

Geognostische Jahreshefte.

Sechsdreißigster Jahrgang

1923.

Herausgegeben

im Auftrage des Bayerischen Staatsministeriums für Handel, Industrie
und Gewerbe

vom

Oberbergamt, Geologische Landesuntersuchung
in München.

Bayer. Geolog. Landesamt	
Bücherei	
Inv.No.
.....
.....	Jahr.....

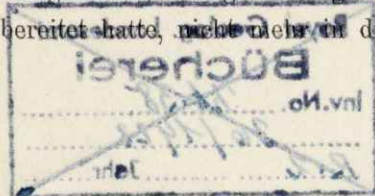
München.

Verlag von Piloty & Loehle.

1923.

Geognostische Jahreshefte.

Zur Drucklegung und Ausstattung dieses im Satz im März l. Js. begonnenen und infolge der späteren Kurzarbeit im Buchdruckergewerbe erst Ende Dezember 1923 fertig gedruckten Jahreshefts, welches lediglich Abhandlungen über Gegenstände der Geologie der Rheinpfalz enthalten sollte, sind uns in der ersten Hälfte des Jahres bis Ende Juni 1923 und Anfangs 1924 eine Anzahl von Zuschüssen in Gesamtsumme von 430 G.M. von Privaten zur Verfügung gestellt worden, für welche wir den Stiftern: Dr. ing. h. c. Ökonomierat **Ackermann**, Gut Irlbach; die Direktion der **Badischen Anilin- und Sodafabrik** Ludwigshafen a. Rh.; der Bayerische **Berg- und Hüttenmännische Verein** in München; **Bayerischer Lloyd** in Regensburg; **Deutsche Petroleum-Aktiengesellschaft** in Berlin; Direktor **Richard Floehr** in Grünstadt; **Gemeinschaft zur chemischen und technischen Verwertung von Mineralien und Tonerden**, München; Gebrüder **Böchling** in München, in drei Schenkungen; **Schiffer & Kircher**, **Pfälzische Chamotte- u. Tonwarenfabrik Grünstadt**; **C. A. v. Schmiedersche Gutsverwaltung** in Steinach bei Straubing; Graf zu **Törring** in München; **Un- genannt** Rheinpfalz, unseren Dank öffentlich bekunden. — Leider konnte eine Abhandlung, für welche die Pollichia, Naturwissenschaftlicher Verein der Rheinpfalz mit einem Zuschuß der Rhein. Naturforschenden Gesellschaft in Mainz die fertige Gesamtauflage einer größeren Lichtdruckkarte und einen Druckstock vorbereitet hatte, nicht mehr in diesem Jahresheft zum Abdruck kommen.



Die Schriftleitung.

Übersicht des Inhaltes.

	Seite
Dr. Otto M. Reis: Oolithartige Versteinering von Pflanzenresten aus dem Tertiär der Rheinpfalz	1—16
(Mit Tafel I und 2 Textbildern.)	
L. van Werveke: Schichtenfolge in zwei Bohrungen auf Erdöl bei Godramstein in der Rheinpfalz. Mit Bemerkungen über die Einfallsrichtung der westlichen Rheintalspalte und über die Untersuchung von Mergelgesteinen	17—26
Dr. Otto M. Reis: Versteinungen von Flözteilen im Steinkohlengebirge	27—48
(Mit Tafel II Fig. 1—9 und 5 Textbildern.)	
Dr. Mattheus Schuster: Neue Beiträge zur Kenntnis der permischen Eruptivgesteine aus der bayerischen Rheinpfalz und deren Nachbargebieten. V. Vergleichende mikroskopische Untersuchungen an eruptiven Gesteinen aus der oberen Nahemulde (Rheinland). (I. Fortsetzung) (Palatinit von Martinstein und Streiflichter auf die Entstehung der Cuselite)	49—74
(Mit 5 Abbildungen.)	
Dr. Otto M. Reis: Das oberrotliegende Grenzlager im Haardtgebirge, seine Stellung und seine Einschlüsse	75—102
(Mit 1 Bildeinlage.)	
Dr. Otto M. Reis: Kalkalgen und Seesinterkalke aus dem rheinpfälzischen Tertiär	102—130
(Mit Tafeln III—V, 1 Bildeinlage und 2 Textbildern.)	
Dr. Otto M. Reis: Über Böden, Gesteine, Schichtfolgen und Gebirgsbau der östlichen Hälfte des Blattes Speyer 1:100 000	131—168
(Mit Tafel VI.)	
H. Niklas und A. Hock: Bestimmung der Reaktion und der Kalkbedürftigkeit von Böden der Pfalz (Bl. Speyer)	169—174
Dr. Otto M. Reis: Über Böden aus dem Unterrotliegenden im Lautertal zwischen Olsbrücken und Wolfstein	175—176

Oolithartige Versteinerung von Pflanzenresten aus dem Tertiär der Rheinpfalz.

Von

Dr. Otto M. Reis.

(Mit 1 Tafel und 2 Textbildern.)

Vorbemerkung.

Das vereinzelt gefundene Stück, an welchem die Untersuchungen ausgeführt wurden, stammt aus dem auch selten kleine kohlige Schmitzchen führenden Cyrenenmergel von dessen unterer Grenze; es wurde im Schutt der Baugrube des Beamtenhauses von Klingenstein als Bruchstück mit solchen von Kalkseptarien aufgefunden; es gehört wohl dem Pflanzenvorkommen an, welches schmitzenweise vereinzelt an der Grenze zum Meeressande oder im oberen Meeressande auftritt (Erl. z. Bl. Donnersberg S. 158). Die Versteinerung hat die Form des Bruchstückes von einem versteinerten Baumstamm; der Querschnitt (Fig. 1 in der Größe des Stückes)¹⁾ ist eiförmig, der größere Durchmesser hat 75 mm, der kleinere 60 mm; es ist innen fest steinig und hat außen fast rundum eine weniger als 1 cm dicke, aber durch Abbröckelung allmählich noch verringerte mehr kohlige Rinde.

Der steinig erhärtete Knollen besteht aus kohlensaurem Kalk (vgl. S. 10); er zeigt (Taf. I Fig. 1) 1. für sich wieder eine mehr rundliche Kernmasse von 50 mm aus makroskopisch deutlichen, vieleckig aneinander geschlossenen, nur etwas unregelmäßig ooidartigen Körperchen (bis zu 2,5 mm Durchmesser) und 2. eine äußere Hüllmasse von dunklerer Färbung, welche ohne so deutliche Körnchen in einer umhüllenden Anordnung verlängerte schmale Teilchen einschließt; diese Hüllmasse hat an einem Ende der längeren Achse ihre größte Dicke und nimmt nach deren entgegengesetztem Ende (Fig. 1 links) allmählich bis zum Auskeilen ab. In dieser Achse ist auch ein einseitig nach diesem letzteren Ende liegender, schmal (2 mm) und lang (20 mm) gestreckter, durch die Stammachse hindurchgehender, röhrender Raum zu bemerken; seine Füllung verhält sich (bis auf eine innerste Druse mit mineralischer Ausscheidung) genau wie die äußere Hüllzone. Der dieser Füllung zunächst anliegende Teil der oolithartigen Kernmasse ist dunkler und dichter, wie er auch makroskopisch schon geringere Kennzeichen des Oolithgefüges sichtbar sein läßt. Diese gekennzeichneten drei Teile des Fossils gehen mit nur geringem Größenwechsel durch die vor der Durchschneidungsvornahme 6 cm betragende Länge des

¹⁾ Von den fünf größeren Schliffen (wie Taf. I Fig. 1) und fünf kleineren konnte nur das allerwenigste abgebildet werden; Photographien von mehreren botanischen Einzelheiten können zur Verfügung gestellt werden.

Stammstücks hindurch; da an beiden Enden gleichartige Bruchflächen waren, so muß das Fossil in der Richtung der Stammachse sehr viel länger gewesen sein.

Die Größe der Körnchen am Stammstück ist nicht ganz gleichmäßig; sie sind auch nicht gleichmäßig zusammengeschlossen; näher an der Grenzfläche gegen den inneren Raum lassen eine Anzahl Körnchen je einen schmalen verzweigten „interglobularen“ Zwischenraum zwischen sich, der andersartig erfüllt ist und gegen welche Räume zum Teil die größten Körnchen gelegen sind.

Der Kernkörper des Stammstückes.

Schon die Lupe zeigt vieleckig aneinandergefügte, hellgelbliche, radialfaserige Körner, überwiegend über 1—2,5 mm groß; sie sind durch feine Linien von bräunlicher Farbe getrennt, dabei engstens an- und ineinandergeschlossen; es zeigen sich auch Stellen fehlenden Zusammenschlusses und zwar da, wo die Körner nicht eckig ausgewachsen sind, sondern gut rundlichen Umriß haben; es sind hier bis 1 mm breite, hauptsächlich zu den Längsseiten des Kanalschlitzes verteilte „Interglobularlücken“. Völlig rundliche, kugelige Gestalt haben auch die innersten Kerne mancher Körner und kleinere an der äußeren Grenze des Stammquerschnitts, da wo der Innenkanal an sie nahe herantritt (bei Fig. 1 nicht zu sehen); man kann hier von „Sphäroiden“ reden.

Das Mikroskop zeigt in den Körnern ein fein radialfaseriges Gefüge; zurücktretend ist der ringschalige Bau; das Fasergefüge läßt in der engeren Gruppierung der Fasern etwa das erkennen, was KALKOWSKY bei den Oolithen die „Spindelstruktur“ nennt, d. h. die zuerst radial ausstrahlenden Fasern schließen sich nach außen oft wieder konvergierend zu doppelt spitzigen Bündeln zusammen. Ein fertiges Oolithkorn mit innerer Spindelstruktur ist schließlich aber nur dadurch rund geworden, daß die äußersten Zwischenspinderräume sich zuletzt wieder geschlossen haben und zwar durch kegelförmige Füllungen, deren Spitzen nach dem Mittelpunkt gerichtet sind; so zeigt sich in manchen Körnern unseres Stückes nicht nur wirkliche Kegelstruktur, sondern auch die Tatsache, daß die Kegel mit ihrer „Grundfläche“ häufig an den Interglobularräumen etwas über den rundlichen Umriß hinaus gewachsen sind und bei gewisser Unregelmäßigkeit völlig das Bild mikroskopischen Tutenspatgefüges (Fig. 6 großes Korn oben rechts) bieten; letzteres ist weiter nichts als die Form eines großsphärolithischen Kegelstrukturwachstums, bei welchem die äußeren Grundflächen der nach dem Mittelpunkt hin gerichteten Kegel nicht eine völlig runde Oberfläche bilden; was hauptsächlich dann der Fall ist, wenn die Ausgangsstelle nicht ein Punkt, sondern eine Schichtfläche ist. — Es zeigen sich an den Rändern der Körner gegen die Interglobularräume auch die treppenförmigen Absetzungen einseitigen Tutenspatwachstums (vgl. Geogn. Jahresh. XV 1902 Taf. 2—4). Seltener ist hier das Auftreten eines deutlichen Fiederwachstums bei benachbarten Strahlen zu beobachten.

Schon mit der Lupe sieht man, daß nur ein Teil der Körner diesen einfachen überwiegend mineralischen Bau besitzt, daß noch andere Strukturzeichen sich fremdartig beimischen; so sieht man besonders von dem länglichen Innenraum dichtgestellte strahlige Streifen nach außen zu durch mehrere strahlig liegende Körner hindurch verlaufen (Fig. 3); diese Streifen biegen nach dem einseitig gelegenen Ende des Innenkanals etwas ab (Fig. 2).

Die erwähnten großstrahligen Streifenlinien erweisen sich unter dem Mikroskop zum Teil als Zellenreihen eines Holzgefüges (Markstrahlen und Holzzellen, Fig. 3—4).

Zunächst sei bemerkt, daß rings um den mehrfach erwähnten Mittelkanal das Zellgefüge ein ganz dichtes ist und aus beiden Hauptelementen besteht (Taf. I Fig. 2); hier treten auch die sphärolithischen Strukturelemente etwas weniger ausgeprägt auf, wenn auch zwischen + Nic. das Achsenkreuz deutlich ist (vgl. S. 6–7 die Beschreibung des kanalartigen Schlitzes).

In dem mittleren Halbmesser des Querschnitts finden sich nun einzelne Sphärolithe, welche ein zwar unvollständiges, aber doch dicht gefügt gebliebenes Zellenband mit zahlreicheren Zellreihen den Markstrahlen und den vieleckig zusammenstoßenden Xylemzellen (mit kleinem Lumen) einschließen; oft sind im Quer- und Radialschnitt nur vereinzelt Zellreihen vorhanden; es sind das hauptsächlich die Markstrahlen, deren Zellen schmal eiförmig verlängert sind. Es ist nun wichtig, daß letztere Zellreihen nur da in guter Erhaltung auftreten, wo ihre längsstrahlige Richtung mit den Durchmesserfasern der Sphärolithe ganz oder annähernd zusammenfallen (Fig. 4) bzw. mit ihnen in nächster Nähe gleichlaufen; wo aber die Zellreihen die Faserlinien der Sphärolithe stärker durchschneiden oder völlig kreuzen, da sind jene im Zickzack verbogen oder häufiger völlig zerrissen (Fig. 4), in den Zellhöhlungen zerdrückt und ihr Verband aufgelöst; nicht selten erscheinen die Bruchstücke der Zellreihen in mehr und weniger tief Trichterförmig angeordneten Stufenabsätzen durchaus Tutenspatartig aneinandergereiht. Da streng genommen nur je eine Zellreihe und eine Durchmesserfaserlinie zusammenfallen, so kann es vorkommen, daß gerade nur ein oder zwei Zellenstrahlen in dem Sphärolithkern wohl erhalten bleiben. Man sieht auch nicht selten stärkere Zellreihen in einer breiteren Mittelzone der Körner erhalten, ja in gewissen Zonen durch die ganze Breite der Körner hindurchziehen, wobei auch die zwischen den Markstrahlen mit offenbar widerstandsfähigen Zellen liegenden Holzzellen noch wohl erkennbar sind; das ist der andere Grenzzustand, in welchem das mineralische Fasergefüge weniger deutlich ist und nur unter Anwendung der Polarisation sichtbar wird. Am ausgeprägtesten bei einfachem Licht ist das rein mineralische Gefüge da, wo alle Zellerhaltung fehlt, wie dies auch, und zwar bei einer nicht geringen Zahl von Körnern beobachtet werden kann (Fig. 6).

Während nun in den bis jetzt beschriebenen Teilen des Stammkernes eine radiale Reihung, ja sogar eine ursprüngliche strahlige Streckung der Zellelemente noch deutlich ist, schließt sich hieran nach außen zu eine schmale, engstens zugehörige Ringzone, wenn gleich sie auch nicht überall mehr, besonders nicht auf der Seite des einseitigen Schlitzes und der entgegengesetzten kürzeren Seite gut erhalten ist. Dieser Ring besteht aus dichtgefügt, in mittenstrahliger (radialer) Richtung zum Teil abgeplatteten, zum Teil nur verkürzten, peripher angeordneten, enghöhligen, Steinzellenartig durchröhreten Zellelementen der „Rinde“ (konnte nicht mehr abgebildet werden). Auch hier erhält der nicht mit dem pflanzlichen Gewebbau näher Vertraute die Ansicht, daß diese Ringzone in radialer Richtung stark auseinandergerissen, stellenweise ganz aufgelöst und die Bruchstücke nicht selten trichterförmig-stufig angeordnet wären. Weil hier das Zellgefüge ausgesprochen ringförmig verlängert ist, so tritt hier der umgekehrte Fall ein wie innen, die strahligen Richtungen im Sphärolithkorn sind hier nicht formerhaltend, sondern eher die darauf senkrechte rings umlaufende. Trotz der Gefügeunterschiede haben fast überall die peripher liegenden Körner einen Queranteil an der ganzen Rindenschicht; die dunklen Bündel des Achsenkreuzes teilen sich beim Drehen des Objektisches im Übergang in die Rindenschicht bzw. biegen etwas unregelmäßig ab;

die Grenze von Holz und Rinde war also die Fläche einer kleinen Wachstumsabänderung des Sphärolithkorns, eines kugeligen Ansatzes mit kürzerem Krümmungsradius. Es ist dabei hervorzuheben, 1. daß die äußeren Teile der radialen Zellreihen unter der Rinde eine deutliche Verbiegung erkennen lassen, 2. daß die regelmäßige Sphärolithausbildung in der äußeren Rinde streckenweise völlig unterbrochen ist, stellenweise die die Sphärolithe trennenden bräunlichen Anreicherungen von innen nach außen allmählich auskeilen und das Sphärolithgefüge nur noch andeutungsweise in einem Rest der Faserstrahlung erkenntlich ist, welche fast mehr auf eine feine Faserkörnelung herauskommt.

