, 10. von der Gegend von Kleinrinderfeld, Kirchheim, Gaubüttelbrunn und Bütthart.

Quaderbrüche im Kalkbereich unterscheiden sich von weitem schon durch die oft hohen, bis zu 15 m gehenden Wände, gegenüber den gewöhnlich ziemlich seichten Steinbrüchen im Tonbereich. Der Kalkbereich stellt eine Folge dar von kristallinen und dichten Kalken, von zwischengeschalteten Ockermergeln und in Ockerschiefern eingelagerten welligen Bänken, Linsen und Knollen von dichtem Kalk, mit nur wenig Toneinschaltungen. Wir befinden uns im Bereich der Semipartitusschichten des Oberen Hauptmuschelkalks. Die Quaderbildung ergreift besonders die tieferen Bänke der 3—15 m mächtigen Schichtenreihe, die in bis 7 m starken Quadern, feinkörnig-kristallinen Schalentrümmerbänken (Tüchelhausen), auftreten können. Örtlich sind die höheren Schichten selbst bis zum bonebedüberlagerten Kalk an der Grenze zur Lettenkohle zu allerdings nur bis 1,5 m mächtigen und von tonigen oder ockerigen, dünnen Lagen durchzogenen Quadern entwickelt (Gegend von Ochsenfurt-SW, Acholzhausen, Aub, Rothenburg). — Westlich von Rothenburg (Leuzenbrunn-Bettenfeld) lösen sich diese höheren Quader in ziemlich dünne Lagen von kariöslöcherig auswitternden Kalken auf. Im übrigen weicht die Rothenburger Kalkfazies von der allerdings räumlich ziemlich getrennten der unteren Tauber bei Röttingen ab, die stellenweise fremde Züge gegenüber der Ausbildung von Tüchelhausen und Sommerhausen trägt, in der Gegend von Aub aber in diese überleitet. Als bezeichnende Schicht der beiden letztgenannten Entwicklungen ist die „gänsäugige“ Bank der Steinhauer zu erwähnen, eine bis zu 1,50 m Mächtigkeit entwickelte Terebratelbank, strotzend von großen, fetten Terebrateln, die 1—2 m über den unteren Hauptquadern eingeschaltet ist.

Der Tonbereich umschließt die Schichten vom oft glaukonitischen Grenzalk mit dem überlagernden Hauptbonebed, an der Grenze zur Lettenkohlenstufe, abwärts durch die ein paar Meter mächtigen Tonschiefer und welligen Kalke der sogen. Ostrakodontone bis zu der unter diesen folgenden obersten Kalkbank der Semipartitusschichten.

¹⁾ Südwestlich und südlich davon, bei Lohr und Diebach, wird Quaderkalk durch Gebirgsstörungen nochmals an zwei Stellen aus der Keuperumgebung herausgehoben (vgl. Blatt Ansbach der Geogn. Karte 1:100 000 von Bayern). Ob der bei den Steinsalzbohrungen bei Schwelheim (vgl. Geogn. Jahresh. 1901 S. 61—62) festgestellte Mächtigkeitsunterschied von 9 m im obersten Oberen Muschelkalk auf Trigonoduskalk (und somit auf eine nördliche Umbiegung der Faziesgrenze) zurückzuführen ist, konnte damals leider nicht festgestellt werden.

Beide Kalkbänke können, jedoch in der Regel nicht zusammen, in Gestalt von bis einige Meter mächtigen Quadern entwickelt sein, und zwar teils als feinkörnige Schalentrümmersbank, teils zu schönem Kristallkalk spätig auskristallisiert, dem eigentlichen „Muschelkalk“ der Steinhauer, den sie von dem „Schaumkalk“ des Kalkbereichs scharf trennen.

Der Glaukonitgrenzkalk ist in Quaderausbildung vorzugsweise in der Gegend von Steinsfeld, Gattenhofen, Gickelhausen, Kleinharbach und Langensteinach verbreitet. Vereinzelt wurde weitab von diesem Gebiet eine quaderartige Ausbildung dieser Bank vorgefunden. So bei P. 240 südlich von Ochsenfurt (Topographische Karte 1:50 000, Blatt Würzburg-Ost) und südwestlich von Aufstetten bei Aub, an der Straße kurz vor dem Ort. Die Ostrakodontone fehlen an den genannten Stellen und der zum Quaderkalk gewordenen Grenzkalk, der von einem ansehnlichen Bonebed überlagert werden kann (Steinsfeld), liegt unmittelbar auf den Kalkbänken der Semipartitusschichten, die unweit der Vorkommen zu Quadern zusammengeschlossen sind.

Im übrigen Gebiet, wo der Glaukonitgrenzkalk durch die Ostrakodontone von den Semipartitusschichten getrennt ist, erreicht er, örtlich wohl noch anschwellend (nordöstlich von Eibelstadt in dem dortigen großen Bruch 1,30 m!), doch nicht mehr die Entwicklung zu dem Kristallquaderkalk der Steinsfelder Gegend. An seiner Stelle wird die erste Kalkbank der Semipartitusschichten unter den Ostrakodontonen zum Quaderkalk. Auf dem prächtigen, grobkristallinen Gestein gehen die großartigen Brüche um von Kirchheim, die Brüche von Kleinrinderfeld, von Bütthart, Gützingen, Gaubüttelbrunn, von Lindflur und Rottenbauer, von Randersacker, Rottendorf und Eibelstadt, von Ochsenfurt-SO., von Frickenhausen, Marktbreit, Gnodstadt, von Bolzhausen-Hopferstadt und von Lipprichshausen-Gollachostheim; er nimmt also die weitaus größte Verbreitung im Gebiete des Tonbereichs ein.

Die voneinander abweichenden Quaderkalkprofile des letzteren stehen unter sich wieder in Beziehungen der Zusammengehörigkeit. So treten östlich des Kalkbereichs über den Quadern die Toneinschaltungen gegenüber den mit ihnen wechsellagernden welligen Kalken und Ockerkalkmergeln zurück, während bei den westlich davon gelegenen die Tonschieferentwicklung eine ausgeprägtere Form annimmt.

Unter den Profilen der Quaderkalke des Tonbereichs stehen die Quadern des Glaukonitgrenzkalks durch das Fehlen der Tonschichten in ihrem Liegenden isoliert da. Ihre organische Zugehörigkeit zur Tonfazies wird natürlich hierdurch nicht berührt.

Hinsichtlich ihrer geologischen Orientierung nehmen die Quaderkalke des Tonbereichs ein unter Umständen mehrere Meter höheres Niveau als jene des anderen Bereichs ein. An ein paar vom Verfasser erwarteten und gesuchten Stellen konnten beide Quaderkalkentwicklungen in Übereinanderlagerung nachgewiesen werden. So sind nördlich von Sommerhausen durch ein paar alte und neue Brüche zu Quaderkalken entwickelte obere Semipartitusschichten aufgeschlossen, über welchen mehrere Meter höher, an der Gabelung zweier Feldwege, typischer Quaderkalk des Tonbereichs abgebaut wird. Die quaderartig entwickelten Semipartitusschichten — die tieferen Hauptquadern fehlen aber hier noch — ziehen sich am Steilrand, vom Maintale aus mit bloßem Auge verfolgbar, nach Süden hin und leiten in die dortigen großen Brüche auf die Hauptquaderkalke über.