Wie ist diese bemerkenswerte Erhaltung bzw. Änderung des pflanzlichen Gefüges zu verstehen? Es kommt bei einem kristallinisch faserig versteinernenden Gewebe natürlich viel auf die Richtung an, in welcher die Kristallfasern am leichtesten auswachsen können. Für die radial verlängerten Markstrahlencellen ist der Lösungsdurchzug und -ersatz in der eigenen Richtung der natürlich gegebene, hier sind die wenigsten oder am leichtesten zu überwältigenden Hemmungen zu denken, dagegen eher quer dazu im gleichen „wagrechten“ Schnitt; hier können Hemmungen in kürzeren Räumen und zahlreichen Wänden erkannt werden. Ferner ist eine zweite, senkrecht zu den Markstrahlen laufende Lösungsdurchzugs- und Fasernwachstumsrichtung in der Richtung der zwischen den Markstrahlen liegenden, meist längsgestreckten und mit breiteren Längsgefäßräumen versehenen Holzgewebe gegeben; die dickwandigen Holzzellen werden aber auch in allen nicht gerade annähernd mit ihrer Längsstreckung übereinstimmenden Richtungen dem mineralischen Wachstumsdruck sich entgegenstellen und zerrissen werden, besonders da wieder nach den Gefäßen hin ein Ausweichen möglich ist.

Während daher im wagrechten Querschnitt die zu der Rinde strahlig gerichteten Zellreihen gut erhalten und die parallel der Rinde laufenden Sphärolithfasern diese Zellen zerrissen haben, erscheinen im senkrechten Längsschnitt durch das Holz (Fig. 5) die parallel der Rinde (aufwärts) gerichteten (senkrechten) Holzfasern meist deutlich erhalten, während die quer zur Rinde gerichteten Sphärolithfasern diese Gewebeteile zerrissen und undeutlich gemacht haben. Die Widerstände, welche sich einem ungehinderten Faserwachstum entgegenstellten, sind endlich durch dieses beseitigt worden. Die gute Zellerhaltung in den Körnern ist also in zwei aufeinander senkrecht stehenden, in der Mitte sich kreuzenden, sanduhrförmigen Räumen gegeben.

Freilich gibt es auch wieder genug Stellen, in welchen das Faserwachstum in keiner Richtung an der Zellenordnung etwas geändert hat; es sind also dann die Durchlässigkeitsverhältnisse in allen Richtungen gleich gewesen. Es kann dies sowohl in jungen Holzteilen oder in solchen möglich sein, in welchen die holzigen Festigungen nicht zu unterschiedlich sind, so daß eine gelinde Erweichung wieder allseitig gleiche Zustände herstellt.

Über Schwefelkies und Quarz in diesem Teil des Knollens s. S. 5—7.

Es ist oben erwähnt worden, daß stellenweise eine gewisse Ringschalung an den Körnern zu bemerken ist, sowohl im Kern als nach dem äußeren Umfang des Kornes, im ganzen drei und vier in einer gewissen Zone; davon sind drei graulich und eine gelblichbraun; sie kommen nur miteinander vor. Letztere ist eine auch bei großer Vergrößerung gleichmäßig schwerauflöslche Färbung von Brauneisen. Erstere besteht dagegen in einer Anreicherung von kleinsten strahlig aber unregelmäßig faserig-filzig verlängerten Hohlräumchen, wie solche in gleichmäßiger und

geringerer Verteilung durch den ganzen Sphärolithkörper verfolgt werden können. Es sind Folgen zersprengter, eingeschlossener und später ausgelaugter Holzzellenteilchen, pflanzliche Reste, welche zur Zeit der Umwachsung noch nicht derart durchweicht waren, daß die Kristallisation durch sie hindurchging, wie durch ein Lösungsmittel; vielleicht handelt es sich auch um Ausflockungen organischer Substanz durch Kalk. Es scheinen einzelne ganz schmale Schalenanzeichen fast Fugen zu sein, an welchen also eine ganz dünne Lage solcher feinsten pflanzlicher Teilchen in dichter Aneinanderlagerung hautartig gebildet war; an derartigen Lagen drückt die Kegelkristallisation Teilstücke strahlig etwas nach außen; es scheint ein Beweis zu sein, daß die Faserung in der vorliegenden Endform hier jünger ist als die Schichtung.

Es wäre dann die Schichtung aufzufassen als eine erste Ausfällung in der organischen Lösung, welche gleich gerundet mit der Kornoberfläche, vielleicht als Ausflockung in pflanzlicher Faullösung, eine ähnliche Stellung einnähme, wie z. B. die Opalbänderung im Achat (vgl. S. 11).

Der einseitig verdickte hüllenartige Außenkörper.

Er besteht aus zahlreichen der Längsachse des Stammkörperquerschnitts gleichgelagerten länglichen schmalen Teilchen, welche an der einen Seite etwas an dem Stammteil herauf- und herabgebogen erscheinen. Unter dem Mikroskop zeigt sich hier die Erhaltung von Pflanzenresten und ihres Zellengefüges besonders schön und vollständig; es treten hier rundliche Durchschnitte von Stengeln und Wurzeln, aber auch zahlreiche langgestreckte Querschnitte von blattartigen Pflanzenteilchen auf; dazwischen liegen auch Fragmentchen von Holz etc. Diese ganze Masse ist nun bis auf wenige Ausnahmestellen auch wie das Stammstück, wenn auch unregelmäßiger sphärolithisch versteinert.

Die Ausbildung der sphärolithischen Struktur ist hier im allgemeinen deswegen nicht so deutlich, weil nicht nur viele getrennte Einzelgebilde vorliegen, sondern auch sehr verschiedene Zellen- und Gewebeformen das Bild verwirren und die Grenzen der Körner undeutlich werden lassen; an manchen Stellen scheint das sphärolithische Gefüge auch einseitig und halbkugelig zu sein: bei Anwendung gekreuzter Nicols zeigt sich aber auch, daß oft nur verschiedene Deutlichkeit an den Grenzen verschiedener Einzelteile vorliegt. Das Achsenkreuz des vollkommenen Sphärolithenbaus tritt fast überall auf.

Dann zeigt das mineralische Gefüge einzelner Körner, daß ihr einseitig scheinender Kern aus einer stärker lichtbrechenden und helleren Ausscheidung besteht, welche nicht ganz regelmäßig zackig in die äußere Zone mit den feinfaserigen Spindeln hineinragt; zwischen gekreuzten Nicols sieht man diesen Zacken des inneren Kerns entsprechende lebhaft gelbliche und stellenweise violett-blau-graue Interferenzfarben gegenüber dem hellblaugrauen Farbenton der kalzitischen Zone. Auch die Säureprüfung stellte fest, daß in dem Außenkörper eine nicht unbedeutliche Menge von unauflösbarer Substanz enthalten ist; darnach kann jenes Mineral nur Quarz sein, was auch die chemische Analyse durch Herrn Dr. ADOLF SCHWAGER bestätigte (vgl. unten). Diese Beteiligung von Quarz am Aufbau der Sphärolithe ist nun nicht nur auf den Außenkörper beschränkt, sondern dringt auch von da aus etwas auf den Kernstamm über. Es ist nun die Frage, ob er gleichzeitig mit dem Kalzit zur Ausfällung gekommen ist; es sind nämlich Partien dieses vom Quarz im Wachstum seitlich umfaßt und mit queren Brücken nach außen abgeschnitten (vgl. unten). Es

kann aber sehr wohl möglich sein, daß der Quarz (vgl. S. 7) auf Kosten des Kalkspats gewachsen ist und Reste der Auflösung umschließt. Der Quarz ist nicht faserig, sondern stengelig körnig gewachsen. Wie in der Außenzone das Auftreten von Quarz ein auffälliges ist und nur ganz wenig in die Rinde des Holzstammes eindringt, so ist es auch mit den Stengelquerschnitten der Außenzone; hier zeigt in der Rinde sich ebenso der Quarz, während das schön erhaltene innere Holz- und Markgewebe nur bzw. mehr oder weniger gleichmäßig verkalkt ist. Die Verquarzung reicht in einem Sphärolith oft nur bis zur Korngrenze oder innerhalb des Kornes z. B. nur bis zu einer Ebene, welche Spaltebene in dem schon kalkerhärteten Körper gewesen sein dürfte.

Ein weiteres Mineral ist in diesem Außenkörper reichlicher als innen eingeschlossen; undurchsichtige Züge, Restausfüllungen von Lücken bieten bei auffallendem Licht einen silbergrauen Metallglanz; es ist Schwefelkies (vgl. chemische Analyse); er führt keine Anzeichen von Oxydation; er nimmt dahin zu überhand, wo die kohlige, keine Zellen zeigende Zwischenmasse sich anreichert, also z. B. nach dem einseitig gelegenen Ende der mehrerwähnten schlitzartig umgrenzten Einschlußmasse zu.

An mehreren Stellen der Schiffe kommen braune, schlecht durchsichtige Flecken vor von halb dickschaligem Bau, deren äußere Schale meist gleichmäßig heller ist als die innere; solche Schalen sind stets voneinander durch unregelmäßige Bänder von querfaserigem Kalzit getrennt. Es sind mit organischer Substanz gemischte Flecken von Eisenoxydhydrat von verschiedener Zusammenziehungsstärke welche daher beim Eintrocknen voneinanderreißen (S. 8 Bild b).

Die Füllung der schmalen seitlichen Höhlung.

Es wurde oben kurz dargelegt, daß dieser schmale Raum, der hauptsächlich der zusammengepreßten Markhöhlung des Holzstammes angehört, nicht nur zu dem Kernstamm, sondern auch zu dessen Außenkörper so einseitig gelegen ist, daß an seinem nahe unter die Oberfläche reichenden Seitenende nur eine geringe Hülle sphärolithisch versteinerten Holzes liege, welches sich sehr rasch in ein schmales Band kleinerer, in schwarzbrauner kohligter Zwischenmasse liegender, ringsum sonst freier, daher kugeligter Sphärolithe auflöse, um welche sich die gemeinsame, fast kohlige Hüllmasse herumschließt. Der Außenkörper mit seinen stengel- und blattartigen Einschlüssen ist nach diesem Ende des Stamms ausgekeilt, desgleichen die „Rinde“ des Stammkernes. Was hier vom Schlitzende nach außen zu liegt, hat mit kleinen runden Sphärolithen an einer Stelle bloß eine Dicke von ungefähr 3 mm, während das entgegengesetzte Ende von dem nächsten Punkt der ihm zugehörigen Oberfläche 50 mm weit abliegt.

Hiernach ist es verständlich, wenn der Raum ganz nach Art des Außenkörpers mit zahlreichen allerdings viel kleineren Holzsplitterchen und auch Blatthäckseln erfüllt ist; die sphärolithische Versteinerung besteht hier mehr aus Kieselsäure (Quarz), deren Ausscheidung auch hier in die nächst benachbarten Holzteile des Stammes übergreift. Die Restlücken zeigen auch ziemlich viel Schwefelkies.

Nach dem Innenrande des offenbar seitlich an einer Stelle außerhalb des vorliegenden Stammbruchstückes an dessen Oberfläche ausmündenden Schlitzes ist eine größere, von pflanzlichem Detritus nicht mehr erfüllte Lücke geblieben. Diese Lücke (Fig. 2) wird durch eine Überkrustung von in Körnern nicht scharf geschiedenem feinfaserigen Kalkspat mit Quarz fast erfüllt; der innerste dann noch

verbliebene Letztraum ist durch körnigen Kalzit zugeschlossen. Auch in der Kruste sieht man die oben beschriebenen Anzeichen eines von einem Quarzgerippe nachträglich durchdrungenen Faserkalzits.

Der Quarz dringt aber nur ungefähr bis zur Hälfte der Länge der Faserkalzitfeldchen vor und zerteilt sich dabei verschieden lang. — Wenn das ein nachträglich von der Holzgrenze nach beiden Seiten vordringender Umwandlungersatz ist, so könnte die gute Erhaltung des im Quarz eingeschlossenen Xylemgewebes dem widersprechen. Die Markzellenwände sind hier stärker mit Brauneisen belegt, sogar bis zur Füllung der Zellräume; dies könnte schon die gute Erhaltung des erst verkalkten und nachher verquarzten Gewebes erklären. Ich möchte hier noch daran erinnern, daß ich bei einer Verquarzung eines Muschelkalk-Ooliths (Geogn. Jahresh. 1909, XXII., Textbeilage 3 und S. 149 Fig. 4, S. 223—227) im Quarz noch die schwachen Fasertrennungen des Oolithgefüges, sogar mit Brauneisen schwach gezeichnete Drucksuturlinien nachweisen konnte! Die Erhaltung vorher verbrauneisener Gewebe ist bei der Resorption des Kalzits daher nicht seltsam.

Auffällt, daß bei der Erfüllung des innersten Raums mit körnigem Kalzit die innerste Schicht des Faserkalzits zum Teil unregelmäßig abgehoben und von jenem umwachsen ist; es gehört dies in die Reihe der kleinen Druckvorgänge, welche auch bei der Bildung von größeren Klarkalzitfeldern am Zwischenkugelsaum auftreten (vgl. S. 8 und S. 9), welche sogar die Kugeln etwas gegeneinander verschieben (vgl. Fig. 6) und nicht leicht zu deuten sind.

Der Erhaltungszustand und Einzelheiten des Gesteinsgefüges.

Was die Sphärolithe selbst betrifft, so zeigt sich eine hervorragend schöne Erhaltung des sehr feinfaserigen Gefüges und seiner Bündelung zu Spindeln und Kegeln; dies ist jedenfalls in einem ursprünglichen Endzustande überliefert; auch das Einschluß- und Verteilungsverhältnis der mineralischen Strukturen zu den Zellen, Zellstrahlen und selbst feinsten Zellfetzen ist ein so geordnetes und gesetzmäßiges geblieben, in den wechselnden Änderungen so voller gleichartiger Übergänge, so ohne schroffe Unterbrechungen, daß der erste Anblick zu der Überzeugung genügt, daß hier nach der Umwachsung und Durchwachsung beider Strukturelemente keine irgendwelche Gefügeänderung, nicht einmal im kleinsten, eingetreten sein könne. Vereinzelt kleinliche Druck-Einrichtungsabsprengungen an den Sphärolithen in geringem Umfang sind mit Kalzit erfüllt (S. 8).

Bei großer Vergrößerung ist die Faserspatmasse durchaus nicht klar, sondern eine große Anzahl kleinster schwach strahlig verlängerter, unregelmäßig zerfaserter, Undichtigkeiten (Hohlräumchen) weist auf den ursprünglichen Einschluß kleinster Fetzen, da wo das Zellengefüge in gleichmäßiger Faserspatmasse nicht erhalten ist; es sind das offenbar kleinste Xylemfetzchen, welche sich von den besser mit Brauneisen durchsetzten und erhaltungsfähig gemachten Markstrahlzellen durch Helligkeit gut unterscheiden. — In der Mitte einiger der inneren Körner, welche mehr nach der vom Außenkörper freien Seite gelegen sind, zeigt sich eine gewisse Zermürbung, welche auf eine Fortführung von Substanz hinweist; diese Kerne sind auch meist etwas trüb als Folge von Undichtigkeiten, welche die leichte Zermürbung wohl bedingen (s. oben S. 4).

Wo die Interglobularlücken etwas größer werden und in ihnen zum Teil eine verdichtete bräunliche Substanz, zum Teil schwächere Unreinigkeiten derselben Art

(Brauneisen und organische Substanz) enthalten sind, da zeigt sich zwischen ihnen und den Sphärolithen ein schmaler Saum hellklaren, gegen die leicht gelbliche Färbung der Faserkörner sich scharf abhebenden Kalkspats, der etwas gröberkörnig ist, dabei doch schwache und auch unregelmäßig strahlige Verlängerung der Individuen und Neueinschaltungen von solchen aufweist; stets dringt dieser Saum von „Klarkalzit“ zwischen Sphärolith und Zwischenraumfüllung. Ich glaube fest, daß dieser Klarkalzit als ein Anzeichen nachträglicher Veränderung bzw. Ergänzung des ursprünglichen Zustandes, also als Neubildung und Umwandlung anzusehen ist (vgl. S. 7).

Auch in dem Außenkörper verhält sich im allgemeinen das Kleingefüge noch möglichst unverändert; außer jenen für den Stammkörper erwähnten geringen Anzeichen sieht man an einem einzelnen Stengelquerschnitt (Bild a) der gleichen

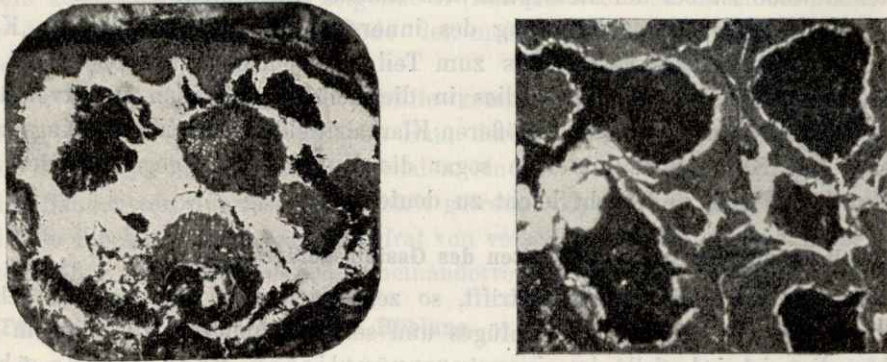


Bild a links. Seitlich beschnittenen Bild des in senkrechter Richtung zusammengedrückten Stengelquerschnitts in dem Außenkörper des Knollens in 11–12 facher Vergrößerung; wahrscheinlich zu der Pflanze des großen Stammes gehörig. Die nach außen zu zerrissene Rinde ist oben und unten weniger beschnitten; sie ist an der Mitte der Unterseite nach innen gefaltet, ebenso an mehreren seitlichen Endpunkten und Seiten (nicht sichtbar) und vom Stammkörper etwas gelöst. Der Holzteil ist zum Teil oben, unten und an der rechten Seite in Zusammenhang mit der Rinde und an einer Stelle (rechts Mitte) in Zusammenhang mit dem Markgewebe, welches in zwei stärkeren Armen in primäre Markstrahlen übergeht; es ist in seinen Zellen gedrückt und geknittert. Zwischen diesen im Zellengefüge sehr gut erhaltenen Resten ist ein weites Feld von großkörnigem strahligem Klarkalzit, in dessen Mitte sich stark mit Braunerde, besonders zwischen den Kristallen durchsetzter Kalkspat befindet, mit geringen Zellgeweberesten. Die beiden Kalzitfelder sind auf Resten von nachweisbaren sphärolithischen Anlagen entstanden.

Bild b rechts. Verschieden tief gefärbte Brauneisen-Kalkspatfelder, getrennt durch offenbare Zerreißungslücken an den Grenzen der stärkeren und schwächeren Vereisung. Sie sind an verschiedenen Stellen der Außenhülle verteilt; erscheinen stellenweise als Restlückenfüllungen, sind nur in einem Fall von Klarkalzit umgeben, welchen sie übrigens in den inneren Zerreißungssprüngen zur Genüge haben; es beweist die Schrumpfung vorher gequollener und amorpher Masse und die angesaugte Durchtränkung mit Kalklösung. — 20malige Vergr.

Pflanzenart, welcher auch das Stammstück angehört, inmitten des normal sphärolithisch versteinerten Gewebes unregelmäßig verteilte Inseln oder Felder körnigen Klarkalzits, in welchen keine Zellstrukturen erhalten sind. Der Querschnitt zeigt die an einer Stelle unterbrochene und daneben gefaltete Rinde mit längs dem Umfang gestreckten Zellen und senkrecht dazu in Fetzen zerrissenen Zellschichten, an welche sich innen Teile wunderbar erhaltenen Holzgewebes mit Gefäßen und Markstrahlen in unregelmäßigen Lappen anschließen und an einer Stelle rechts eine schmale Verbindung mit dem Mark erhalten zeigt, welches mehr weniger aus großen runden Zellen mit doppelten Zellwänden nur teilweise erhalten ist. Ein Teil

der lappigen Holzreste zeigt feinfaserig sphärolithische Erhärtung, ohne eine Spur von Zerreißung der Gewebe und z. B. sehr gute Erhaltung der Schichtungsanzeigen der dicken Holzzellenwände.

Es treten nun in den zwischen diesen Zell-sphärolithen liegenden zellgefüge-freien Zwischeninseln zwei verschiedenartig gefärbte Kalzitfelderungen auf, eine äußere helle (Klarkalzit) und eine innere in den Trennungsflächen stärker unrein braunefärbte, deren Farbe auf den Einschluß von Brauneisen zurückzuführen ist. Die Trennungsfugen der oft großen Kristalle des Klarkalzits verzweigen sich nach außen zu fast regelmäßig, wenn auch ungleichmäßig; in den Flecken mit der Brauneisanreicherung macht das fast den Eindruck von dendritischen Ansamm-lungen davon; dabei zeigt die Umgebung innerhalb desselben Stengelquerschnitts Sphärolithe mit feinsten Erhaltung der pflanzlichen Struktur (Bild a).

Diese Umwandlungsfelder sind im großen und ganzen genommen „inter-globular“; sie schließen sich in der Entstehung an die interglobularen Füllungen des Innenkörpers und den „kalzitischen Saum“ an; man sieht hier einen allerdings schmalen Saum von Klarkalzit.

An den mehr gradlinigen Berührungsflächen der vieleckigen Sphärolithe hat man eine Häufung von aus den Markstrahlzellen stammenden, dorthin verdrängten Brauneisenflocken; hier zeigt sich kein Klarkalzitsaum, der sich fast an allen Kugelflächen der Zwischenkugelmasse einstellt und eine Scheidung darstellt, welche an den Berührungsflächen selbst nicht eintreten kann und welche in dem erwähnten Stengelquerschnitt der Außenhülle in so viel größerem Maßstab, jedoch in völliger Gleichheit der Anordnung der Kristallteilchen u. s. w. erscheint. — Die Außenränder der Sphärolithfelder des Stengelquerschnitts (Bild a) unterscheiden sich von den Sphäro-lithen, daß jene an der Grenze gegen den interglobularen Klarkalzit nicht scharf kugelig rundlich abgegrenzt sind; ich habe aber an mehreren kleinen Stellen jedoch gesehen, wie die Klarkalzitbildung in die Sphärolithen randlich übergreift und diese sich in Korn und Reinheit der Kristalle verähnlicht; der Klarkalzit und die Brauneisenfelder sind also offenbar jüngeren Alters und entsprechen einer Umwandlung der ursprünglichen Sphärolithausscheidung nach kleinen Zersprengungen (S. 7), einer erhöhten Mineralisierung und Gewebebildzerstörung; sie besteht in einer Ausscheidung des Kalzits an der Grenze der Sphärolithe und in einer Ver-drängung der Brauneisenflocken nach dem Innern der Zwischenkugellücken; da hier in Bild a die Markzellen deutlich durch Druckwirkungen vom Sphärolithrand her eine entsprechende randliche Verschmälerung erlitten haben, so muß vom Inter-globularraum her eine Zusammenpressung ausgeübt worden sein, welche sonst in den Kugeln fehlt, welche sich aber an den abgestutzten Kegelendflächen des Faser-gefüges geäußert hat. Diesen Druck messe ich der Quellung des in der Zersetzung etwas weiter vorgeschrittenen pflanzlichen Gewebes bei, welche auch bei dichten und kristallisierten Geoden (vgl. Geogn. Jahresh. 1902 XV. Taf. II Fig. 15) offenbar eine große Rolle spielt. Die spätere Zusammenschrumpfung der gequollenen Massen verursacht die Klarkalzitsäume und -felder, auch jene zwischen den verschieden dicht angereicherten Brauneisenfeldern in dem Außenkörper, wobei die Schrumpfung des kolloidalen Brauneisens mithilft (Bild b), das Pflanzliche den Unterschied in seiner Anreicherung als Ursache der Zersprengungen bedingt.

Der Schwefelkies tritt (S. 6) in erster Linie in der kohligeren scheinenden Hülle auf und zwar in deren wirklich kohligem Zwischenräumen zwischen den Pflanzenteilchen des Außenkörpers und ebenso besonders angehäuft in dem Teil

des Markschlitzes, welcher jener Hülle zunächst gelegen ist. Er ist in einer ziemlich gleich bleibenden Randbreite um den ganzen Knollen angereichert, so daß er auch an der Seite, wo der Stammkörper zu Seiten des Schlitzes der Oberfläche des Knollens sich sehr nähert (Fig. 1 links), noch in den Sphärolithen selbst auftritt; es zeigen sich da viele kleine FeS_2 -Körnchen, welche radial, wenn auch nicht so ganz regelmäßig zwischen die Faserbündel und einzelnen Fasern eingefaßt sind; man könnte fast meinen, daß sie von letzteren primär umschlossen wären; nach außen zu, wo die Sphärolithkörnchen kleiner werden und sich mehr und mehr vereinzeln, da sieht man deutlich, wie in ganz unregelmäßiger Weise die Sphärolithe von Kies durchwachsen sind und Gebilde fast wie als Pseudomorphosen von Schwefelkies nach den kleinen Sphärolithen auftreten; ich habe aber die Ansicht, daß der Schwefelkies zuerst in Körnchen als staubiger Niederschlag entstanden ist, dann von der beginnenden Sphärolithbildung und ihren bewegenden und richtenden Wirkungen, von welchen das Zellenbild Beweise liefert, zu kleinen Gruppen zusammengeschlossen und gestreckt wird bzw. auch für sich strahlig zusammengewachsen scheint. Das Auftreten von Schwefelkies hängt jedenfalls mit dem Vorgang der Fäulnis und ersten Verkohlung der organischen Reste zusammen (vgl. oben S. 6); er ist eine frühe, wie die Anreicherung in der Häcksel-erfüllten Markhöhle beweist, von diesen Weichteilen geleitete, der ersten Zeit der Pflanzenversteinerung angehörige Einsprengung, welche sich daher besonders an den Umfang des Fossilkörpers hält.

Eine spätere, nicht tief dringende Umwandlung besteht in einer beschränkten Umkristallisation leicht zugänglicher Teile hauptsächlich des weniger bzw. nicht faserigen Kalzits und einer Hydroxydierung des Schwefelkieses an den Stellen des erwähnten Pyritauftretens. Davon ist aber ein Auftreten von Brauneisen getrennt zu halten, welches der ersten Zuführung des Eisens nach dem pflanzlichen Gewebe entspricht, welche bei geringem Umfang der Bisulfidbildung (Schwefelzufuhr aus dem faulenden Pflanzengewebe) in ursprünglichem Zustand verharrt. In den Markstrahlen und Rindenzellen ist jedenfalls eine schwache ursprüngliche Zuführung von kolloidalem Brauneisen in den Zellraum, an die Zellwände und Kanälchen angelagert erhalten; hier hat keine Bisulfidbildung stattgefunden; eine ganz schwache Durchtränkung ist auch in den verkalkspateten Zellwänden des Holzgewebes vor sich gegangen.

Die chemische Zusammensetzung der Versteinerung.

Analyse von Dr. ADOLF SCHWAGER; a) Der innere Stammkörper mit der vorwiegend sphärolithischen Struktur, b) die äußere Hüllmasse mit den zahlreichen Pflanzenrestchen (eingeklammert): CaCO_3 94,11 (81,09), MgCO_3 2,66 (2,76), SiO_2 0,49 (9,29), Fe_2O_3 0,47 (1,92), S 0,31 (0,28), MnO Spur (0,09), Organ. 2,21 (4,77).

Das reichlichere Auftreten von organischer Substanz in der äußeren Hüllmasse ist auf die hier zwischen den Körnchen, nach außen mehr überhandnehmende kohlige Zwischensubstanz zu rechnen. Das stärkere Auftreten von Fe_2O_3 hängt hiermit innigst zusammen, ebenso von Schwefeleisen; es ist Brauneisen in größerem Umfang nicht zu Schwefeleisen umgewandelt worden. Der hohe Gehalt an Kieselsäure im Außenkörper hängt mit der Beteiligung von Quarz am Aufbau vieler Sphärolithkörner dieser Region zusammen. Gemäß des höheren Kieselsäuregehalts in b) tritt hier auch der Kalkgehalt stärker zurück, während MgCO_3 fast gleich bleibt.

Was nun die mineralogische Charakterisierung des Kalkkarbonats betrifft, so gibt in erster Linie die chemische Analyse und die Bestimmung des

spezifischen Gewichts (7,658) den besten Anhalt; es handelt sich hiernach also zweifellos um Kalkspat; zudem habe ich noch die Meigen'sche Lösung angewendet (zugleich im Vergleich mit typischen Aragonitschalern) und konnte keine Spur einer Färbung feststellen.

Die Substanz ist also kein Aragonit, trotzdem die Faserung so sehr fein ist, daß die Auflösung der größeren spindeligen Faserbündelungen in die letzten Faserteile nur an Schliffpartien von außerordentlicher Dünne und bei starker Vergrößerung gelingt.

Über die Art des Wachstums der Sphärolithenmasse.

Es wurde oben hervorgehoben, daß vereinzelt am Umfang oder in Interglobularräumen liegende Sphärolithe oder interglobular einseitig freiliegende Teile in ihrer Umgrenzung durchaus kugelig sind, daß das gleiche für die inneren Kerne und älteren Zuwachsringe gilt, selbst wenn zwei Körner zu einem größeren vereinigt sind. Dies leitet zu dem Falle über, der an charakteristischen Stellen durch die ganze Stammlänge hindurch deutlich ist, daß eine Schalung auch in der äußeren Hälfte des Kornhalbmessers zu erkennen ist. Die innere Reihe von Schalungslamellen, welche als Zuwachs in jeder einzelnen Faser, Faserbündel oder -kegel sich erkennen läßt, ist noch kreisrund, die äußere ist aber durch das polygonale Aneinanderstoßen unterbrochen, wenigstens für je ein Korn; für eine Reihe aneinander liegender Körner aber nicht, da die Schalung genau an der Berührungsstelle, wo sie am einen Korn aufhört, am Nachbarkorn weitergeht und so fort, so daß man von dem Bilde eines für viele Körner (z. B. 15 auf 30 mm Länge) gemeinsamen, von dem Zwischenkugelraum hie und da etwas unterstützten Schalenzuwachses sprechen kann. Dies ist auffällig z. B. auch an den langgezogenen größeren Interglobularlücken zu beobachten; denn nur das einseitige Fehlen des Zusammenstoßens der Körner, woselbst kein Zuwachs stattfinden kann, läßt einen für mehrere Körner gemeinschaftlichen Schalungszuwachs möglich sein. Dieser Zuwachs ist im Innern der Körner kugelig oder sofort wieder Ringsschale, wo freier Platz zu ihrer Entwicklung geboten ist.

Das Schalungsanzeichen ist nun nicht lediglich an die Zwischenkugelfüllungen geknüpft; in der Hälfte des eckigen Querschnitts, des Stammes mit dem dicken Teil der Häckselhülle, wo an anderen Querschnitten als Fig. 1 größere Füllungen dieser Art zu beobachten sind, fehlt durchaus die Ringsschichtung, wie auch in den größeren hier angrenzenden in der Hälfte mit der Markhöhle. Sie tritt ungefähr am äußeren Ende der Markhöhlung auf und zieht sich an dieser etwas entlang und schief quer nach außen, wo sie in schmalen Band unter der Rindenschicht entlang läuft. Da hier auch große und kleine Sphärolithe liegen, welche gleicherweise an diesem Zuwachs teilnehmen, wie auch ebenso große im nicht schalig gezeichneten Abschnitt liegen, so ist dieses Zuwachsanzeichen die Folge einer Ausscheidungsunterbrechung oder -beimischung, welche auf eine Beeinflussung von dem äußeren Teil der Markhöhlenlänge her hinweist. Es ist oben schon der Tatsache gedacht worden, daß die Rinde mit den Korkzellen eine Änderung in dem Sphärolithenwachstum verursacht; die Sphärolithen der Seite außerhalb des Außenrandes der Markhöhlenlänge haben offenbar allen Lösungszug mit von außen, doch war ihr Wachstum beschränkt vielleicht durch die frühe Anhäufung von Schwefelkies; hier fehlt auch zugleich die schützende Rindenschicht zwischen dem Holz und kohliger Hülle, so daß die Holzzellensphärolithen auch Schwefelkies von

außen erhalten; dies ist nicht der Fall, wo die Rindenschicht auftritt, welche eine bessere Gewebeerhaltung bedingt. Wenn also von dem äußeren Ende der Markhöhlenfüllung ein einheitliches Gefügekennzeichen ausgeht, welches sich nach der entgegengesetzten Seite und zugleich nach außen hin erstreckt, so liegt der Gedanke nahe, daß das gleiche auch für den übrigen Teil des Stammes in Beziehung auf den inneren Teil der Markhöhlenlänge gilt, daß die Markhöhle mit ihrer nicht allzudichten Füllung einen wichtigen Teil der Zuleitung für die Kalklösung darstellt, wie sie auch für Quarz, Schwefelkies bzw. Brauneisen für sich selbst als Zufuhrweg gedacht werden muß; sie ist sozusagen ein innerer Seitenkanal der Hauptzuleitung von der gleichgearteten Außenhülle her, welche die gleichen Reste, nur in größerer Häckselform, enthält; das Eindringen von außen durch die einheitliche Rindenschicht ist in gewissem Umfang beschränkt oder verlangsamt. Wo diese fehlt, ist übrigens auch, nach innen fortschreitend, die Erhaltung des pflanzlichen Gefüges sehr vermindert (S. 3).