Einer ähnlichen Erscheinung wie nördlich von Sommerhausen begegnete Verfasser SSW. davon bei P. 281 des Topogr. Blattes Würzburg-Ost 1:50 000. Hier ist durch einen Steinbruch derselbe Quaderkalk des Tonbereichs aufgeschlossen, dessen Unterlage, besonders am Steilrand des südlich davon befindlichen Tälchens erkennbar, aus verstürzten, fast meterdicken Bänken der Semipartitusschichten besteht, in deren Tiefe sich weiter südlich die bei Goßmannsdorf abgebauten Hauptquader entwickeln.

Nach des Verfassers Beobachtungen setzt die Quaderkalkentwicklung des Tonbereichs mit dem Aufhören der Quaderentwicklung in den unterlagernden Semipartitusschichten ein. Über typischem Quader der letzteren Schichten fand er keinen Quader des erstgenannten Bereichs. Vermittelnde, zu erwartende Ausbildungen sind vom Verfasser beobachtet worden. An einigen Stellen sind quaderfreie Semipartitusschichten als Unterlage von Quaderkalken des Tonbereichs sichtbar, so zwischen Marktbreit und Gnodstadt, an der Straße bei P. 234, bei Langensteinach, südöstlich von Gattenhofen, westlich von Adelschhofen, am Katzenberg südöstlich von Heidingsfeld und nördlich von Kirchheim, auf welcher letztere Stelle Verfasser schon früher in einem kleinen Beitrag zu der oben angezogenen Arbeit von O. M. REIS S. 17 hingewiesen hat.

Über neue alpin-geologische Aufschlüsse und tektonische Folgerungen.

Von

Dr. Otto M. Reis.

In den Jahren 1917/19 hat die Generaldirektion der Berg-, Hütten- und Salzwerke von der Sohle des Hauptquerschlags (Neuer Schacht) in Peißenberg nach dem Ostfeld mehrere Untersuchungsarbeiten in Stollenaufschlüssen vorgenommen, da die früheren Bohruntersuchungen die gewünschte Aufklärung nicht ergeben haben. Den nächsten Anlaß hierzu bot beim Abbau des Flözes 9 auf der Höhe des Hauptquerschlags (V. Sohle) nach Osten der plötzliche Abbruch des Flözes etwa 200 m vom Hauptquerschlag. Die zuerst streichend über eine Hauptsprungregion fortgesetzte Strecke ergab eine andauernd sehr zerklüftete Störungszone in Gesteinen, welche nicht als die unmittelbar hangenden und liegenden des abgebrochenen Flözes betrachtet werden konnten. Weitere Untersuchungen von da nach N. und S. haben ergeben, daß jenseits der erwähnten Sprungregion Schichten der oberen brackischen Molasse, und zwar gegen deren Obergrenze hin, und Schichten der bunten Molasse in steilerer Lagerung in Ostweststreichen auftreten und in engere Falten gelegt sind und so einen Bau zeigen, der von dem im Westfeld recht verschieden ist, aber auch nichts von einer einfachen Sattelumbiegung erkennen läßt.

Der Abbau der nächst nördlich folgenden Flöze Nr. 14 und 16 hat ganz ähnliche Abbrüche in entsprechender Entfernung vom Hauptquerschlag ergeben und eine quere Abbruchlinie feststellen lassen, welche der von BÄRTLING (Geogn. Jahresh. 1903) angenommenen queren Störung nahekommt, wenn auch um ebenso viel nach NW. abweicht, wie jene nach NO.; für die Annahme STUHLIKS aber, daß der Sattel im Westfeld einfach nach dem Ostfeld untertauche, hat sich kein Beweis finden lassen. — Es konnte vielmehr die schon früher z. B. von KOEHNE ausgesprochene Ansicht befestigt werden, daß nicht nur das Ostfeld an starken queren Störungen abgesunken sei (und so in tieferer Lage eine eigene nordsüdliche Faltung erlitten hat), sondern es mußte eine neue Auffassung durchdringen, daß auch der westliche Teil an dieser Störungsregion über den östlichen, unter streichendem Seitendruck stehend, hinauf- und übergeschoben sein muß; dafür sprechen hier nicht nur fast wagrechte nach W. einfallende Klüfte mit ostwestlich gerichteten Schubstreifen, sondern auch die Tatsache, daß von der Westseite, auf der jetzt der Abbau vor sich geht, Teilmassen des Profils der brackischen Molasse sich aus dem Schichtzusammenhang gelöst und in eigenen streichenden Bewegungen in der Störungsnähe kleine selbständige viertelkreisförmige Hakenumbiegungen von etwa 13 m Spannweite gegen die Liegendfläche gebildet haben; in das Innere dieses Hakenraums sind kleinere Teilstücke der Flöze ausgeschaltet; Flözteilstücke bilden selbst diese Haken und die jene trennenden Verwerfungen fallen nach Westen ein. Die im IV. Tiefbau beobachteten entsprechenden höheren östlichen Flözendigungen (Flöz 10 und 11) liegen weiter nach Osten; die Störung würde also auch hierdurch sich als eine westlich einfallende im Sinne einer Überschiebung nach Osten erweisen. Auch hier zeigt sich in tieferer Sohle gegenüber den höheren trotz der Annäherung an die Meeresmolasse keine Hakenbildung. In ähnlicher Weise zu deuten ist auch in dieser Region die im Hauptquerschlag auf der Westseite 160 m vom Schachtmittel schön aufgeschlossene Verschiebung mit NO.—SW.-Streichen und Einfallen mit 60° nach NW. und mit Einfallen der Schubstreifen nach SW., was also eine seitliche Emporschiebung von SW. im Sinne einer Überschiebung nach O. kennzeichnen würde. Ebenso ist auch die im Tiefsten des aufgegebenen Schachtansatzpunkts I nördlich der Zementfabrik bei 24,00 m angefahrenen, mit 62° nach NW. einfallenden Verwerfung eine Überschiebung nach O. (nach der damaligen Begutachtung von W. KOEHNE liegen Promberger Schichten auf bunter — natürlich oberer b. — Molasse).

Was die erwähnten Eigenbewegungen an dem östlichen Flözende betrifft, so setzen sich diese auch in den Flözflächen fort; so wurde im Flöz 10/11 eine fast streichende, schief nach dem umgebogenen Flözende emporgeschichtete, etwa 15 m breite Flözverdrückung, welche in der Nähe des Ostendes in das Hangende abspringt, während des Abbaus festgestellt und in dem Grubenplane genau zeichnerisch festgehalten. Das starke Einfallen der Randflächen dieser Ausschaltung nach NW. in 78° deutet auch auf einen Überschiebungsdruck aus SO., der bei der mit der Annäherung an die

Störungsregion stattfindenden Abbiegung ins Hangende nur aus jener Gesamtüberschiebung und der nach W. einfallenden Überschiebungs- und Stauffläche herrühren kann.