A. JOHNSEN hat im Zentralblatt für Mineralogie etc. 1909 der Entstehung des dodekaëdrischen Kalks und dessen angenähert regelmäßigem Auftreten im Karlsbader Erbsenstein eine theoretische Studie gewidmet. Es wird hierbei die Annahme der Bildung der Erbsensteine durch sprudelnde Bewegung vorausgesetzt.

Mit Beziehung zu dem Vorkommen der Sphärolithe im Innern eines größeren Pflanzenrestes betrachtet, ist ohne weiteres klar, daß ebensowenig wie bei einer gemeinsamen Schalung, so auch beim Vorhandensein durchstreichender Zellenstränge von einer „Drehbewegung“ der Kornanlagen die Rede sein kann, daß aber der Raum ihres Auftretens und ihrer Entstehung ein allseitig ziemlich gleichartiger ist, und daß, sobald nur an einer Stelle die Anlage eines Kornes möglich ist, dieses auch rundum gleichmäßig ausgebildet sein, d. h. kugelig ausgewachsen wird.

Der Zustand der organischen Reste zur Zeit der Kalkausfällung.

Im Innern eines geschlossenen organischen Gebildes und seines noch im wesentlichen zusammenhängenden Gewebes fand also die Sphärolithenbildung statt; in welchem Zustand ist nun das organische Gerüst gewesen? — Die beste flächenhaft ausgedehnteste Erhaltung des Zellgefüges an verschiedenen Stellen des Außenkörpers tritt zunächst in der Außenoberfläche des Stammes bzw. der Rinde und der einseitig gelegenen Markhöhlung auf; nach innen zu ist die Erhaltung unvollständiger bis zu völligem Fehlen von eingeschlossenen Zellstrukturen in allmählichem Un deutlich werden. In diesen „äußeren“ Zonen ist auch die Beteiligung der Kieselsäure, des Braun- und des Schwefeleisens am Sphärolithenwachstum zu erwähnen; wenn erstere auch vielleicht als nachträglich aufgefaßt werden kann, so bezeichnen sie doch die Stellen, woselbst von außen her die Stoffzufuhr vorwiegend stattfand, welche also auch das Gewebe noch in bester Erhaltung antrafen; trotzdem muß das Holzgewebe eine Erweichung erlitten haben, mit dieser müssen auch Stoffverluste (Vergasungen durch Selbstzersetzung) eingetreten sein, sonst hätte ja trotz der Erhaltung der Zellgefügeflächen nicht ein so vollständiger Ersatz durch anorganische Stoffe sehr bald eintreten können. Es fand aber auch eine mechanische Zerrei ßung durch die kugelige Faserkristallisation statt; es ist offenbar durch fortschreitende Erweichung und Zersetzung ein Unterschied in den verschiedenen Gewebeteilen eingetreten, welche einerseits die Auskristallisation beschleunigt und dabei die Unterschiedswiderstände wirksamer werden ließ, so daß keine Gefüge erhaltende und wachsende Durchdringung mit anorganischen Salzen, sondern eine Zerrei ßung eintreten mußte.

Auch in den sogen. Kohlbällen beobachtet man eine völlig ungestörte Durchdringung mit allerdings etwas gröberen Karbonatfasern, daneben aber viel vereinzelter eine Zerreißung. Im großen und ganzen ist aber die ungestörte Durchdringung mit Karbonatfasern die Regel (vgl. dieses Jahreshaft unten).

Trotzdem man wegen der gleichmäßigen Verteilung der Körner glauben möchte, daß die erste Anlage der Körner in einer annähernden Gleichzeitigkeit vor sich ging, so ist doch ein gewisses Nacheinander (und nicht nur im Fortschritt des Wachstums) von außen (bzw. von dem Markhöhlenraum) nach innen unverkennbar; ein Entgegenschreiten des Vorgangs von beiden Seiten nach dem mittleren Verlauf der Interglobularräume bewirkt, daß zum Teil dahin die Struktur schon vorher stärker verwischt war, daß etwas weniger und so auch etwas weiter voneinander entfernte Ansatzzentren vorlagen, daß die Körner daselbst etwas größer wurden und schließlich dieser Raumteil doch nicht so vollständig geschlossen erscheint, wie außen, wo die Zwischenkugellücken mehr zurückereten.

Wie ist nun die erste Verteilung der Anlagen vorstellbar? Daß sich hier keine regelmäßigen Kristalle bildeten, keine körnige Ausfällung aus der Lösung erfolgte, wie z. B. bei Koniferen aus den oligozänen Stinksteinen von Peißenberg, dafür bilden die physikalischen Verhältnisse der Lösung die Ursache; es entstand zuerst kein normaler großer zuwachsender Kristall, sondern die erste kleine Ausfällung gleich ein beginnendes Kristallskelett infolge der hohen Diffusionswiderstände und der Möglichkeit verhältnismäßig großer örtlicher Übersättigung der Lösung.

Je stärker die Zähflüssigkeit (Viscosität) der Lösung, je geringer ist — auf den Punkt einer Ausscheidung bezogen — die Reichweite des in Diffusion stattfindenden wirksamen Nachzugs des Lösungsersatzes und der zur Ausscheidung nötig zu denkenden Abführung des Lösungsmittels. Diese Reichweite kann bestimmend sein für die Größe der Sphärolithe, deren Gefügecharakter nach O. LEHMANN in jeder Lösung entstehen kann, wenn man die Zähflüssigkeit der Lösung nur entsprechend groß gestaltet; in der Molekularphysik von LEHMANN 1888 I S. 276 ist als Folge von Diffusionsbewegungen beim Lösungsentzug in gemischten Lösungen eine Zerteilung des Ausscheidungsraumes angedeutet, welche zu polygonalen sphärolithischen Feldern führt. Eine vielleicht ursprüngliche Anordnung der Kugelanlagen in „Wechselreihen“ wird später je nach örtlichen kleinen Ungleichheiten in der Viscosität etwas gestört, es werden einzelne Körner im Wachstum bevorzugt, andere verdrängt bzw. eingeschlossen.

Wenn man nun bedenkt, daß die gesamte organische Substanz, welche jetzt der Versteinerungskörper enthält, nur 2—5% beträgt und daß diese Menge einen Rest der ursprünglich umwachsenen darstellt, die in den Ausfaltungsundichtigkeiten zu schließen ist, so wurde also endlich während des Versteinerungsvorgangs alle übrige Substanz dadurch entfernt, daß zum Teil durch ihre eigene Zersetzung, zum Teil von dem durch die Ausfällung selbst in Ausgleichung angesogenen anorganischen Lösungszug eine Verdrängung stattfand. Die eigene Zersetzung der organischen Substanz hat jedenfalls durch teilweise Vergasung eine spezifische Erleichterung der organischen Substanz verursacht, wodurch eine Verdrängung durch schwerere, ebenso durch konzentriertere Teile des Lösungsgemenges eintreten mußte; die Begleiterscheinungen des einen Vorganges haben den anderen unterstützt.

Aus alledem läßt sich zum mindesten schließen, daß der größte Teil auch der holzigen Reste keine Skelettfestigkeit mehr besessen haben kann, daß er bis in den Skelettzellen einen hohen Grad der Vermorschung, ja während des Verlaufs

der Sphärolithenbildung eine Art Verflüssigung erlitten hat, welche uns berechtigt, von einer organischen Lösung zu sprechen; diese kann nur als kolloid zähflüssig betrachtet werden; in ihr wachsen zahlreiche Sphärolith-Anlagen wie schwebend allseitig gleichmäßig aus (vgl. dieses Jahreshft unten).

Als eine aufklärende Erfahrung darf hier folgendes angeführt werden: Eine gleichmäßig 18 mm dicke Koniferensteinkohle aus dem oberbayerischen Flnz mit auf den Hangend- und Liegendflächen ausstreichenden Markstrahlen zeigt die Holz- und Markstrahlen zwischen beiden Flächen (in 6:7 cm Umriß) zickzackmäßig in fünf liegenden in etwa 20°-Winkelfalten von einer Gesamtlänge von 75 mm zusammengedrückt; die Verminderung dieser Länge auf eine Dicke von gleichmäßig 18 mm gibt einen Maßstab für den halbflüssigen und dennoch zusammenhaltenden Zustand des Holzstammes noch bei dieser Druckwirkung, da von Brüchen nicht das geringste zu sehen ist und in den Winkelscheiteln vollste Dichtigkeit und Unberührtheit vorherrscht; die spitzwinkelige Zusammenknickung mit ganz geradlinigen Schenkeln läßt auch erhebliche aber gleichmäßige innere Raumverminderungen voraussetzen, deren Umfang für die eigenartige Zusammenlegung und seltsame Erhaltung maßgebend gewesen sein mußte.

Die Art der Einbettung des Stückes.

Das Stück ist in Fig. 1 leider in umgekehrter ursprünglicher Lage abgebildet worden; die gerundete Seite des Durchschnitts lag nach unten; das rechtwinkelige Eck müßte links oben liegen; die etwas zusammengedrückte Markhöhlung müßte flach nach rechts oben gerichtet sein. Um die erwähnte rechtwinkelige Stammecke sind die Pflanzenreste der Hüllmasse in noch weichem Zustande heruntergebogen, wohl durch schwachen Selbstdruck der wasserdurchtränkten Masse von oben.

Man hat so das Bild einer schichtmäßig etwas abgeplatteten Erhärtung von eiförmigem Querschnitt, dessen große Achse in der Horizontale liegt. Vergleichbar den ebendort vorkommenden Septarien zeigt sich das Erhärtungswachstum von dem nach den Gefügeflächen der Schichteinschaltungen stattfindenden Lösungszu- und -abzug abhängig. Der Markhöhlungsschlitz mündete in der nicht überlieferten Fortsetzung des Stammes seitlich nach der Oberfläche des Stammes aus, von wo aus das Blätter- und Stengelchenhäcksel einschwemmte.

Im Zellgefüge im kleinen hat man keine Anzeichen eines zur Zeit der Weichheit des Stammes und seiner pflanzlichen Umlagerung deutlich wirkenden starken Drucks; auch nicht solche von bei der Vermorschung des Ganzen eintretenden Zerrungen und Zerreißen; die innere Zersetzung fand offenbar bei völliger Ruhelage statt. In dieser ist auch der Zuzug der Lösungen anzunehmen; es ist ein im Schichtkörper und seinen Fugen stattfindender Zuzug und die Ausfällung bedingender Lösungsentzug. In dem regelmäßig strahligen Verlauf der Zellreihen sind aber viele kleinere Verbiegungen von Zellgruppen und -streifen zu sehen, welche eine gewisse Zusammendrückung vom Hangenden zum Liegenden schließen lassen; eine Einseitigkeit ist nicht zu verkennen, welche nahelegt, daß auf der Seite, woselbst die Häckselhülle fehlt, eine stärkere Vermorschung und Zusammendrückung des Holzes stattgefunden hat, welche einen rundlichen Markkörper zu dem schmalen Häckselraum verwandelte.

Ergänzende Erklärungsmöglichkeiten.

Durch die jetzt vorliegende Faserkristallisation ist einerseits eine sehr vollkommene Durchdringung des Pflanzengewebes nach jeder Richtung mit Kalkkarbonat

erfolgt und andererseits wieder da eine Zerreißung, wo sich der Wachstumsrichtung der Kristallfasern (zugleich Lösungsdurchzug) aus dem Bestand der Zellwände herausstammende Widerstände und Hemmungen quer entgegenstellen. Die Zerreiungstatsache ist in der Form der Tutenspatkristallisation unzweifelhaft gegeben, bei welcher man ja auch und stets Zerreiungen solcher Art beobachtet. Die nähere Ursache davon ist hauptsächlich die Kristallisationsgeschwindigkeit infolge von bersatigung durch die erwähnten Hemmungen, welche die Gewebe dem Wachstum nicht einverleit, sondern vor sich herdrangt. Es könnte hier noch eine andere Ursache mitgewirkt haben, die Umwandlung aus einer Modifikation des Kalkkarbonats in eine andere; sie müßte aber dann bei der vollen kristallographisch-mineralogischen Einheitlichkeit des Stoffes überall eingetreten sein. Für Umwandlungen aus sonst in Fäulnis-Kolloiden auftretendem Vaterit (vgl. Zentralbl. f. Min. etc. 1920 Nr. 15—16 S. 283 unten, Harting) wurde im Geogn. Jahresh. XXXI S. 36 § 38 nachgewiesen, daß in Mandelsteinblasen tatsächlich im Innenbereich Faltungen stattfanden und im äußeren Grenzbereich aus nachgesaugter Lösung Klarkalzit zur Auskristallisation kam. Es ist nun oben im Spharolithgefuge verhältnismäßig geringfügiger Klarkalzit beobachtet, der sich aber auf den Innenraum zwischen den Kugeln als Schrumpfungersatz beziehen läßt, nicht auf die Hauptmasse des verkalkten Holzfasergefuges. Nach ernstlicher Erwägung ist kein Anlaß, jene Erscheinung hier anzunehmen, besonders unter der Tatsache der Erhaltung feinsten Faserung und unveränderter Oolithform.

Eine Umwandlung aus Aragonit würde mit der Forderung einer Ausbreitung der Kalkkarbonatmenge auf einen größeren Raum auch die Anschauung einer Zerreißung des Pflanzengefuges einschließen, wenn eine hart bleibende Umwandlung stattfände, würde aber bedingen, daß die Spharolithfaserung und die vorliegende Kugelform gerade mit dem erstmaligen und endgültigen Einschluß eines peripheren Zellenrings für jedes Korn erst das Ergebnis dieser Umwandlung wäre; die Zerreiungsanzeichen müßten daher gegensätzlich von der Mitte nach der Peripherie abnehmen. Oder aber es müßte sich das Kalkkarbonat entschiedenst über den Bereich der Pflanze hinaus erstrecken; statt dessen aber finden sich in der Außenzone Brauneisen, Schwefelkies und Quarz, statt eines Kalkuberschusses.

Eine der beiden kristallisierten Modifikationen des Kalkkarbonats bildet also nicht der Ausgang der Spharolithkornelung. Er bleibt eine Vorstufe, die des gelartigen amorphen Kalkkarbonats, d. h. der kolloidalen Modifikation im Zusammenhang mit kolloidaler organischer Lösung, welche eine große Anhäufung von Kalkkarbonat in allen Winkeln des Gewebes und ein gewisses Verharren in diesem Zustande verbürgt. Aus diesem würde eine Kleinfelderung der vorhandenen Karbonatmenge zu den Kugelanlagen durch Verkürzung auf einen geringeren Raum (Kalkspat hat das höhere spez. Gewicht) denkbar sein, welche durch Verlust der organischen Substanz eingeleitet wäre. Den Beginn der Faserkristallisation in den Kugelfeldern würde ein allmählicher Abzug des Lösungsmittels von innen nach außen von einem Mittelpunkt der Auskristallisation bezeichnen; die Faserkristallisation selbst wäre eben bedingt durch einseitige, verhältnismäßig schnelle Ausscheidung getrennt bleibender, eng gestellter Kristallanlagen, deren vorwiegende Längenentwicklung in der zähflüssigen organischen Lösung begründet wäre; dies wären aber nicht genügende Ursachen für die Annahme der Gewebezerreigung.

Hiefür spräche z. B. die vortreffliche Erhaltung eines Koniferenholzes aus den Stinksteinen von Peißenberg, welches an Stellen vorheriger Gewebevermorschung

sehr feinkörnig ist, an Stellen guter Erhaltung der Holz- und Markstrahlencellen in diesen entsprechend verlängerten, also aufeinander senkrechten Kalkspatindividuen versteinert sind. In den durch die hier dichte Verbraunsteinerung der Zellwände vorgeschriebenen engen Zellenbahnen hätte eine stengelige Vereinheitlichung der feinen Kornausscheidungen stattgefunden, die Hauptachse ist der Zellenachse gleichlaufend; eine Zerreißung fand nicht statt (vgl. hierzu meine Darstellung des Erhaltungszustandes der zartesten Gewebe von Fadenalgen *Confervites sibiricus* in Rech. géol. le long du chemin de fer de Sibérie. Livr. 29, 1909, S. 54 Taf. V Fig. 2). Die Versteinering der Pflanzenreste in den Cephalopoden-führenden Mergeln der Steinkohlenschichten von Langendreer kann in ähnlicher Weise vor sich gegangen (vgl. dieses Geogn. Jahresheft) gedacht werden; hier ist in der Hauptsache keine Gewebzerreiung zu beobachten, welche in dem behandelten Sphärolithholz bei den meisten Körnern in gewissem Umfang zu beobachten ist.

Für die Möglichkeit eines Kalzitorsatzes für Vaterit bzw. gallertiges Kalkkarbonat könnte nur bei mangelndem Kalklösungsersatz und daher fehlendem Klarkalzit das Vorhandensein von Quarz in innigster Verwachsung mit Kalzit sprechen, der sich in der Außenzone findet und der sich an dem Aufbau des Kugelgefüges beteiligt mit den Anzeichen, daß die Kalzitfaserung einen gewissen Vorsprung hätte; er könnte bei der Umwandlung in dichteren Kalzit angesaugt sein. Gleichzeitig tritt hiermit aber Schwefelkies auf, dessen Anreicherung auch sonst die Außenzonen als rasch aufzehrende Ausfällung ebenso kennzeichnet, wie auch in der Quarzausscheidung (vgl. dieses Jahresheft: Sideritisch-ool. „Versteinering in Karbonflözen“ von St. Ingbert) im Umfang lediglich die Unmöglichkeit, tiefer in den von Kalk gebildeten Knollen einzudringen, ausgedrückt sein könnte.

Alles in allem liegt kein dringender Anlaß vor, anzunehmen, daß die Kalkspatversteinering des Pflanzengewebes eine andere Modifikation des kohlensauren Kalkes vor ihrer jetzigen Form gehabt hätte und daß die geringen Druck- und Zusammenschrumpfungstatsachen auf andere Ursachen als der die faulenden Gewebes bzw. Zellinhalts unter Beihilfe des kolloidalen Brauneisens zurückzuführen wären; möglich wäre nur eine für die Zerreißung aber nicht maßgebende vorübergehende Vorstufe einer Anreicherung gallertigen amorphen Kalkkarbonats.

Tafel-Erklärung.

- Fig. 1. Ein Querschnitt des Stammstücks mit Hülle in gleicher Größe.
 Fig. 2. Mineralisch erfüllter Restraum der Markhöhle (ungefähr 12 mal).
 Fig. 3. Gruppe etwas eckiger Sphärolithe mit durchziehendem Holzgewebe in wagrechttem Schnitt (etwa 15 mal).
 Fig. 4. Ein Sphärolith mit Markstrahlen im mittleren Teil; wagrechter Stammquerschnitt (ungefähr 24 mal).
 Fig. 5. Senkrechter Stammquerschnitt (ungefähr 24 mal).
 Fig. 6. Sphärolithe mit Zuwachsbänderung und ohne Zelleneinschlüsse mit einer Zwischenkugellücke von dunkelbrauner Füllung und schwachem Klarkalzitrandsaum; Sphärolithe etwas aneinander verschoben (ungefähr 15 mal).

Die Lichtaufnahmen hat Landesgeologe Dr. MATH. SCHUSTER ausgeführt.

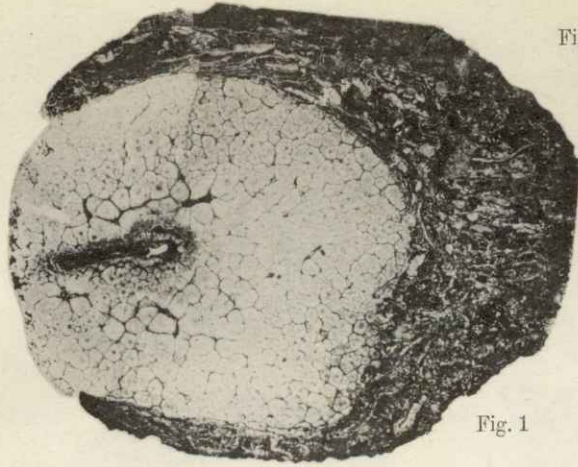


Fig. 1

Fig. 2

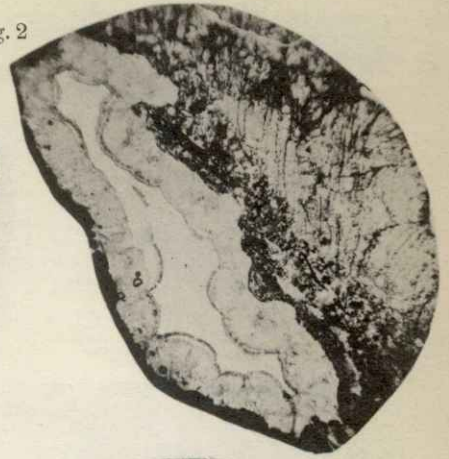


Fig. 3

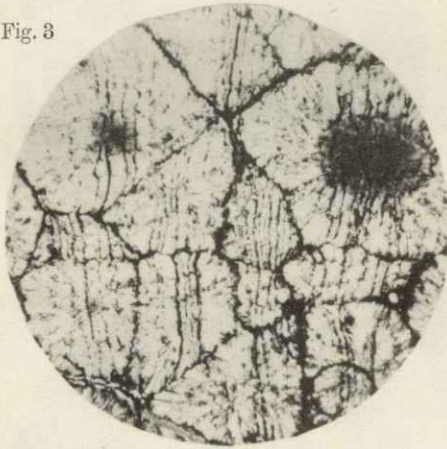


Fig. 5

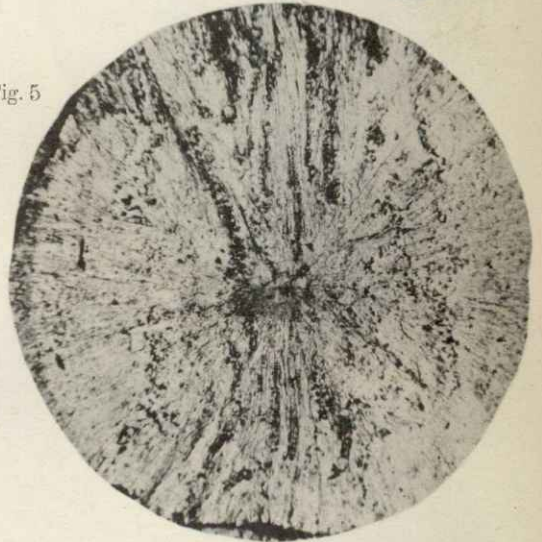


Fig. 4

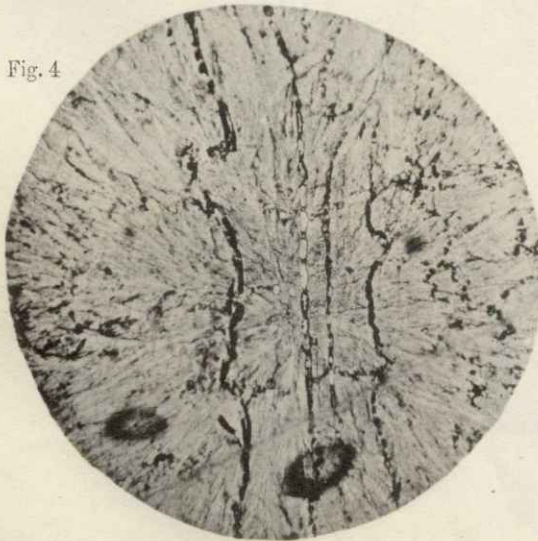
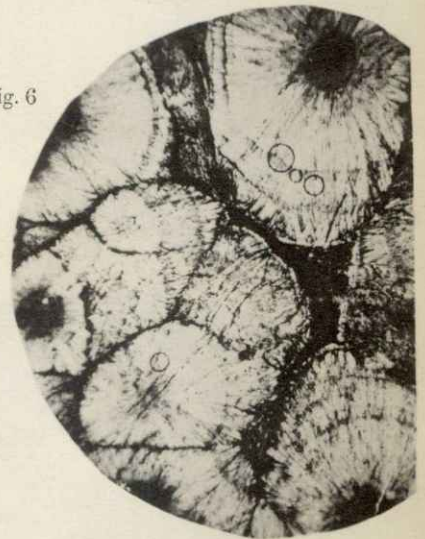


Fig. 6



Schichtenfolge in zwei Bohrungen auf Erdöl bei Godramstein in der Rheinpfalz.

Mit Bemerkungen über die Einfallsrichtung der westlichen Rheintalspalte
und über die Untersuchung von Mergelgesteinen.

Von

L. van Werveke.

In dem Aufsätze „Die unterelsäßischen Erdöllager erläutert an der Schichtenfolge im Oligozän“¹⁾ habe ich u. a. kurz die Hauptgliederung der Schichten mitgeteilt, welche in der Bohrung II bei Godramstein in der Pfalz (18. 2. bis 15. 4. 1905) durchstoßen worden waren. Der Bohrturm stand in dem Tälchen, das von der Ziegelei in halbkreisförmigem Bogen nach Frankweiler zieht, etwas südlich des geraden Verbindungsweges zwischen diesem Ort und Godramstein. Ich unterschied:

Diluvium	von 0,0—29,6 oder 35 m = 29,6 oder 35,0 m,
Miozäner Kalk	von 29,6 oder 35,0—90 m = 60,4 oder 55,0 m,
Cyrenenmergel	von 90,0—370,5 m = 280,5 m,
Küstenkonglomerat	von 370,5—400,0 m = 29,5 m,
Pechelbronner Schichten	von 400,0—548,2 m = 148,2 m.

Ich bemerkte dazu, daß Septarienton, der über dem Küstenkonglomerat zu erwarten gewesen wäre, nicht erkannt werden konnte.

Im einzelnen habe ich die nachstehende Schichtenfolge festgestellt. Die Bestimmung der Schnecken verdanke ich Herrn Dr. W. WENZ in Frankfurt a. M., wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen besten Dank ausspreche.

Tiefe: 0,50 m brauner Lehm — — 4 m brauner, stark sandiger Lehm — — 5 m Gerölle und brauner, lehmiger Sand — — 6 m desgleichen — — 8,85 m Gemisch von schwach bituminösem Ton mit einem sandig-kalkigen Lehm mit Kalkknötchen ? Löß — — 10 m gelber lehmiger Sand, kalkig ? Sandlöß — — 13,50 m (0,50 m mächtig) schwarzer, bituminöser Ton — — 20 m gelber kalkiger Sand ? Sandlöß — — 29,60 m desgleichen mit Kalkknötchen — — 35—48 m nach dem Bohrtagebuch grauer Kalkstein und sehr fester Stein — — 35 m grauer Schlamm — — 40 m desgleichen und Stückchen von grauem Kalk — — 48—220,55 m nach dem Bohrtagebuch abwechselnd hart und weich — — 50 m grauer Schlamm — — 55 m grauer und gelber Schlamm mit Kalkknötchen und Kalksteinstückchen — — 61,85 m grauer und gelber Mergelschlamm, brauner schieferiger, nicht bituminöser Ton — — 66 m grauer Schlamm, Mergel- und Kalkbröckchen — — 71,65 m hellgrauer Schlamm, Stückchen von nahezu weißem Kalk — — 76,65 m hellgrauer Schlamm, Stückchen von gelblichem Kalk und gelbem sandigen Kalk; Quarzkörner — — 83,55 m hellgraue und gelbliche Mergel, weiße Kalksteinstückchen — — 89,50 m dunkelgrauer Schlamm, macht die nicht leuchtende Gasflamme schwach rußen. Bröckchen von

¹⁾ Mitt. d. Philomathischen Ges. in Els.-Lothr. Bd. 4, Nr. 5, Jahrg. 1912, S. 697—722. Straßburg 1913.
Geognostische Jahreshäfte. XXXVI. Jahrgang.

grauem, körnigem Kalkstein. Im Rückstand nach der Behandlung mit verdünnter Salzsäure: Quarz, Eisenkies und bituminöser Ton — 95,95 m dunkelgrauer Schlamm, ziemlich reich an größerem Sand, mit Flitterchen von Gipsspat — 102,80 m desgleichen, einzelne Stückchen von grauem Kalk — 112,60 m hellgrauer und grauer Schlamm, sandig, einzelne Kalkstückchen mit Fischresten, mit zahlreichen Stückchen von *Cyrena* — 117 m *Cyrena*, wahrscheinlich *semistriata* in Kalkmergel. Diese hinterlassen beim Schlämmen viel weißen bis rötlichen Sand und Bruchstücke von Kalk und Kalksandstein. Ziemlich viele Stückchen von Kohle — 122,40 m hellgrauer Schlamm, nicht sandig — 137,20 m desgleichen mit Gipsflitterchen, macht die Flamme schwach rußen. Im Rückstand feiner Quarzsand und Kalksandstein — 144 m hell- bis dunkelgrauer Schlamm — 150,40 m desgleichen mit Schneckenschalen — 157,10 m desgleichen, Stückchen von grauem Kalksandstein — 167 m grauer Schlamm, sandiger Kalk und Kalksandstein — 171,90 m desgleichen mit Kalkstückchen — 182,30 m desgleichen — 185,50 m gewaschene Probe: vorwiegend grauer Mergel, Sand, etwas Kalksandstein, Bruchstücke eines Zweischalers (? *Cyrena convexa* BRONGN.), *Potamides plicatus* var. *Galeotti* NYST, *Hydrobia elongata* FAUJ., *Littorina* cf. *tumida*, *Rissoa* — 195,60 m grauer Schlamm, kleine Stückchen von Kalksandstein — 205 m grauer Schlamm, im Schlämmrückstand oolithischer Chalcedon (aus mittlerem Muschelkalk), Quarz (aus Vogesensandstein), Kalk (aus oberem Muschelkalk) — 207,65 m gewaschene Probe: vorwiegend Mergel, dann Kalksandstein; Stückchen von Quarz und oolithischem Chalcedon. *Potamides plicatus* var. *Galeotti* NYST., *Hydrobia elongata* FAUJ., *Littorina* cf. *tumida* — 212 m wie vorige Probe, mit Schneckenschalen — 216,55 m grauer Schlamm — 222 m vorwiegend heller, feiner Sand, etwas Eisenkies. *Hydrobia elongata* FAUJ., *Rissoa* sp. — 232,60 m grauer Schlamm, mit Resten von Muschelschalen — 238,50 m gewaschene Probe: viel Sand aus Quarzkörnern. Kalk- und Mergelstückchen, auch ein Stückchen, das an entfärbten Buntsandstein erinnert. Schnecken und spärliche Reste von Muschelschalen. *Potamides plicatus* var., *Hydrobia* sp. — 246,65 m grauer Schlamm, stark sandig — 252,05 m desgleichen, hinterläßt beim Schlämmen hellgrauen, tonigen Kalk, graue Mergel, etwas Quarzsand, schwarzen oolithischen Chalcedon, Braunkohle. *Potamides plicatus* var. *Galeotti* NYST., *Hydrobia elongata* FAUJ., *Clausilia* sp., ? *Cyrena convexa* BRONGN. — 252,40 m gewaschene Probe: viel Sand, Kalkstückchen — 256,3—259,4 m nach dem Bohrtagebuch sehr fester Stein — 265,75 m grauer Schlamm, im Rückstand viel Quarz, ein Kalkstückchen, das an Muschelkalk erinnert, Quarzsandstein — 267,4—270 m nach dem Bohrtagebuch fester Stein — 272,75 m viel Sand, grauer Mergel, blätteriger fester Mergel und toniger Kalk, einzelne unbestimmbare Schalenreste — 280,70 m dunkel- und hellgrauer Schlamm — 287 m Spülprobe, fast rein sandig — 295,70 m grauer Schlamm — 304,75 m desgleichen, Rückstand kalkig-mergelig, nach der Behandlung mit Salzsäure weißer, feiner Quarzsand und kohlige Teilchen — 320,2 m grauer Schlamm mit einer Windung von *Tympanotomus margaritaceus* BROCCHI — 332,2 m grauer Schlamm, ein Stück von grünlichgrauem bis ockergelbem, sandigem Mergel — 338 m Spülprobe, stark sandig, gelb — 347,9 m gelber Schlamm, stark sandig — 351—352 m nach dem Bohrtagebuch festes Gestein — 357,95 m grauer Schlamm; Rückstand sehr stark sandig, Vogesensand ähnlich, enthält einige größere Quarz- und Kalkstückchen — 361,5—367,65 m nach dem Bohrtagebuch festes Gestein — 363 m Spülprobe, stark sandig, wohl von Kalksandstein herrührend — 367,65 m grauer und

gelber Schlamm, sandig — — 370,50 m hellgrauer bis hellockeriger Schlamm, mit kleinen Geröllen von Muschelkalk und Stückchen von bläulichem Chalcedon — — 377,65 m Gerölle von Muschelkalk und Bruchstücke von Geröllen von Muschelkalk, Chalcedon und Quarz; grünlicher Mergel — — 382,65 m desgleichen — — 387,55 m Spülprobe; etwas ausgewaschen; Kalkstückchen und Quarzkörner — — 392,55 m desgleichen, viel Quarz-, wenig Kalkkörnchen — — 402,55 m gelber und weinroter Schlamm, in der ausgewaschenen Probe Quarz und Kalk, Eisenkies — — 422,60 m gelber, stellenweise grünlicher Schlamm, einzelne Quarzstückchen — — 438,80 m gelber bis grünlicher, sandiger Mergel; im Rückstand viel feinkörniger Sand (ähnlich dem Vogesensand), Eisenkies. Gerölle von Muschelkalk und Chalcedon. — — 440,80 m gelber, roter und grüner Schlamm — — 450 m Spülprobe, stark sandig, wenig Kalkkörnchen — — 460,75 m gelber und rötlicher Schlamm; einzelne Kalkgerölle — — 469,85 m desgleichen, in der ausgewaschenen Probe Quarz- und Kalkstückchen, Eisenkies — — 483,15 m gelber und rötlicher Schlamm — — 484,15 m Bohrkern, besteht in etwa $\frac{4}{5}$ aus einem gelb, grau und hellweinrot gefleckten, mürben, glimmerreichen Sandstein und zu etwa $\frac{1}{5}$ aus ebenso gefärbtem, feinerdigen, sandigen Mergel (vgl. S. 20) — — 485,15 m gelber und rötlicher Schlamm, kleine Gerölle von Kalk und gelbem Dolomit mit Kalzitadern — — 492,50 m Spülprobe, bunt; ockerfarbige, hellgrüne und rote Mergel, im Rückstand Quarzsand und etwas Eisenkies — — 500 m desgleichen — — 507,05 m gelber und rötlicher Schlamm, Bruchstückchen desselben Mergels wie im Bohrkern — — 517,70 m Spülprobe bunt, stark sandig — — 527 m desgleichen — 535 m desgleichen, viel Sand, außerdem Quarz- und Kalkstückchen. Der nach der Behandlung mit Salzsäure zurückbleibende Sand erinnert an Vogesensand — — 548,20 m desgleichen.