Man kann hierdurch die von BÄRTLING zuletzt vertretene Anschauung gestützt sehen, daß die Gesamtumbiegung der Kohlenflöze des Peißenbergs an der Grenze gegen die nördlich davorliegende marine Molasse nicht das Bruchstück eines Sattels ist, sondern etwa eine auch gelegentlich halbkreisförmige, schmale Schleppung bei einer streichenden Bewegung zunächst der Meeresmolasse von W. nach O. Diese Ansicht wurde dadurch gestützt, daß bei einer Fortsetzung des Hauptquerschlags nach S. die nördlichsten tiefsten Flöze dieser Sohle ohne bemerkbare Veränderung ihres Streichens und Einfallens unter Einschaltung einer nur geringen Schubschieferungszone (welche infolge der Oxydation des eisenschüssigen Bindemittels in der Druckschieferungszone fälschlich auch als bunte Molasse bezeichnet werden könnte) nahezu konkordant auf der oberen Meeresmolasse aufliegen; es scheint also die Hakenbildung nur ein Vorgang in den höheren unter geringerem Druck stehenden Teufen zu sein.

Das mit der östlichen Versuchsstrecke vom Haken des Flözes 10/11 gegen N. im II. Tiefbau im Jahre 1909 festgestellte Profil, auf welches W. KOEHNE (Geogn. Jahresh. 1909 XXII S. 306—307) anspielt, beweist meiner Ansicht nach, daß hier an einem älteren Haken, der auf eine SN.-Bewegung auf der oberen Meeresmolasse zurückzuführen ist, ein zweiter in W.—O. gewirkt hat, der dem erwähnten Haken im V. Tiefbau an Umfang und Art des Aufbaus entspricht und auch kleinere Überschiebungsercheinungen nach N. hervorgerufen hat; ein nördlicher Teil des Profils mit steilgestellten Resten des Flözes 10/11 hat unter einer doppelten Druckeinwirkung gestanden, der bestehende Hakenteil selbst ist jünger und sehr wenig gestört.

Auffällig ist auch, daß beim Vortrieb eines weiteren Aufklärungstollens von der Abbruchsstelle des Flözes 16 im V. Tiefbau weit über die erwähnte quere Störungsbreite hinaus die obere Meeresmolasse in scheinbar ungestörter flächenhafter Fortsetzung, von dem Westfeld ins Ostfeld streichend, hinüberraucht. — Die obere Meeresmolasse scheint daher wie eine stauende Barre gegen Süden zu gewirkt zu haben und selbst von den verschiedenartigen Bewegungen unmittelbar südlich von ihr nicht betroffen worden zu sein; es stellt auch dies anheim, ob nicht andere Bewegungsursachen gewirkt haben als wie tangential von S. nach N. gerichtete.

Die Grenze der brackischen kohlenführenden Schichten gegen die nördlich davorliegende jüngere marine Molasse entspricht im großen und ganzen der Unterfläche der ersteren, aufruhend auf der nach N. überkippt gelagerten Unterfläche der letzteren; wie sie auch entstanden sein mag, sie ist auf weite Strecken hin eine Grenzfläche der schärfsten alpinen Bewegungen. Sie biegt vom Peißenberg nach SO. (nach Penzberg) und nach SW. (Peiting—Burggen-Dessau Mühle) im Lechtal weit zurück, ohne daß in der südlichen Deckengrenze Molasse-Flysch oder auch Flysch-Kalkalpen etwas Vergleichbares im Gesamtfaltenbau zu erkennen wäre. Da eher das Gegenteil der Fall ist, so ist jene Grenze offenbar für sich als eine Angelegenheit der Molassefaltung zu betrachten. Einen Beweis, daß hier tatsächlich auf seitlichen Druck und einseitige Senkung beruhende Ungleichheiten vorliegen, sehe ich darin, daß in einem südlichen Parallelzug zur Peißenberger Mulde südlich der Ammer in der Fortsetzung der queren nördlichen Störungsregion am Peißenberg selbst auch eine quere Scheidung vorliegt, die sich darin äußert, daß westlich davon eine einseitige stärkste Emporhebung der Pflanzensandsteine der unteren marinen Molasse auftritt (sie sind von GILLITZER (Jahrb. d. Geol. R.-A., Wien 1914) schon angegeben, fehlen aber in der Karte von STUCHLIK) und östlich davon Querbrüche, welche sehr wohl als Absenkungsfolge¹⁾ angesehen werden können (vgl. BÄRTLINGS Karte), auftreten; ebenso wird auch das Faltungsbild ein anderes.

Eine Stelle, welche beweist, daß die einer engeren Faltungsepisode angehörige Molassefaltung auch von Ungleichheiten der Berandung der südlicheren Decken abhängig ist, beweist die Ausschaltung der südlichsten Molassenmulde bei Benediktbeuern bei der Anpassung an den nach NO. vorspringenden Flyschrand des Blombergs. Eine spätere Episode kann die von GILLITZER angenommene Überschiebung [l. c. S. 186¹⁾] von O. nach W. sein.

¹⁾ Ich habe bei dieser Gelegenheit auch die weitere Umgebung des Peißenbergs einer erneuten Untersuchung unterzogen und dabei die Kartendarstellungen von BÄRTLING und STUCHLIK miteinander verglichen, wobei ich den ersteren entschieden den Vorzug geben möchte. Ich kann hier bestätigen (vgl. BÄRTLING, Zeitschrift für prakt. Geologie 1912 S. 15—16), daß während des Drucks seiner Arbeit Dr. BÄRTLING ein Schreiben an die Redaktion der Jahreshefte richtete, in welchem er auf ein Versehen in der Diluvialbezeichnung an der Winterleite Würmendemoräne statt Bühlendemoräne hinwies, welches leider nicht mehr verbessert werden konnte, welches aber STUCHLIK unbesehen in seiner Karte mit übernahm. Auch möchte ich darauf hinweisen, daß in der Tat, wie BÄRTLING berichtet, im Steinbruch bei Bad Sulz Bohrröhren und Füllungen von solchen zu beobachten sind, welche hinreichend über das „Oben“ und „Unten“ der Schichtfläche orientieren, wenn ich auch nicht glaube, daß es sich um Pholaden-, sondern um Tubikolenröhren handelt (vgl. Geogn. Jahresh. 1909 S. 136 u. 233).

Im Peißenberger Muldengebiet selbst sind auch bei der Bohrung am Bühlach kleine Störungen erkannt worden, welche auch ganz in der Nähe des Ausstreichens der oberen Meeresmolasse auf streichende Senkungen nach der Muldenmitte hindeuten können.