Nach Blatt Speyer der geologischen Karte von Bayern 1:50 000 sollte die Bohrung unter Alluvium und Diluvium zunächst die miozänen Kalke erreichen. Das ist in der Tat geschehen. Darunter waren Cyrenenmergel zu erwarten, die nach den Erläuterungen zu dem genannten Blatt (S. 23) aus lichtgrünlichgrauen, zuweilen dunkler gefärbten, Spuren von Braunkohlen beherbergenden Mergeln bestehen, neben denen streifenweise, aber untergeordnet, glimmerführende Sande (Schleichsande) mit spärlichen Pflanzenresten als Einlagerungen vorkommen. An Versteinerungen werden erwähnt: *Cyrena subarata (semistriata)*, *Cerithium margaritaceum*, *C. plicatum*, *Natica Nysti* u. a. Eine Mächtigkeitsangabe fehlt. Tiefer sollten Septarienton, Küstenkonglomerat und die unteroligozänen, Petroleum führenden Sande und brackischen Mergel folgen. Auf ihre Fortsetzung bis in die Gegend von Godramstein weist nach den Erläuterungen zu Blatt Speyer (S. 22) das Auftreten von Erdöl in Frankweiler und von Bitumen auf Klüften des Keupers in der Kästendell bei Siebeldingen hin.

Daß ich in der durchbohrten Schichtenfolge den Septarienton vermißte, habe ich bereits auf S. 17 gesagt. In meinem Bericht vom 30. April 1905 an die Bohrherrn hatte ich auf die auffallende Tatsache hingewiesen, daß geröllführende Schichten bereits oberhalb des „Küstenkonglomerates“ festgestellt wurden, und daß die Färbungen unterhalb desselben bunter waren als in den Pechelbronner Schichten des Unterelsasses. Ich hatte auch geprüft, ob nicht etwa ältere Schichten als Tertiär in Frage kommen könnten, wobei es mit Rücksicht auf den Bohrkern aus 484 m Tiefe am nächsten lag, an Lettenkohle zu denken, und hatte darauf hingewiesen, daß die Gesteine dieser Abteilung sich ganz anders verhalten: „Die Sandsteine dieser Abteilung brausen nicht mit verdünnter Salzsäure in der Kälte, erst beim

Erwärmen, wodurch ersichtlich ist, daß das Bindemittel aus Dolomit besteht; die Menge des Dolomits ist nicht bedeutend, und der Zusammenhalt des Sandsteins bleibt vollständig erhalten. Auch bei Lettenkohlenmergeln ist das Bindemittel Dolomit, nicht vorwiegend kalkig wie in den Bohrproben.“

Von einem anderen, sehr bekannten Geologen hatte die besprochene Schichtenfolge in einem Gutachten vom 15. September 1915 folgende Deutung erfahren:

Diluvium und Tertiär . . .	0—338 m = 338 m
Mittlerer Keuper	338—392 m = 54 m
Unterer Keuper	392—548 m = 156 m

Dazu ist vom Gutachter, dem mein Bericht über die Bohrung vorlag, bemerkt: „Meiner Überzeugung nach ist das Tertiär bei 338 m Tiefe durchbohrt und darunter Keuper getroffen worden. WERVEKE läßt sich durch den Umstand täuschen, daß die chemische Beschaffenheit der Bohrproben aus der Tiefe selbstverständlich eine andere sein muß, als diejenige der gleichaltrigen Gesteine, welche, über Tage entnommen, längere Zeit den Wirkungen der Atmosphärrilien ausgesetzt waren. Die Bohrung hat zunächst bei etwa 392 m Mittleren Keuper und von da an Unteren Keuper durchstoßen.“

Diese Deutung habe ich bereits in dem genannten Aufsatz zurückgewiesen und dabei hervorgehoben, daß für die Mächtigkeit des Unteren Keupers im Rheintal, worunter jedenfalls die Lettenkohle zu verstehen ist, nicht 156, sondern nur 23 m angenommen werden können.¹⁾ Ich gab ebenda zu, daß man vielleicht steile Stellung der Schichten zur Erklärung der großen Mächtigkeit heranziehen könne. „Dagegen spricht aber ein Bohrkern, der aus einer Tiefe von 484 m stammt. In etwa $\frac{4}{5}$ bestand er aus einem gelb, grau und hellweinrot gefleckten, mürben, glimmerreichen, kalkigen Sandstein und zu $\frac{1}{5}$ aus ebenso gefärbtem, feinerdigem Mergel. Die Grenze beider Gesteinsarten war zwar nicht scharf, schien aber doch senkrecht zur Achse des Bohrkerns, also horizontal, zu verlaufen.“ Allein das Vorkommen von Geröllen und Muschelkalk, Chalcedon und Quarz zwischen 370 und 400 m Tiefe hätte vor der Deutung als Keuper warnen müssen. Die Farbe scheint allein ausschlaggebend gewesen zu sein.

Wenn ich einerseits die Deutung der unterhalb 338 m erbohrten Schichten als Keuper zurückweise, so möchte ich andererseits nicht an der von mir gegebenen Bestimmung der Schichten unterhalb 370 m als Küstenkonglomerat und Pechelbronner Schichten festhalten. Die größte Ähnlichkeit besitzen diese Schichten mit denjenigen, welche ich später aus einer Bohrung bei Niederrödern im Unterelsaß als Niederröderner Schichten kennen gelernt habe.²⁾ Sie besitzen eine Mächtigkeit von über 400 m und bestehen aus hellockergelben (zum Teil mit Stich ins Graue), weniger hellgrünen und weinroten Mergeln, die zum geringen Teil kleine Gipsknoten oder auch kleine Gerölle von verschiedenen Kalksteinen, Buntsandstein, Quarz und Quarzit führen. Die Ausbildung steht derjenigen der Süßwasserschichten am nächsten, die WAGNER über den Cyrenenmergeln beschreibt.³⁾ Ich vermute, daß

¹⁾ L. VAN WERVEKE, Mächtigkeit der Trias und des Juras im Unterelsaß. — Mitteil. Geolog. L.-A. v. Els.-Lothr. Bd. 8, 101—102. Straßburg 1913.

²⁾ Wissenschaftliche Anhaltspunkte und Ratschläge bei den Bohrungen auf Erdöl im Unterelsaß. — Mitteil. Geol. L.-A. v. Els.-Lothr., Bd. XI, H. 1, S. 1—56. Straßburg 1918.

³⁾ Neuere Ergebnisse über die Gliederung und Lagerung des Tertiärs im Kalisalzgebiet des Oberelsaß. — Mitteil. Philom. Ges. i. Els.-Lothr., Bd. 4, Jahrg. 1912, S. 743—764. — Vergleich der jüngeren Tertiärablagerungen des Kalisalzgebietes im Oberelsaß mit denen des Mainzer Beckens. — Mitteil. Geol. L.-A. v. Els.-Lothr. Bd. 6, H. 2, S. 273—287. Straßburg 1913.

es sich um eine, vielleicht auch mehrere Einlagerungen in den sonst durchweg grauen Cyrenenmergeln handelt. Sandsteine, die im Oberelsaß reichlich vorkommen, fehlen dieser Schichtenfolge im Bohrloch von Niederrödern vollständig. Dagegen kommen sie, besonders im unteren Teil, reichlich in der Tiefbohrung I im Bienwald vor. Nach den Bohrproben, deren Einsicht ich Herrn Berggrat THÜRACH verdanke, reichen sie von 220—550 = 300 m. Streifige und gebänderte Mergel, wie sie reichlich in den Pechelbronner Schichten vorkommen, auch Dolomitmergel, fehlen vollständig.

Die für die Niederröderner Schichten angegebenen Farben sind aber auch diejenigen, welche für die tieferen Schichten in der Bohrung Godramstein II bezeichnend sind. Graue Mergel herrschen unterhalb des miozänen Kalkes bis zur Tiefe von 332,2 m vor. Ihre Deutung als Cyrenenmergel kann nach den darin vorkommenden Versteinerungen unbedenklich beibehalten werden. Bei 332,1 m beginnt Gelbfärbung, zuerst neben grauer Farbe, tiefer herrscht sie neben Rotfärbung ausschließlich. Ob der Wechsel in den oberen Schichten auf wirklicher Wechsellagerung oder auf Nachfall oder auch auf dem Vorkommen von gelblichen Mergeln in den Cyrenenschichten beruht, läßt sich nicht entscheiden. Stellt man die gelben und roten Schichten den Niederröderner Schichten gleich, so fallen die Schwierigkeiten in der früheren Deutung, Fehlen des Septarientons und buntere Färbung, als sie die Pechelbronner Schichten aufweisen, weg. Durch die Einschaltung der geröllführenden Schichten sind sie als eine küstennahe Ausbildung der Niederröderner Schichten gekennzeichnet. Auf einen in Küstennähe erfolgten Absatz der Cyrenenmergel weisen die Gerölle in 205 und 207 m Tiefe hin.

Indem ich die früher von mir im Bohrloch Godramstein I als Pechelbronner Schichten gedeuteten Schichten nunmehr als Niederröderner Schichten auffasse und dieselben Schichten auch im Bohrloch I im Bienwald erkannt habe, komme ich zu der für die Aufsuchung von Erdöl unerfreulichen Folgerung, daß die Pechelbronner Schichten in der Pfalz in wesentlich größerer Tiefe zu suchen sind als man sie bisher gesucht hat.

Eine andere Bohrung, Godramstein I, war an der Hahndornsecke südlich von Frankweiler Ende 1904 angesetzt worden. Der Bohrpunkt befand sich im oberen Teil desselben Tälchens, in welchem später das Bohrloch II abgeteuft wurde, auf Blatt Speyer der geologischen Karte von Bayern unmittelbar nördlich der beiden Punkte des Buchstabens ü von Hübel-Berg.

Es wurden durchbohrt:

0—21 m Lehm, Sand und Gerölle des Diluviums — — 21,45—25,70 m gelber Ton — — 25,70—37 m feiner Schwemmsand — — 37—47 m vorwiegend Sand, einzelne weiße Kalkkörnchen — — 47—57 m Sand und grauer Mergel — — 57—65 m grauer Mergel — — 57,60 m hellgrauer, glimmerführender Mergel, im Schlammrückstand Quarzkörnchen und Eisenkies — — 65—75 m grauer Mergel, stark kalkhaltig, im Rückstand nach der Behandlung mit Salzsäure Gips und Eisenkies — — 75—85 m desgleichen — — 90 m grauer Mergel, im Rückstand Eisenkies und wenig Quarzkörner — — 95 m Ölspur — — 96,90 m dunkelgrauer, glimmeriger, sandiger Mergel — — 105,20 m dunkelgrauer Mergel, Eisenkies und Gips im Rückstand — — 105—110 m grauer, kalkfreier Sand — — 110—115 m gewaschene Probe: vorwiegend Quarzkörner, viel Gips in Nadeln, ziemlich viel Eisenkies, einzelne Kalkkörnchen. Ölgeruch — — 115—125 m desgleichen, braust nicht mit Salzsäure — — 135 m hellgrauer und hellroter Dolomitmergel. Ölgeruch — —

135—140 m gewaschene Probe: grauer Sand, tonig, braust nicht. Fasergips und Eisenkies — — 150,90 m roter und grauer Dolomitmergel mit Gips — — 155,70 m desgleichen — — 178 m grauer Mergel mit Gips — — 182 m vorwiegend dichter hellgrauer Kalk, ferner bituminöser toniger Kalk, in der Flamme leuchtend, außerdem dolomitischer Sandstein mit Gips — — 182—187 m wesentlich grauer Kalk, Eisenkies — — 185 m roter und grauer Dolomitmergel — — 186—203,50 m nach den Angaben des Bohrtagebuches festes, unten sehr festes Gestein — — 192,45 m Kalk, etwas Gips und Eisenkies — — 193,85 m gewaschene Probe: Quarzkörnchen, Kalk und viel Fasergips, Eisenkies. Ölspuren — — 195,20 m wie nächste Probe, außerdem Quarzkörner und Eisenkies — — 195,40 m gewaschene Probe: vorwiegend dichter, schwach toniger Kalk; untergeordnet blätteriger, durch Behandlung mit Salzsäure zerfallender Kalksandstein; dünnplattiger, feinkörniger Kalksandstein, hält nach der Behandlung mit Salzsäure noch ziemlich fest zusammen; ziemlich viel graulich-weißer, dolomitischer Sandstein; Eisenkies; Realgar — — 199 m gewaschene Probe: vorwiegend Kalk; Quarzkörner, Fasergips, Eisenkies, Realgar — — 203 m, grauer Mergel mit Stückchen von Kalk — — 208,85 m grauer Mergel, im Schlämmrückstand Eisenkies und Glimmerblättchen — — 214,75 m grauer Mergel, sandig und glimmerhaltig; Eisenkies — — 222,40 m grauer Mergel, glimmerführend. Von 222 m ab brachte die Spülung Kohleteilchen herauf. Die Kohle war sehr reich an Kohlenwasserstoffen und Asche und erinnerte an Braunkohle, färbte aber Kalilauge nicht — — 227,50 m feinkörniger Kalksandstein mit Glimmerschüppchen; Eisenkies in Knöllchen; spätiger Kalk, von einer Kluft oder Drusenausfüllung herührend — — 228,10—292,0 m nach dem Bohrtagebuch harter, grauer Kalkstein — — 237,40 m hellgrauer Mergel, glimmerführend, Kalksandsteinplättchen; viel Eisenkies — — 247 m grauer, dichter, schwach magnesiahaltiger Kalk — — 247,50 m dichter, hellgrauer Kalk; glimmerführender, plattiger Kalksandstein; Eisenkies — — 278,70—283,80 m dolomitischer Kalk — — 294—295 m nach dem Bohrtagebuch „rotes, drückendes Gebirge“ — — 295 m nach dem Bohrtagebuch „verworfenes Gebirge mit rotem Letten und Sandstein“. Eine Probe bestand aus hellgrauem und rotem, dolomitischem Mergel — — 300,10 m fester Sandstein — — 303,20—309,05 m stark sandige Probe — — 309,05—314,55 m feiner, hellgrauer Sand mit Glimmer — — 324,60 m Kern, hellgrauer, glimmerhaltiger, feinkörniger Sandstein, kalkfrei — — 324,60—326,60 m Kern, hellgrauer, glimmerführender, etwas gröberer Sandstein mit fein verteiltem Eisenkies und mit Eisenkiesknollen.

Aus größerer Tiefe ging mir keine Probe zu, doch soll, nach einer mir gemachten Mitteilung, bis zur Endteufe von 337,50 m, welche am 24. November 1904 erreicht war, keine Änderung des Gesteins eingetreten sein.

Nach Blatt Speyer der Geologischen Karte von Bayern sollte das Bohrloch unter Diluvium die Cyrenenmergel antreffen. Daß die durchbohrte Schichtenfolge von den Cyrenenmergeln des Bohrloches II wesentlich abweicht, ist zweifellos. Das Vorkommen der Kalke macht Schwierigkeiten. In einem Bericht an die Bohrerherren vom 12. Februar 1905 sagte ich: „Kann Muschelkalk vorliegen, entweder verworfen gegen das Tertiär oder von diesem überlagert? Meiner Ansicht nach schließen die mit dem Kalk vorkommenden Kalksandsteine diese Deutung aus. Bei der Deutung der Kalke als Muschelkalk könnte man durch Annahme einer Verwerfung den unterlagernden Sandstein zum Buntsandstein, und zwar am ehesten zum Oberen Buntsandstein rechnen. Das ganze Aussehen und vor allem der Eisenkiesgehalt sprechen jedoch dagegen. Mehrere Geologen, denen ich die Stücke ohne Angabe

der Herkunft vorlegte, sprachen sich für Kohlensandstein aus, entschieden gegen Buntsandstein. Mit Rücksicht darauf, daß bei Albersweiler Oberrotliegendes das kristalline Gebirge unmittelbar überlagert, muß diese Deutung außer Betracht bleiben. Mit tertiärem Sandstein, sogen. Molassesandstein, lassen sich die Stücke aber sehr gut vergleichen. Ich halte deshalb nicht nur die Kalke, sondern auch die ganze übrige Schichtenfolge für Tertiär.“

In einem Nachtrag vom 30. April 1905 zu meinem Bericht sagte ich: „Und dennoch scheint die Deutung des Sandsteins als Buntsandstein die richtige zu sein! Durch Herrn FINKLER (Godramstein) wurden mir die Jahrgänge 18—19 (1861) und 25—27 (1868) der Pollichia zur Verfügung gestellt, in welcher die bis dahin in der Vorderpfalz ausgeführten Bohrungen behandelt sind. Nach RUST (Pollichia, 1861, S. 3) wurde im Bohrloch XII in Dürkheim festgestellt, daß im Buntsandstein unter Tage die lichtgraue Farbe vorherrscht, „und nirgends findet sich die gelbliche ausgesprochen, oder auch nur eine Andeutung der roten, und es erscheint daher das Eisen im Zustand als Oxyd durchaus zu fehlen, während es als Oxydul und mit Schwefel verbunden (Eisenkies) sich häufig einfindet.“ Als Anflug wurde in dieser Bohrung zwischen 274 und 280 Fuß (80—81,7 m) Tiefe in einem Gemenge von Sandstein und Schwefelkies Realgar beobachtet. In der Bohrung Godramstein I wurde dasselbe Mineral bei 195 und 199 m Tiefe vorgefunden. Sein Auftreten steht wahrscheinlich mit Spalten in Zusammenhang. Die Angaben von RUST werden durch die ausführlichen Mitteilungen von LAUBMANN (Pollichia, 1868, S. 135—140) bestätigt. Hier werden hellgraue schwefelkiesführende Sandsteine in verschiedener Höhe des Profils der Bohrung XII erwähnt.

In den Erläuterungen zu Blatt Speyer ist diese auffallende Tatsache nicht angeführt. Sie scheint auch SANDBERGER, der die Solen von Kreuznach und Dürkheim geologisch behandelt hat,¹⁾ sehr fremdartig vorgekommen zu sein, denn sein Ausdruck, daß die Proben „alle lichtgrau gewesen sein sollen“, läßt sogar vermuten, daß er die Richtigkeit der Angaben bezweifelte.

Bei dieser Deutung des Sandsteins, bei dem es sich aber nur um Oberen oder Unteren, nicht aber um Mittleren Buntsandstein handeln kann, liegt es am nächsten anzunehmen, daß das „rote drückende Gebirge“ und das „verworfenne Gebirge mit rotem Letten und Sandstein“ zwischen 294 und 300 m Tiefe auf eine Verwerfung hindeuten. — Die über dieser Verwerfung liegenden Schichten vermag ich aber nach wie vor nicht bei den mesozoischen Schichten unterzubringen.

Derselbe Geologe, der meine Deutung der Schichtenfolge im Bohrloch II abfällig beurteilt hat, sagt über die Bohrung I: „Soweit ich die in Godramstein aufbewahrten Bohrproben beurteilen konnte, ist die Bohrung I 145 m im Tertiär geblieben, hat von 145 bis 195,2 m Keuper durchbohrt, von 195,2 bis 283,8 m den Muschelkalk durchstoßen und ist alsdann in den Buntsandstein eingedrungen; Ölspuren finden sich sowohl im Tertiär als auch im Keuper. L. VAN WERVEKE kommt in seinem Schreiben vom 19. Februar 1905 weder zu einer sicheren noch zu einer zutreffenden Deutung der durchbohrten Schichten. Er hält es für am wahrscheinlichsten, daß die gesamten durchbohrten Schichten dem Tertiär angehören, eine Deutung, die um so unverständlicher ist, als es sich um eine ganz regelmäßige Aufeinanderfolge der drei normalen Triasstufen handelt. Zwar kommt er in dem Nachtrag-Gutachten vom 30. April d. Js. auf Grund des Studiums älterer Mitteilungen

¹⁾ Zeitschrift d. D. G. G. Bd. 20, 1868, S. 172.

RUSTS in der Pollichia schließlich doch zu der Überzeugung, daß der bei 294 m Tiefe angetroffene Sandstein dem Buntsandstein angehöre, aber er kann sich dennoch nicht überzeugen, daß die weiter im Hangenden befindlichen Schichten der Trias angehören.“

Das kann ich auch heute nicht. Bei den Proben aus 150,90 bis 178 m könnte man allerdings an mittleren Keuper denken. Gegen die Stellung der tieferen Schichten zum Muschelkalk sprechen jedoch die Einschaltungen von Glimmer und Eisenkies führenden Kalksandsteinen. Aber selbst wenn man die Deutung als Muschelkalk für richtig ansehen wollte, muß es doch als ausgeschlossen erachtet werden, daß „es sich um eine ganz regelmäßige Aufeinanderfolge der drei normalen Triasstufen handelt“. Auf den zwischen 196,2 und 283,8 m Tiefe angenommenen Muschelkalk kommt nur eine Mächtigkeit von 88,6 m, während sie tatsächlich 201 m beträgt.¹⁾ Davon entfallen auf den Oberen Muschelkalk (einschließlich der dolomitischen Schichten) 74,5 m, auf den Mittleren 55,9 m und auf den Unteren 57,6 m. An irgend einer Stelle oder an mehreren müßte also die Schichtenfolge unterbrochen sein.

Ich halte es für richtiger, von einer genauen Bestimmung des Alters der Schichten von 150,90 bis zum „roten drückenden Gebirg“ bei 294 m abzusehen. Nach wie vor aber halte ich daran fest, daß sie mehr an tertiäre denn an mesozoische Schichten erinnern. Die Kalksandsteine sprechen für ersteres, aber entschieden gegen Muschelkalk.

Es mag nicht unbetont bleiben, daß das Vorkommen des Buntsandsteins in hellgrauer Farbe und mit einem Gehalt an Eisenkies eine ungewöhnliche Erscheinung ist. In dieser Richtung sei an Beobachtungen im Mittleren Buntsandstein der Kreuzwalder Ebene in Lothringen erinnert. Dort scheint nämlich nach Feststellungen von JACQUOT²⁾ in Bohrproben Eisenkies im unteren Teil des Mittleren Buntsandsteins eine weit verbreitete Erscheinung zu sein. Das Fehlen näher der Oberfläche glaubt er auf die leichte Zersetzbarkeit des Eisenkieses und auf die große Durchlässigkeit des Buntsandsteins zurückführen zu können. Ich selbst beschrieb Eisenkies aus dem Grundkonglomerat des Buntsandsteins aus dem Schacht III der Grube Huf bei Kreuzwald,³⁾ später von ebendort neben eisenhaltigem Dolomit.⁴⁾ Das Konglomeratstück, das mir durch den damaligen Direktor der Grube, Herrn Bergassessor a. D. DAUB zugeschickt worden war, war von einem roten Streifen durchzogen, der Hauptmasse nach aber licht gefärbt. Die durch reichliches Eisenoxyd bewirkte rote Färbung des Streifens war eine Zersetzungserscheinung, das Eisenoxyd war aus dem braunspatigen Bindemittel und aus geringen Mengen diesem beigemengten Eisenkieses des ursprünglich durch und durch lichten Gesteines hervorgegangen. Karbonate, über deren Natur aber genauere Angaben fehlen, erwähnt REIS⁵⁾ aus dem Staufer Konglomerat, das geologisch dieselbe Stellung einnimmt

¹⁾ L. VAN WERVEKE, Mächtigkeit der Trias und des Juras im Unterelsaß. — Mitteil. Geol. L.-A. von Elsaß-Lothr. 1913, B. 8, S. 102.

²⁾ Note sur les recherches qui ont été exécutées le long de la frontière nord-est du département de la Moselle pour y découvrir le prolongement du bassin de la Sarre. — Annales des mines, 5^e série, Mémoires tome XI, Paris 1857, 144.

³⁾ Holzer Konglomerat und Grundkonglomerat des Vogesensandsteins in der Grube La Houve bei Kreuzwald. Eisenkies im Buntsandstein. — Mitteil. Philomath. Ges. in Elsaß-Lothr., Bd. 4, Jahrg. 20 1912, 765—769.

⁴⁾ Dolomit als Bindemittel im Grundkonglomerat des Vogesensandsteins in der Grube La Houve. — Dieselbe Zeitschrift, Bd. 5, Jahrg. 1913, 191—193.

⁵⁾ Erläuterungen zu dem Blatte Kusel der Geognostischen Karte des Königreiches Bayern 1:100 000. München 1910, 136 u. 138.

wie das Konglomerat von Huf. Unter Hinweis auf diese Beobachtungen und auf die weite Verbreitung der Pseudomorphosen nach Kalkspat in der unteren Abteilung des Mittleren Buntsandsteins sagte ich in dem in der Anmerkung³ erwähnten Aufsatz: „... und es ist ein Fehler, die Erscheinungsweise, in welcher uns der Sandstein über Tage entgegentritt, der Erklärung seiner Entstehung zugrunde zu legen.“

Auf die Bohrung Godramstein I habe ich bereits in 1905 gelegentlich einer Besprechung der Einfallrichtung der Rheintalspalten hingewiesen.¹⁾ Bei der angenommenen Deutung der Schichten ist ein Einfallen nach dem Rheintal zu (synklinal) anzunehmen. Dieser Punkt ist den von RÖHRER²⁾ für die linken Randspalten angeführten Punkten zuzufügen. Darauf, daß die von ANDREAE aus der Gegend von Lobsann und Mitschdorf angeführten Stellen nicht als zuverlässige Anhaltspunkte für die Annahme einer nach dem Gebirge (antiklinal) einfallenden Spalte verwertet werden können, habe ich in einer Besprechung seines Aufsatzes in den Mitteilungen der Geologischen Landesanstalt von Elsaß-Lothringen (Bd. 1, 1888, S. 37 kursiv) hingewiesen. Zugleich hob ich hervor, daß es sich bei der ANDREAE'schen Annahme nicht um Verwerfungen, sondern um Überschiebungen handeln müsse. Als weitere dem Verzeichnis von RÖHRER beizufügenden Stellen, welche für ein Einfallen der Rheintalspalte nach dem Tale zu sprechen, sind zu erwähnen: Verwerfung zwischen Granit und Muschelkalk nördlich von Rappoltsweiler³⁾ und von oligozänem Küstenkonglomerat gegen Buntsandstein bei Aue im Oberelsaß.⁴⁾

Jeder Geologe weiß, daß die Proben, welche durch Meißelbohrung gewonnen sind, nur ein unsicheres Bild der durchbohrten Schichtenfolge liefern und viele Fragen offen lassen. Ihre besondere Unzulänglichkeit im Erdölgebiet habe ich stets betont. „Wird zur Aufsuchung von Erdöl ein neues Gebiet in Angriff genommen, so soll man die Mehrkosten nicht scheuen und wenigstens die erste Bohrung als Kernbohrung ausführen...“ „Die Kernbohrung allein tut es aber noch nicht. Die Kerne müssen auch sorgfältig entnommen und in genauer Reihenfolge aufbewahrt werden, sie müssen auch einer möglichst genauen Untersuchung unterzogen werden.“⁵⁾

Die beiden Bohrungen von Godramstein sind ein neuer Beweis für die Unzulänglichkeit der Meißelbohrungen in neu zu erforschenden Gebieten und für die Notwendigkeit möglichst sorgfältiger Untersuchung der Bohrproben. Dabei ist auch die Natur der Mergelgesteine genauer zu prüfen, als es meist geschieht und als ich es selbst anfangs geübt. Man erkennt nicht immer alle Notwendigkeiten auf den ersten Anhieb. Die Prüfung mit verdünnter Salzsäure in der Kälte genügt nicht. Bei der Untersuchung einer größeren Reihe von Proben außerhalb des chemischen Laboratoriums müssen immer die nötigen Maßregeln zur weiteren

¹⁾ Bemerkungen zu den Blättern Saarbrücken und Pfalzburg der tektonischen Übersichtskarte von Elsaß-Lothringen und über die Einfallrichtung der Rheintalspalten. — *Mitteil. Philomath. Ges. in Elsaß-Lothr.* Bd. 3, Jahrg. 13 (1905), 233—241.

²⁾ Geologische Untersuchungen der Beziehungen zwischen den Gesteinspalten, der Tektonik und dem hydrographischen Netz im nördlichen Schwarzwald und südlichen Kraichgau. 2. Teil. Bemerkungen zur Tektonik Südwestdeutschlands. — *Jahresber. und Mitteil. Oberrhein. Geol. Ver. N. F.* Bd. 10, S. 33—66. (Anh. S. 54—55.)

³⁾ Bemerkungen zu einigen Profilen durch geologisch wichtige Gebiete des Elsaß. — *Mitteil. Geol. L.-A. v. Els.-Loth.* 1893, Bd. 4, 73—83, mit Taf. 4—7 u. 1 Abbild. auf S. 75.

⁴⁾ Dieselbe Zeitschrift, 1898, Bd. 4, S. CXXI.

⁵⁾ L. VAN WERVEKE, Die Entstehung der unterelsäßischen Erdöllager, erläutert an der Schichtenfolge im Oligozän. — *Mitteil. Philomath. Ges. in Elsaß-Lothr.* Bd. 4, 1913, S. 721. — — Wissenschaftliche Anhaltspunkte und Ratschläge bei den Bohrungen auf Erdöl im Unterelsaß. — *Mitteil. Geol. L.-A. v. Elsaß-Lothr.*, Bd. XI, H. 1, S. 54. Straßburg 1918.

chemischen Untersuchung getroffen sein.¹⁾ Hierüber noch einige Worte. In den weichen, unter den Witterungseinflüssen leicht zerfallenden tonführenden Gesteinen unserer mesozoischen und tertiären Schichten haben wir es zu tun mit Ton, Kalkmergel, dolomitischem Kalkmergel, Dolomitmergel, Braunspatmergel und Magnesitmergel. Die Tone brausen mit verdünnter kalter Salzsäure nicht oder nur wenig — es handelt sich dann um schwach kalkhaltige Tone — aber auch nicht stärker beim Erwärmen. Starkes Brausen in der Kälte, außerdem ein schmutziger Überzug der entstehenden, vielfach großen Blasen kennzeichnet die Kalkmergel. Erwärmen bringt kein weiteres Aufbrausen. Die Lösung enthält neben stark vorwiegendem Kalk nur wenig Magnesia. Der Niederschlag bildet sich langsam. Die dolomitischen Kalkmergel brausen in der Kälte deutlich, aber nicht stark, stärker beim Erwärmen und geben neben einem reichlichen Kalkniederschlag einen deutlichen, sich rasch bildenden Magnesianiederschlag. Nur sehr langsam, unter Bildung sehr feiner Bläschen, werden die Dolomitmergel durch kalte verdünnte Salzsäure angegriffen, durch Erwärmen wird die Gasentwicklung beschleunigt. Die Lösung läßt neben dem Kalk einen reichlichen Magnesianiederschlag erkennen. Ebenso wie die Dolomitmergel verhalten sich der Behandlung mit Salzsäure gegenüber die Magnesitmergel, die Lösung gibt aber neben einem geringen Kalk einen wesentlich stärkeren Magnesianiederschlag. Diese Mergel habe ich bisher nur im Salzkeuper kennen gelernt.²⁾ Nur sehr langsam werden durch verdünnte Salzsäure auch die Mergel mit braunspatigem Bindemittel, die Braunspatmergel³⁾ angegriffen. Auf diese Mergel wurde ich zuerst bei der Untersuchung von Proben aus den Astarte Voltzi-Schichten einer Bohrung bei Mietesheim im Unterelsaß aufmerksam. Aus diesen kannte man bis dahin nur Tone oder Kalkmergel. Eine Probe aus 233 m Tiefe, welche mit der Schlammbüchse entnommen worden war, enthielt neben fettem Schlamm viele Stückchen eines schwarzen, weichen, schieferigen Gesteins. Bei der Prüfung eines dieser Stückchen mit verdünnter Salzsäure zeigte sich kein Aufbrausen, und ich wollte das Gestein schon als Ton bezeichnen. Dann kam mir der Gedanke, es doch noch mit Erwärmen zu versuchen, und zu meinem Erstaunen trat starke Kohlensäureentwicklung auf. Die abfiltrierte Lösung war vollkommen farblos, färbte sich beim Zusatz von einigen Tropfen Salpetersäure schwach, beim Erwärmen stärker gelb. Nach Zusatz von Ammoniak erhielt ich dann einen starken, rotbraunen Niederschlag von Eisenoxydhydrat. Das Filtrat ergab bei weiterer Behandlung einen deutlichen Kalk und einen deutlichen Magnesianiederschlag. Dadurch war das Vorkommen von Braunspat erwiesen. Im Tertiär des Rheintales habe ich Braunspatmergel erst in letzter Zeit kennen gelernt. Für genaueren Vergleich können diese genaueren Bestimmungen oft von großem Nutzen sein.