Ich möchte hierbei ausdrücklich auf die Arbeit von GILLITZER (Jahrb. d. Geol. R.-A., Wien 1914) hinweisen, woselbst nicht nur in einer Kartenskizze sich die Selbständigkeit der Molassefaltungen gegenüber dem südlich vorliegenden Gebirge ergibt, sondern auch Ungleichheiten in einem Westfeld gegen ein Ostfeld in der von Peißenberg nach SO. fortsetzenden Störungslinie ersichtlich sind, wie auch im Text zum Schlusse ausdrücklich erwähnt wird, daß auch eine ostwestliche Kraftkomponente gewirkt habe wie streichende Sattelbildungen innerhalb der Mulde und gelegentlichen Schubstreifen in der Kohlengrube Peißenberg nahe legen. GILLITZERS Kartenskizze gibt auch einen Haken im oberen Eyachgraben der Rottenbacher Mulde zunächst einer Längsstörung an, welche hier aber auf eine Ostwestbewegung schließen ließe. Da ich die streichenden Bewegungen als letzte Ausgleichsbewegungen im Alpenbau nicht ohne Annahme von queren Senkungen ansehe, werden sie ebenso ostwestlich wie westöstlich auftreten können.

Ich werde die hiermit angedeuteten Anschauungen über die Entstehung der hakenähnlichen Umbiegungen als Folge longitudinaler Verkürzungen in Anwendung auf das Kressenberggebiet (vgl. die kurze Äußerung in Sitzungsber. der Akad. der Wissensch. 1919, München, math.-phys. Kl., S. 80—82), das Gebiet westlich des Achensees, westlich des Wettersteingebirges und insbesondere auch das Eozän-Kreidegebiet zwischen Hindelang—Sonthofen und dem Grünten des näheren ausführen; es sind das Gebiete auffälligerer Longitudinalbewegungen mit Überschiebungen seitlich östlich oder westlich davorliegender Senkungsfelder.

Kurz möchte ich noch darauf hinweisen, daß auch im Peißenberger Abbaugebiet jene Gesetzmäßigkeit in größeren und kleineren Blattverschiebungen mit großer Genauigkeit in Grubenplänen festgelegt werden konnte, wie sie auch in den Grubenplänen des Eisensteinbergbaus von Kressenberg und Achtal beobachtet und dargestellt wurde (vgl. Geogn. Jahresh. X S. 24 Taf. II Fig. 4); ich habe darauf in einer Anmerkung zu H. KRAUSS Geol. Karte des Gebiets zwischen Reichenhall und Melleck (Geogn. Jahresh. 1913 S. 140) und in einem Vortrag in der Geol. Vereinigung in München 1914 hingewiesen. Dieses Gesetz besteht darin, daß bei allen Blattverschiebungen in NO. der Westflügel nach SW. zurückgeschoben erscheint, bei allen in NW. der Ostflügel nach SO. zurückliegt; es ist wie das Querschnittsbild eine Schichtentafel mit normalen Absenkungen in nach N. umgestürzter Lage. Das Bild ist bei BÄRTLING nach den Grubenplänen annähernd wiedergegeben. Der Entstehungsvorgang ist der einer longitudinalen Dehnung unter seitlichem Druck; diese kann nur dann mit einer Hakenbildung der geschilderten Art auftreten, wenn beides als die Folge einer starken Senkung mit querer Verkürzung angenommen werden darf.

Am besten stellt sich der Vorgang in einer zeitlichen Aufeinanderfolge vor, daß nämlich die wellenförmigen Längsstauchungen seitlich von einer Hakenverkürzung (und -verzögerung), welche auf ein zeitliches Überwiegen longitudinaler Bewegung hinweisen, durch eine endabschließende, nord-südliche Zusammenpressungserscheinung wieder nach beiden Seiten von den am weitesten nördlich und südlich vorgedrungenen Amplituden auseinander gedrückt und „gestreckt“ (vgl. BUXTORFS Geol. Karte des Bündenstocks) werden.¹⁾

Der ganze Vorgang ist im großen eine Anpassung der Faltenbildung innerhalb größerer nahezu ein Ablagerungsbecken erfassender Längsstörungen an dessen abnehmende Breiten und besonders an den Ungleichheiten der Berandung dieser Beckengrenzbruchflächen nicht ohne quere Senkungserscheinungen. Letztere sind als relative Senkungen zu betrachten, welche aber letzten Endes auch begründet sein können in der absoluten Senkung, welche das Vorland einer jedesmaligen Faltungseinheit charakterisiert. Das Bild einer „Senkung“ kann übrigens wieder verwischt werden, daß durch den in der Tiefe wirksam werdenden Seitendruck die Sedimente hoch über ihre ursprüngliche Bildungsebene hinausgehoben werden.

Da die Erklärung der Bewegungserscheinungen auch maßgebend sein muß für das Verständnis der bergbaulichen Lagerungsfelder, ist hier auf diese theoretische Seite kurz eingegangen worden. Die oben erwähnte Gesetzmäßigkeit gilt natürlich nicht an Stellen der stärksten Seitenbewegungen mit Überschiebungen und Hakenbildungen selbst, konnte daher auch bei den Nachsuche-Arbeiten im Peißenberg-Gebiet nicht als Richtschnur dienen, was sich freilich erst spät erwiesen hat.

¹⁾ BUXTORF hebt hier S. 43—44 die „Verlängerung“ der Bündenstockkette durch Brüche in NO.—SW. hervor; die Karte läßt aber auch eine freilich viel geringere Verlängerung durch NW.—SO.-Sprünge zwischen den Vitznauerstock und Weinberg erkennen, wodurch die Doppelseitigkeit, wie sie am Peißenberg und Kressenberg ersichtlich ist, gewahrt bleibt.

Tätigkeitsbericht über die Arbeiten der Geologischen Landesuntersuchung in der Geognost. Abteilung des Oberbergamts in den Jahren 1914 bis 1917.

Die Aufnahmen im Feld wurden im Jahre 1914 bis in den August in der Gegend von Hammelburg, Oberbach und Poppenlauer in Unterfranken und in der Gegend von Neuötting in Niederbayern fortgesetzt. Es wurden außerdem als Arbeiten zur Vorbereitung eines Werks aus dem Gebiet der praktischen Geologie begonnen: 1. eine Spezialaufnahme der Verbreitung des Trigonoduskalks in Unterfranken durch Dr. SCHUSTER, 2. eine solche der Gipsvorkommen in Mittelfranken und Unterfranken durch Dr. H. KRAUSS. Außerdem begann in der letzten Woche des Juli die Spezialkartierung des Gebiets vom Grünten durch Dr. REIS und Dr. KRAUSS. Der Bergpraktikant v. HORSTIG versuchte unter Anleitung die Neudarstellung der alten Aufnahme der Umgegend von Albersweiler auf dem neuen Meßtischblatt 1:25 000.

Außerdem beteiligte sich die Geognostische Landesaufnahme an der Münchener Ausstellung „Das Gas“ durch eine umfangreiche Darstellung der Erdgasvorkommen in Niederbayern und aller Gas liefernden Rohstoffe in Verbreitungs-Übersichtskarten, geologischen Karten, Profilen, Gesteinsproben und Betriebsbildern.

In den Jahren 1915 bis 1917 wurden keine Feldaufnahmen in 1:25 000 ausgeführt; Dr. HANS KRAUSS ist im November 1914 gefallen; Dr. SCHUSTER, Dr. NIKLAS, Dr. MÜNICHSDORFFER, Dr. ARNDT waren als Kriegsgeologen, der Kartograph Jos. MAIER, der Präparator und Diener Lz. UNTERBERGER als Offiziersstellvertreter, ersterer als Leiter einer Kartendruckerei, im Feld.

Im Jahre 1915 wurde von Dr. KOEHNE eine geologische Übersichtsaufnahme der Terrassenlandschaft des engeren Innaltgebiets zwischen Rosenheim und Gars am Inn begonnen und fast vollendet.

Im Jahr 1916/17 wurden außerdem die Aufschlußarbeiten im Peißenberger Ostfeld vom Vorstand der Geognost. Abteilung schriftlich und mündlich begutachtet und deren Fortgang mitberaten.

Die Blätter Kissingen, Ebenhausen, Euerdorf, Baierbrunn, Gauting und Ampfing 1:25 000 wurden herausgegeben. Die Geognostischen Jahreshefte 1913, 1914 und 1915 konnten zum Erscheinen gebracht werden.

In den Jahren 1914/15 wurden in dem gesteinschemischen Laboratorium ausgeführt: 10 wichtigere Untersuchungen für die amtlichen Veröffentlichungen; 5 über wichtigere bayerische Gesteinsarten; 3 Mutungsproben (Kontrolanalysen); 7 Analysen für die Gutsuntersuchung Winhöring-Jettenbach (s. unten); 12 Quelluntersuchungen und Beiuntersuchungen für Schutzbereichsfestsetzungen (Dr. SCHWAGER). Im bodenchemischen Laboratorium wurden 138 Bodenproben für die amtlichen Veröffentlichungen in 1:25 000 und für die bodenkundlich-wirtschaftliche Bearbeitung der Törring-schen Gutsbezirke Winhöring und Jettenbach, insgesamt 1944 Einzelbestimmungen nach 3 verschiedenen chemischen und physikalischen Kategorien untersucht (Dr. NIKLAS).

In den Jahren 1916/17 wurden im gesteinschemischen Laboratorium ausgeführt 13 Wasseranalysen; 38 Mineralanalysen, zum größeren Teil (20) als Ergänzung für die Zusammenstellung der Mineralien der Rheinpfalz (Dr. SCHWAGER). Im bodenchemischen Laboratorium wurden für die Erläuterungen von 6 Blättern 1:25 000 425 Einzelbestimmungen nach 4 bzw. 5 Richtungen gemacht und für 24 Kulturarten die Bodennutzungsverhältnisse statistisch berechnet (Dr. NIKLAS). — Als geophysikalische Arbeit ist zu erwähnen, daß für 98 bayerische Granitgesteine die Abnützung in 3 Untersuchungsmethoden durchgeführt wurde (Dr. PFAFF).

Gutachtliche Äußerungen für 1914/15.

I. Wasserversorgungen und hydrologische Fragen.

1. Wasserversorgung des Forstamts von Goßmannsdorf. — 2. Wasserversorgung für das geplante Industriegebiet im Norden von Burghausen a. d. Salzach. — 3. Wasserversorgung von Hof. — 4. Wasserversorgung der Forstämter von Kimmelsbach, Bamberg und

Birnfeld. — 5. Über das Eisenbrünnl bei Tittmoning. — 6. Tiefbohranlage zur Wassergewinnung der Bärenbrauerei in Bamberg. — 7. Geologische und hydrologische Verhältnisse zwischen Buchsam und Haag. — 8. Über den Untergrund von Lambrecht und die Frage der künstlichen Abwasserversickerung daselbst. — 9. Über ein neues Teilprojekt für das Wasserkraftwerk Walchensee. — 10. Über Wasserfassung in den Schwarzenbergen für Bad Kissingen. — 11. Über den Hochwasserstollen von Nürnberg.

II. Schutzbereich für Heilquellen.

1. Nachtrags-Gutachten für die Staffelung des Schutzes der Heilquellen von Neustadt a.S. —
2. Nachtrags-Gutachten für Staffelung des Schutzes der Heilquellen bei Bad Kissingen. —
3. Über die Quelle Rhönperle bei Oberriedenberg. — 4. Schutzbereich für den Siebener Sprudel bei Stadt Brückenau. — 5. Über die städtische Mineralquelle in Stadt Brückenau. —
6. Schutzbereich für das Ludwigsbad in Nürnberg-Doos. — 7. Nachtrags-Gutachten über die Gefährdung der Nürnberger Wasserversorgung durch den Bergbau im Bürgerwald bei Ranna.

III. Erdbewegungen.

1. Über den Untergrund der Kirche von Obererlbach. — Über einen kleinen Berggrutsch bei Weihestephan. — Über Erdbewegungen an den Straßen bei Fürstenfeldbruck und Unterschweinbach.

IV. Gesteinsvorkommen und Verwertung.

1. Über Tarifierung von „Quarzit“. — 2. Über Tarifierung von „Spatsand“. — 3. Über den Serpentinbasalt bei Wurlitz. — 4. Über Troschenreuther Farberde und Alaunerze. —
5. Über Tuffvorkommen im Kesseltal N. der Donau. — 6. Über Eisenerzvorkommen im Langenbach bei Steeben. — 7. Über Gipsvorkommen in Franken. — 8. Über Silber-haltige Bleierze in Bayern. — 9. Über den Basaltabbau am Sodenberg. — 10. Über den Trigonodus-kalk zwischen Kitzingen und Würzburg. — 11. Über Petroleumgewinnung im Gebiet der niederbayerischen Erdgasquellen. — 12. Über Fettgewinnung aus den fränkischen Posidonienschiefern. — 13. Über die Tiefenlage der Saarbrücker Schichten in der Gegend von Waldgrehweiler (Rheinpfalz). — 14. Über das Kupfervorkommen von Imsbach. — Über die Möglichkeit des Vorkommens von Petroleum im Gebiet von Erbdorf.

V. Agrogeologische Gutsaufnahmen.

1. Ausarbeitung über die Gutsaufnahmen Jettenbach-Winhöring (I. Ausarbeitung des Gutachtens über die landwirtschaftlichen Güter). — 2. Über die Gutsaufnahmen Einraffshof bei Brückenau.

VI. Kriegsgutachten.

1. Über die geologischen Verhältnisse der näheren Umgebung W. von Armentières und Warneton (Nordfrankreich) und über ähnliche Gebiete in Bayern zur Ausbildung der Pioniere. — 2. Geologische Aufklärungen zur Wasserversorgung von Villiers devant Dun. —
3. Geologische Aufklärungen zur Wasserversorgung von Cièrges S. von Villiers dev. Dun. —
4. Über eine Anzahl zu Straßenschotter geeigneter belgischer Gesteine und Gesteinsvorkommen

Gutachten vom September 1915 bis Oktober 1917.

I. Hydrologisch-geologische Gegenstände.

1. Wasserversorgung für das Goßmannsdorfer Forsthaus. — 2. Hydrologische Verhältnisse der Teichwirtschaft Wielenbach. — 3. Bohrungen an der Betriebswerkstätte Nürnberger Hauptbahnhof. — 4. Vorgutachten zum Schutzbereich der Prinz-Rupprechtquelle in Groß-Schlattengrün. — 5. Schutzbereich der Prinz-Rupprechtquelle in Groß-Schlattengrün. —
- 6.—9. Drei gutachtliche Äußerungen und Übergutachten über Gas- und Petroleumvorkommen in Niederbayern. — 10. Über die Grundwasserverhältnisse in der Friedhofsanlage bei Lindau.

II. Erdbewegungen.

1. Über Rutschungen im Dorf Zell (Rheinpfalz). — 2. Über Rutschungen bei Absberg.

III. Kohlenvorkommen.

1. Torf- und Braunkohlenvorkommen bei Kirchdorf a. Inn. — 2. Über Tiefenlage der Saarbrücker Schichten im Breitenbacher Grubenfeld. — 3. Braunkohlenfeld Philippszeche bei Markt Redwitz. — 4. Braunkohlenfeld Mauerzeche bei Antdorf. — 5. Über Braunkohlenvorkommen im Imberger Tobel. — 6.—7. Über das Braunkohlenfeld von Wackersdorf

mit Vorratsberechnung. — 8. Über Flözverwerfung in der Grube Peißenberg. — 9. Über Braunkohlenvorkommen bei Wasserburg. — 10. Über angebliches Torfvorkommen bei Haßloch.

IV. Erz- und Mineralvorkommen.

1. Über bituminöse Schiefer bei Fall. — 2.—5. Über Tarifierung bestimmter Graphitmuster. — 6. Über Specksteinvorkommen in Bayern. — 7. Über Vorkommen magnesiahaltiger Rohmaterialien in der Oberpfalz. — Über Gipsvorkommen in Bayern. — 9. Über Salz im Buntsandstein. — 10.—11. Über Phosphoritvorkommen in Bayern. — 12.—13. Über das Gelbleierz-Bergwerk im Höllental. — 14. Über Quecksilbererzvorkommen in der Rheinpfalz. — 15. Über eine Doggererzbohrung im Röthengraben bei Pegnitz. — 16. Über Salpeterfunde in Bayern. — 17. Über Platensilex im Jura. — 18. Über Eisenerz- und Ockervorkommen bei Neustadt a. Haardt. — 19. Über ein Manganerzvorkommen. — 20. Über Asphaltvorkommen in Oberbayern. — 21. Über Kupfervorkommen in der Pfalz und an der oberen Nahe. — 22. Über Kupfervorkommen bei Krottelbach (Pfalz). — 23. Über neue Kupfererzvorkommen bei Göllheim und Imsbach. — 24. Über neue Kupfererzvorkommen im nördlichen Spessart. — 25. Über Tonvorkommen von Buchberg bei Metten. — 26.—28. Allgemeine Übersicht über die Tonvorkommen in Bayern (für chemische Industrie). — 29. Über Tonvorkommen bei Burghausen. — 30. Bewertung von Tonvorkommen in der Pfalz. — 31. Über die Bodenverhältnisse des forstlichen Versuchsfeldes Gerlinden. — 32. Bewertung von belgischen Schottermaterialien für den Heeresbedarf.

Als wissenschaftliche etc. Arbeiten von Angehörigen der Landesuntersuchung, welche nicht in den amtlichen Veröffentlichungen erschienen, sind zu nennen:

- W. KOEHNE, Überblick über die geologischen Verhältnisse Oberbayerns und Bericht über die im Versuchsjahr 1911/12 angestellten Beispiel-Düngungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, Heft 26, 1914.
- W. KOEHNE, Die Entwicklungsgeschichte der geologischen Landesaufnahmen in Deutschland. Geol. Rundschau Bd. VI, Heft 3.
- W. KOEHNE, Über die Grundwasserverhältnisse in Oberbayern. Mitteilungen der Geogr. Gesellschaft in München.
- O. M. REIS, Geologische Studien aus der Umgegend von Bad Dürkheim. Mitteilungen der Pollichia, Bad Dürkheim 1916.
- O. M. REIS, Über die Quecksilberbergwerke der Rheinpfalz. Bayer. Staatszeitung und Pfälzische Heimatkunde.
- H. NIKLAS, Der Einfluß des Baumbestands auf den Gehalt an gelösten Salzen im Moorboden.
- H. NIKLAS, Gedanken über deutsche Bodenproduktion.

Rs.

Landesgeologe Adolf Schwager †.

Dr. ing. h. c.

ADOLF SCHWAGER, der am 9. Mai 1918 der Geognostischen Landesuntersuchung durch den Tod im 67. Lebensjahre entrissen wurde, trat im Oktober 1874 als Volontär ein und wurde 1875 Assistent, um es 18 Jahre zu bleiben; 1894 wurde er Assistent I. Ordnung und 1902 Landesgeologe. — Geboren 1851 in Neuschloß in Nordböhmen, wo der Vater Gutsverwalter war, kam er 1869 nach München, studierte an der Technischen Hochschule anorganische Chemie, Mineralogie und Geologie. Während seiner Militärzeit hat er Dank seiner zeichnerischen Fähigkeit, die er auch später für die Vorlageausarbeitung von Blättern 1:100000 amtlich verwertete, im militärgeographischen Institut in Wien gearbeitet. Er war der jüngste Bruder des von 1869—1873 auch bei der Landesuntersuchung (Keuper- und Juraufnahmen Frankens) als Assistent tätigen KONRAD SCHWAGER, der im Juni 1873 als Assistent an der paläontologischen Staatssammlung in der Akademie der Wissenschaften wirkte, besonders als geschickter Beihelfer KARL v. ZITTEL bei seinen berühmten Studien über die Systematik der fossilen Spongien ausgiebig unterstützte. Es war auch ADOLF SCHWAGER von Veranlagung Naturforscher in bestem Sinne; bei seiner guten geologischen und mineralogischen Vorbildung konnte seine spezialistische Tätigkeit als Chemiker, alles Handwerkliche hinter sich lassend, sich einen bedeutenderen Zug aneignen, ohne daß der Sinn und die Liebe für das Kleine, das dem Chemiker eigen sein muß, litt. Auch der Bruder KONRAD SCHWAGER war ein hervorragender Kenner der kleinsten Kalkschalen tragenden fossilen Lebewesen, der Foraminiferen, mit welchen er sich schon unter GÜMBELS Anregung zu der Zeit seiner Verwendung bei der geognostischen Landesaufnahme eingehend beschäftigte. — ADOLF SCHWAGER hat sich auch an der Feldaufnahme selbst beteiligt und z. B. 1883 mit L. v. AMMON an der Kartierung des Tertiärs und Diluviums des Blattes Ingolstadt und Nördlingen südlich der Donau teilgenommen. Mit AUGUST LEPLA, dem jüngeren Angehörigen der Landesuntersuchung — mit welchem (1883—1888) ihn, ebenso wie mit den damaligen Assistenten OEBBEKE (1879—80) und GERSTER (1879 etc.) ein gutes kameradschaftliches Verhältnis verband — plante und begann er 1886 eine geologisch-bodenkundliche Untersuchung der Umgegend von München, welche aber besonders nach AUSSCHIEDEN LEPLAS 1888 nicht weiter fortgesetzt wurde.

Das eigentliche Können ADOLF SCHWAGERS war die chemische Analyse von Mineralien und Gesteinen; er hat davon wohl mehr als 1200 hergestellt, ungezählt zahlreiche Einzelbestimmungen. Er hat sich dabei alle zu untersuchenden Gegenstände erst genau und mit Liebe angeschaut, er wollte ihre äußeren Eigenschaften, ihr Vorkommen, ihre wissenschaftliche oder praktische Bedeutung kennen, er wollte meinem Eindruck nach eine persönliche Beziehung zu ihnen gewinnen und schien

unglücklich, wenn GÜMBEL ihm, wie das gelegentlich mit Begründung vorkam und vorkommen durfte, die Herkunft, Name und Art eines zu untersuchenden Fundes verschwie. SCHWAGER wollte auch sehen, daß der Kollege, der ihm eine Probe zur Untersuchung anvertraute, für sich selbst mit Liebe und Hingabe an dem Gegenstand und seiner chemischen Erschließung hing und von seiner Mühewaltung die Offenbarung eines Geheimnisses erwartete. was doch den unvergleichlichen Reiz aller chemischen Arbeit bildet.

Eine besondere Neigung und Geschicklichkeit SCHWAGERS war außer der Mineral- und Gesteinsanalyse die Wasseranalyse, in der er es mit jedem Spezialisten aufnahm; er ging in solchen Untersuchungen besonders den Beziehungen zwischen dem chemischen Gehalt der bayerischen Fluß- und Seegewässer und dem der Gesteinsbildungen ihres Einzugsgebiets mit Vorliebe nach, was ihn auch später befähigte, über die Beziehungen von Mineralquellen und Heilquellen zu ihren tiefen und breiten Herkunftsräumen nachzudenken und an der Aufstellung und Systematik der hierzu dienlichen topographischen Begriffe grundlegend mitzuarbeiten. Es wäre an und für sich ein würdiges Lebenswerk gewesen, die Untersuchung der Fluß- und Seegewässer Bayerns in der von SCHWAGER begonnenen Behandlung zu vollenden. GÜMBEL, der ihn ja reichlich (in 23 Jahren gemeinsamer Arbeit) in Anspruch nahm, konnte es bei der damals noch geringeren Beanspruchung durch Behörden und Private bis in die letzten Jahre seines Lebens durchsetzen, jeden Tag 1—2¹/₂ Stunden selbst zu analysieren; so konnte SCHWAGER die Zeit zu den ersten größeren Abhandlungen gewinnen, da GÜMBEL einen Teil der für eine Landesuntersuchung so nötigen und mehr und mehr dringlich werdenden chemischen Bearbeitung selbst, wenn auch in weniger fachgemäßer Sorgfalt wie SCHWAGER erledigte. Nach GÜMBELS Tod mußten jene hydrochemisch-geologischen Arbeiten abgebrochen werden, da zunächst SCHWAGER der einzige chemische Arbeiter war, die Ansprüche an Analysen sich vermehrten und ein später tatsächlich eingestellter zweiter Gesteinschemiker zum Teil auch am Raumanspruch und Widerstand SCHWAGERS nicht als solcher zur Verwendung kam. Dafür ward SCHWAGER ein hilfreicher Berater v. AMMONS.

Eine vielbewunderte, auch gelegentlich belächelte Eigenschaft von SCHWAGERS Arbeitsbetätigung war, mit ganz beschränkten Mitteln und Stoffaufwand in sparsamster Weise zu arbeiten; er konnte dabei doch Vieles, Vielseitiges und überall Anerkanntes schaffen. Er hatte sich eine ganze Methodik kleiner praktischer Kunstgriffe, unscheinbarer Vorrichtungen und Werkzeuge zu qualitativen Kennzeichnungen bei kleinen Substanzmengen geschaffen, welche er stets zu vervollkommen suchte; dabei war er besonders geschickt in der Herrichtung und Verwendung der Glasröhre, was ihm auch unverständige Kritik eintrug. Leider waren die Zeit- und Personalumstände so, daß er diese Aushilfen und Praktiken niemanden vererben konnte.

Sein letztes wissenschaftliches Arbeiten war die Beteiligung an einer Ausarbeitung über die Mineralien der Rheinpfalz, die sich jetzt erst im Druck befindet; ihr galten seine letzten Analysen bis zum März 1918.

Die hohe Schätzung, die wir und viele andere seiner unendlich feinen Kleinarbeit zuerkannten, ließen ihn sich nicht darin verlieren; ein feiner Sinn für Natur und Kunst, ein Streben nach allgemeiner Vertiefung in lebendigem und praktischem Wissen erhöhten ihn und hoben auch wieder seine wissenschaftliche Tätigkeit. Die bewußte Abkehr von allen Unannehmlichkeiten des Lebens war gestützt durch einen gemütvollen unaufdringlichen, nicht zu Witzeleien geneigten Humor, mit dem er oft den jüngeren Kollegen in hungrigen Zeiten bayerischen Assistententums, die

den Vorsichtigen sogar von einer Verheiratung abhielten, wieder zu froherem Ausblick bekehrte.

In aller seiner Tätigkeit schien SCHWAGER der Goethe'schen Mahnung zu folgen: „Such' er den redlichen Gewinn“; er tat das in einer weisen Beschränkung auf das ihm Gemäße. Wie er in äußerlichen Dingen einfach und sparsam war, so blieb er der Welt gegenüber stets sehr zurückhaltend und anspruchslos; er gierte nicht nach Ehrungen und Auszeichnungen, war und blieb aber unbewußt stolz auf seine Person und seine Tätigkeit; er war sowohl entgegenkommend, wie unnahbar. Gleichwohl erfreute ihn die Verleihung des Titels des Doktor-Ingenieurs der Technischen Hochschule in München, deren Schüler er war, als der schönste Lohn, der ihm von außen zuteil werden konnte. Alles Repräsentative, Korporative und zwangmäßig Formale haßte er; „eines schickt sich nicht für alle“ war seine Abwehr; am liebsten wäre er ohne jedes Aufsehen aus der Welt verschwunden, weswegen das Amt auch aus Pietät für den Entschlafenen beschloß, seine Beerdigung auf die einfachste Äußerlichkeit zu beschränken und ihm ein um so innerlicheres Andenken zu befestigen und zu bewahren.

SCHWAGER war unverheiratet geblieben und — nicht ohne ihm herzlich ergebene Freundschaft — zuletzt fast ein Einsiedler geworden; er mußte besonders im letzten Jahre seines Lebens — dem 44. Jahre seines Staatsdienstes —, bei gewinn-süchtigen Fremden lebend, welche die Bedeutung des unscheinbaren und fast scheuen Gelehrten nicht entfernt zu erkennen wußten, die pflegende Hut einer Häuslichkeit und eines eigenen Herdes schmerzlich vermissen. Er starb aber noch in den Freude-Wochen der Bewunderung deutscher Taten im Osten und mit schwer gewordener Zunge nannte er noch dem Besucher in beglückter Vaterlandsiebe die letzten Siegesorte.

Verzeichnis der Schriften.

	Geogn. Jahresh.
Untersuchungen von Quell- und Flußwasser aus dem Fichtelgebirge und dem angrenzenden Keupergebieten	IV. 1891
Hydrochemische Untersuchungen im Bereiche des unteren bayerischen Donaugebietes	VI. 1893
Hydrochemische Untersuchungen oberbayerischer Seen	X. 1897
Analysen von Gesteinen aus der Münchener Gegend	XII. 1899
Geologisches Gutachten zur Wasserversorgung der Stadt Nürnberg aus dem Quellgebiet bei Ranna	XIX. 1906
Hydrologische Studien (Schutz der Heilquellen von Bad Steben und von Langenau)	XX. 1907
Mit K. W. v. GÜMBEL:	
Mitteilungen aus dem chemischen Laboratorium der geognostischen Abteilung des Oberbergamts, nach Analysen ausgeführt von SCHWAGER, erläutert von Dr. v. GÜMBEL	VII. 1894
Mit A. LEPLA:	
Der Nephelinbasalt von Oberleinleiter	I. 1888
Mit K. OEBBEKE:	
Beiträge zur Geologie des Bayerischen Waldes. 1. Über ein Gestein von Appmannsberg	XIV. 1901
Geologisches Gutachten zur Wasserversorgung der Stadt Nürnberg	XIX. 1906
Über den Schutz der Heilquellen zu Bad Steben und von Langenau gegen schädigende Einwirkungen von Grab- und Bohrarbeiten	XX. 1907
Hydrogeologische Beobachtungen zur Feststellung des Quellenbereichs der Wasserversorgung für die Stadt Lichtenfels	XXI. 1908
Mineralquellen in Niederbayern	XXIV. 1911
A. SCHWAGER und MATTH. SCHUSTER:	
Die Kuselite	XXIV. 1911
A. SCHWAGER, H. ARNDT und O. M. REIS:	
Die Mineralien der Rheinpfalz (für Geogn. Jahresh. 1918 im Druck begriffen).	

Eine große Anzahl Analysen ist enthalten in den Textbänden zur Geogn. Beschreibung des Fichtelgebirgs (1879), Fränkischen Alb (1891), in den Erläuterungen zu Blatt Zweibrücken (1903), Kusel (1910) und Donnersberg (1920), ferner in den Abhandlungen von v. GÜMBEL, v. AMMON, LEPPLA, THÜRACH, REIS, SCHUSTER und MÜNCHSDORFER in den Geogn. Jahreshften zwischen 1888 und 1919.

Wichtigere Einzelanalysen finden sich noch zu GÜMBELS Studien in den Sitzungsberichten der Bayr. Akademie der Wissenschaften naturw.-math. Klasse, 1875 (Steinmeteorit von Jowa), 1876 (Über die Umgebung von Trient) und (Pechsteinporphyr von Südtirol), 1877 (Über Pechsteinporphyre), 1878 (Über Steinmeteoriten, Über die am Grunde des Meeres vorkommenden Manganknollen, Über die Sandsteinschichten von Recoaro), 1879 (Eruptivmaterial des Schlammvulkans von Paterno am Ätna), 1880 (Geognostische Mitteilungen aus den Bergamasker Alpen, Gebirge am Comer und Luganer See), 1881 (Über Enhydros), 1886 (Mineral.-geologische Untersuchung der Meeresgrundproben der Nordsee), 1887 (Miozäne Ablagerungen im oberen Donaugebiet, Schlier von Ottnang), 1892 (Über die Thermen von Bormio, Über die warmen Quellen des Brennerbades), 1896 (Über die Grünerde vom Mte. Baldo). Im N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal.: 1878 (Über Phyllit- und Serizitgneis), 1879 (Vulkanische Asche des Ätna; in Tschermaks Min. u. petrogr. Mitt., Gesteine der Kerguelen-Inseln). Ferner in v. GÜMBELS Min. u. geol. Beschreibung der auf der Forschungsreise der Gazelle gesammelten Meeresgrundproben, 1888. Eine größere Anzahl von Analysen SCHWAGERS finden sich auch noch in v. GÜMBELS Geologie von Bayern I. u. II. Band 1888—1894.

Ferner sind noch Analysen SCHWAGERS zu erwähnen in: v. AMMON: Gegend von München 1894; Braunkohlen und ihre Verwertung, München 1911; Zur Geologie von Togo und der Nigerlande, 1905, Mitt. d. Geogr. Ges. München; Petrogr. und paläontol. Bemerkungen über einige kaukasische Gesteine in G. MERZBACHER: Aus den Hochregionen des Kaukasus. In OEBBEKE: Beitr. zur Petrographie der Philippinen und der Paläinnseln, N. Jahrb. f. Min. u. Pal. 1881; HARADA, Luganer Eruptivgebiete, N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1882; JOH. WALTHER: Kalkalgen des Golfs von Neapel, Zeitschr. d. D. Geol. Gesellsch. 1885; OEBBEKE: Mikroklin und Muskovit von Forst bei Meran, Zeitschr. f. Krist. 1886. E. BRUG: Bronzezeitliche Gußstätte auf Münchener Boden (Beiträge zur Anthropologie und Urgeschichte Bayerns, Bd. XIII, 1.—3. Heft. K. A. REISER: Eruptivgesteine des Allgäus in Tschermaks Petrogr. u. Min. Mitt. 1889; REIS: Über die Petrifizierung der Muskulatur etc., Zeitschr. f. mikroskop. Anatomie 1891; WEINCHENK, Zoisit vom Gorner Gletscher bei Zermatt, Zeitschr. f. Krist. 1896; OBERHUMMER und ZIMMERER (Syrien und Kleinasien), Berlin 1898. IMKELLER: Kreidebildungen vom Stallauereck, Paläontogr. 1901. JULIUS SCHUSTER: Über GOEPPERTS Raumeria, Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. München 1911. MATTH. SCHUSTER; Nephel.-Basalt von Forst. Oberrh. Geol. Verein 1910.

Wenn wir diese nur die wichtigeren und leichter zugänglichen Arbeiten betreffenden Hinweise betrachten, so erkennt man schon den auch über die Grenzen Bayerns hinausgehenden, hoch achtenswerten Umfang des Lebenswerkes ADOLF SCHWAGERS, welches aus dem kleinen Arbeitswinkel des engeren wissenschaftlichen Berufs teil hat an Werken für die größere menschliche Gemeinschaft, der die deutsche Wissenschaft stets uneigennützig zu dienen trachtete.

So betrauern wir den Verlust eines vorbildlichen Menschen und Forschers, der nach Geist, Körper und Sinnen zu jedem heiteren und ablenkenden Lebensgenießen voll veranlagt, sich in strenger Weise zu bescheiden und zu beschränken wußte und unter Verzicht auf jede Stillung von Selbstgefälligkeit und äußerem Ehrgeize nur der Befriedigung der sachlich erledigten Dienstpflicht und der Erfüllung des Gehorsams lebte, welchen jede wissenschaftliche Aufgabe aus sich selbst heraus ihm auferlegte. Wir können bezeugen, daß SCHWAGER unter solcher innerer Konstellation der persönlichen Veranlagungen bei sogar widrigen und ungünstigen äußeren Umständen ein verhältnismäßig hohes Lebensglück erreicht zu haben fühlte.

Dr. REIS.