¹⁾ Man braucht einen Mörser zum Zerkleinern der Proben, Reagenzgläser, Trichter und Filter, destilliertes Wasser (sofern kein reines Buntsandstein- oder Granitwasser zur Verfügung steht), verdünnte Salzsäure, Salpetersäure, Ammoniak, kohlenstoffsaures Ammoniak, phosphorsäures Natrium, eine Spirituslampe und einen Magneten.

²⁾ L. VAN WERVEKE, Profile durch den Unteren Keuper aus Bohrungen in Lothringen und im Rheintal. — Mitteil. Geol. L.-A. v. Elsaß-Lothr. Bd. 8, H. 1, S. 124. Straßburg 1913.

³⁾ Diese Bezeichnung ist wohl richtiger als die von Sideritmergel, welche in dem auf S. 20 unter Anmerkung 2 genannten zweiten Aufsatz auf S. 35 gebraucht habe.

Versteinungen von Flözteilen im Steinkohlengebirge.¹⁾

Von

Dr. Otto M. Reis.

(Mit Tafel II Fig. 1—9 und 5 Textbildern.)

I. Oolithartige Versteinung.

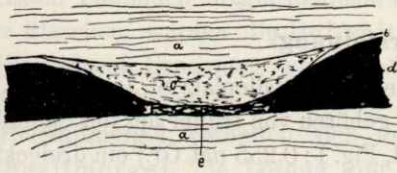
Das zu besprechende Stück fand ich an einem Abladeplatz St. Ingberter Kohle dortselbst; zwei weitere hier angezogene Stücke gehören von früher her der Sammlung der Landesuntersuchung an. Das erste ist (Taf. II, Fig. 1; 0,255 nat. Gr.) ein dreieckiges, flaches Bruchstück mit zwei dickeren Querbruchflächen (eine angeschliffen) und eine scharfe Seitenkante einer bruchlosen Ablösung aus dem Flözverband, an welcher eine hangende und liegende Ablösungsfläche fast keilförmig zusammenlaufen und eine ziemlich gleichkörnige Körnermasse im Innern einschließen. Das Stück mißt an seiner dicksten Stelle 4 cm. Die beiden Ablösungsflächen sind zum Teil von in Glanzkohle erhaltenen Pflanzenresten bedeckt, von welchen auf der ebenen Fläche nach Dr. JUL. SCHUSTERS Bestimmung eine *Sigillaria* mit Pollerianastruktur liegt; die vermutlich untere, gerundete Seite zeigt die Faserung eines Holzgewebes (vgl. Fig. 1 die Pfeilrichtung). Das mit Steinkohle gewonnene Stück stellt einen Teil eines Flözes dar, deren Übergänge zum Hangenden sehr häufig leichter erkennbare Pflanzenreste enthält. — Zunächst der zugeschärften Seitenkante sind noch Harnische zu sehen, wie solche sehr häufig härtere rundliche Einschaltungen in weicherem Mergelschieferverband an den Seitenflächen aufweisen; die Druckwirkung hat sich in geringem Umfang auf das benachbarte Innere fortgepflanzt; außer einem schwachen Kalzitspältchen ist überhaupt keine mechanisch trennende Beeinflussung zu bemerken.

Die Innenmasse (Fig. 2 u. 3) besteht aus dichtgedrängten rundlich eckigen Körnchen von etwa 1 mm; neben den Ablösungsflächen folgt eine 2—4 mm dicke kohlige Rinde, wohinein eine rasche Abnahme der Korngröße erfolgt; eine gleiche Abnahme erfolgt in einer Länge von etwas über 20 mm nach der Seitenkante hin (Fig. 2), wobei ebenfalls eine Zunahme kohligter Beimischung eintritt. — Über dieser seitlichen Masse hat die oben erwähnte Zusammendrückung stattgefunden, besonders von der Seite, welche als Oberseite gekennzeichnet ist; sie ist auch die ebenflächige Ablösungsseite, auf welcher sonst ungestört die *Sigillaria* sich ausbreitet; auf der gerundeten entgegengesetzten Seite erstreckt sich von der Seitenkante her der Holzgefüge zeigende Pflanzenrest nach dem dicksten Teil des Stücks, als ob er mit der Unterfläche schief abwärts auf der Böschung einer muldigen Vertiefung gelegen hätte (vgl. Pfeilrichtung Fig. 1).

¹⁾ Die hier behandelten Fundstücke haben in den Gesteinen und Mineralien der Rheinpfalz, Geogn. Jahresh. 1918/19 S. 153—154, eine ganz kurze Erwähnung gefunden.

Wir haben also (vgl. Fig. 2) den Eindruck der Ausfüllung einer Rinne mit den körnigen Teilchen; die rings nach den nicht gebrochenen Grenzflächen des Gebildes schon mit bloßem Auge festzustellende Abnahme der Korngröße, besonders nach der langen Seitenkante hin (an deren vorderen und hinteren Ende), läßt aber nicht die Annahme zu, daß es sich um eine Anschwemmung von Körnern handelt, sondern eher um eine Wachstumserscheinung von innen nach außen.¹⁾

Auf derartige Rinnen im Verlauf der Kohlenflöze im Saarrevier hat E. KOHLER in Geogn. Jahresh. 1903 S. 64 aufmerksam gemacht; wir werden unten nochmals auf seine Ausführungen zurückkommen und bringen hier nur zwei von ihm aufgenommene Bilder aus dem Emilflöz der Grube Geislauntern bei Saarbrücken nochmals zum Abdruck.



Textbild 1.

Flözverdrückung im Emilflöz der Grube Geislauntern.
a Schieferton, b graue Letten, c sogen. rotes Gebirge, d Kohlenflöz, e versteinerte Kohle.



Textbild 2.

Flözverdrückung im Emilflöz der Grube Geislauntern.
(Bezeichnung wie bei Textfigur 1.)

Die ursprünglichen Gefügemerkmale.

Die Körneransammlung zeigt unter dem Mikroskop eine dichtgefügte Masse feinstfaseriger, annähernder Rundkörnchen. Diese sind an vielen Stellen noch unverändert rund; meistens aber stoßen sie vieleckig, in bienenwabenhöflicher Raumausnutzung dicht aneinander; wo an den geradlinigen Berührungstellen noch näher zu behandelnde Stoffumsetzungen vor sich gegangen sind, da lassen sich stets noch die älteren, ein vieleckiges Maschenwerk bildenden Linien (bzw. Flächen) des Zusammenstoßens erkennen;²⁾ kleinere Räume sind zwischen den Körnern verteilt; gegen diese, die oft mit dunklerer, zum Teil kohligem, karbonatisch gebundener Masse erfüllt sind, zeigen die Körner wohlgerundete Kugelflächen, wie auch kleinere allseitig gerundete Kügelchen in dieser Masse einzeln verteilt sind (vgl. d. J. S. 2).

Dem Fasergefüge der Kugeln fehlt jede Art Zuwachsschalung; einer mittleren Strecke des Halbmessers entsprechend, erkennt man bei vielen Körnern rund herum, hellere, nicht gleichmäßig lange und breite, zum Teil etwas dickere Fasern von Kalkspat aus nachträglicher Umwandlung.

Die Hauptfasern sind von einer außerordentlichen Feinheit und im größten Teil des Durchmessers von größter Regelmäßigkeit der Packung; seitliche Schnitte zeigen die Faserdurchschnitte in gleichmäßigerer, etwas hellerer Punktierung; man erkennt, daß die Fasern eine schwache Verockerung erfahren haben. Nach dem Umfang der Kügelchen ändert sich manchmal etwas das einfach strahlige Gefüge;

¹⁾ Wir haben auch im Muschelkalk Frankens in solchen Vertiefungs- und Röhrenauffüllungen gar nicht selten in der Mittenregion gehäufte nach außen abnehmende chemische Ausscheidungen (Geogn. Jahresh. 1909 Bd. XXII S. 124 Taf. VIII Fig. 4—7).

²⁾ A. JOHNSON hat im Zentralblatt für Min. u. s. w. 1909 die Möglichkeit eines derartigen „dodekaëdrischen“ Kalks z. B. im Karlsbader Sprudelstein unter gewissen Voraussetzungen (geringes Zwischenzement) (vgl. dies. Jahresh. S. 12) theoretisch erörtert.

es erhält dann eine fieder- bzw. eine teiltrichterförmige Anordnung, ein Tutenspatgefüge, was dann auch am Umfang durch eine gering heraustretende Vorrangung begleitet ist.

Die Verockerung, von welcher wir noch unten weiteres anführen werden, läßt erkennen, daß man es vorzugsweise mit Eisenkarbonat zu tun hat, was auch aus der großen Schwere des Stückes hervorgeht (spez. Gew. 3,477), wozu ich auf die Analyse S. 31 hinweise; die beiden anderen Stücke zeigen das spez. Gew. von Dolomit 2,95 bzw. Braunspat 3,00 (Dr. ARNDT best.). Sichere Zelleneinschlüsse von Pflanzen habe im Innern der Kugeln nicht beobachtet; es finden sich an verschiedenen Stellen längliche, quer oder schief quer die Körner außen durchbrechende bzw. eingewachsene Flaserzüge, welche sich als schmale Fortsetzungen der einzeln verstreuten Füllungen zwischen den Kügelchen erkennen lassen.

Das Feingefüge der Zwischenkugelfüllungen zeigt eine Art Flaserung (Fig. 6), welche sich hauptsächlich nach der Längerstreckung ihrer Räume richtet; ihre Züge stoßen auch nicht gar zu selten an den Körnern ab bzw. werden sie auch in deren äußere Hälfte aufgenommen; hierbei zeigt sich, wenn die Flaserung das erwähnte Nagel- oder Tutenspatgefüge annimmt, daß die Fasern zickzackartig hin und her gebogen werden. Die Flaserung besteht in einem Wechsel von dunkeln kohligen Einschlüssen und dünnen karbonatischen Schlieren, welche auch zum Teil durch sehr feine kohlige Einschlüsse etwas graulich gefärbt sind.

Die Tatsache, daß diese Züge erst in die äußeren Teile der Faserkugeln aufgenommen werden, legt nahe, daß die organischen Bestandteile, welche die mikroskopischen kohligen Einschlüsse bewirken, vorher hauptsächlich durch die Kristallisation beiseite gedrängt werden konnten, bis sie, in die Enge der Zwischenkugelräume getrieben, nicht mehr auszuweichen vermochten; besonders mußten sie aus dem Raum zwischen den gradlinig zusammenwachsenden Kugeln entfernt worden sein; die an den vortragenden Kugelflächen hauptsächlich wirkenden Verdrängungskräfte haben die offenbar zäh zusammenhaltenden organischen Massen aus den Winkeln zwischen den zusammenstoßenden Kugelflächen herausgezogen. — Pflanzliche Flitter und Splitter sowie verunreinigender Feinschlamm scheinen in der körnerbildenden Lösung sonst nicht vorhanden gewesen zu sein.

Auch an den Verwachsungsstellen, an welchen in gekrümmter Linie kleinere Faserkugeln von größeren einverleibt werden, woselbst also eine Wachstumsrichtung unterdrückt wird, finden sich keine Einschlüsse.

An dem äußeren Rand der Faserkügelchen ist gegen die Zwischenkugelfüllung stets eine, wenn auch gelegentlich nur ganz dünne Kruste etwas helleren Karbonatspats in kurzen, meist etwas breiteren und nicht ganz regelmäßig strahlig gestellten Fasern bemerkbar, welche an Stärke gegen die Zwischenkugelwinkel deutlich abnimmt.

Von Belang ist noch die äußere Ringsflur der Knollen im Übergang zur kohligen Hülle; hier nehmen die völlig rund werdenden Faserkugeln an Umfang (bis zur Punktgröße) und an Zahl allmählich ab und damit auch die Entfernung voneinander zu; dagegen wird die letzterwähnte Umsäumung der Faserkugeln mit gröber faserigem Karbonat dicker und nimmt im Sinne eines nicht ganz gleichmäßig vorwachsenden Tutenspatgefüges etwas ungleichmäßigere Gestaltung an. Zugleich tauchen neben den hier sich vordrängenden kohligen Einschlüssen, sogar mit Zellgewebeerhaltung, fast lagerhafte Reihen selbständiger, mehr zweiseitig nach außen und innen wachsende Tutenspatkristallgruppen (fast Kristallinsen) auf, welche als zeitliche Gleichbildungen mit den Spatfasern am Rande der Zwischenkugel-

räume betrachtet werden müssen, welche auch ebenso unregelmäßig dickflaser(-schlieren)artig angeordnet sind. — Diese kleinen Gruppen enthalten nach der Reaktion auch noch Eisenkarbonat, aber nicht mehr so viel; sie werden daher im Gefüge sehr ähnlich den an zweiter Stelle erwähnten Kohlenversteinungen, wahrscheinlich mehr auf Dolomit herauskommen, da sie sicher nicht Kalkspat sind (vgl. hierzu die im Gefüge und sonstigen Merkmalen sehr ähnlichen eisenhaltigen Dolomitversteinungen von Kohle von St. Ingbert, Fig. 7 u. 8).

Die kohligen Zwischenfüllungen sind zum Teil völlig dicht, zum Teil haben eingeschlossene Gewebe noch mit Karbonatspat und Quarz¹⁾ erfüllte unzerdrückte Zellräume, deren Anordnung in Reihen auch querschief zum Rand des Stückes bzw. zur Hauptdruckrichtung statthat. Wo die Ausfüllung der Zellräume nicht oder nur unvollkommen stattfand, sind die Zellräume plattgedrückt bzw. verschwunden. Der Fortgang der Inkohlung hat die Pflanzenreste zu ganz dichter Masse werden lassen.

Veränderungen im Erhaltungszustand (Fig. 4—6).

Das auffälligste Merkmal ist, daß die Körper der Faserkugeln nur noch in geringer Zahl in vieleckigen Umrissen unmittelbar aneinanderstoßen. Es zeigen sich vielmehr hier an den Berührungslinien sei es zum Teil, sei es in ganzer Länge schmale Zwischenschaltungen von vorzugsweise Kalkspat und zwar in so klaren Kriställchen und so grobkörnig, wie dies auch an einen der wenigen haarfeinen Spältchen, die das Fossil gesetzlos durchbrechen, zu sehen ist. — Es ist nun auffällig, daß diese kalzitischen Zwischenfüllungen nicht da am stärksten sind, wo mehrere Körner mit den Ecken sich ineinanderfügen; hier fehlt diese Einschaltung, vielmehr bzw. sie nimmt von der Mitte der Berührungsfläche, woselbst sie stets am stärksten sind, nach den Seiten ab; diese Einschaltungen zeigen daher alle einen verhältnismäßig fast regelmäßigen schmal-, manchmal auch dick-linsenförmigen Durchschnitt. — Ein weiteres nie fehlendes Kennzeichen dieser Kalziteinschaltungen ist, daß sie durch eine mittlere gradlinige Verwachsungsfuge, welche sich meist etwas gefärbt zeigt, in zwei Hälften geteilt ist; da diese Fuge in noch bestehende Berührungslinien der Sphärolithkörper selbst ausläuft, so ist die überzeugende Vorstellung gegeben, daß diese Fuge die frühere Berührungslinie (bzw. -Fläche) darstellt und daß die Kalziteinschaltungen von den Fugen aus auf Kosten der Sphärolithkörper entstanden sind (vgl. unten).

Es wurde S. 28 erwähnt, daß in der Mitte des Halbmessers der Faserkugeln eine unregelmäßig begrenzte Ringsflur einer nachträglichen Umwandlung der braunen feinen Fasern in breitere kalzitische Fasern stattgefunden habe, welche stofflich mit der eben erwähnten gleichzustellen ist. In einer gewissen Entfernung von der Außengrenze des Stückes stärker, aber im allgemeinen doch immer etwas zu bemerken ist nun 1. eine gegen diese Kalzitumwandlung ähnlich unscharf begrenzte, aus der Mitte der Faserkugeln nach außen vorspringende Verockerung der Eisenkarbonatfasern, von denen einzelne wie dunkle Borsten in die noch unberührte Masse hereinragen, und 2. ein an Umfang bei allen Körnern zu beobachtendes schmales Band einer fast ebenso starken Verockerung, welche von der oben erwähnten kristallisierten hellen Kruste gegen die Zwischenkugelfüllung überwachsen wurde.

Es liegt also hier folgende Reihe von ringsbänderartigen Zuständen im Halb-

¹⁾ Nach einer Untersuchung vom Landesgeologen Dr. SCHUSTER sind die Quarze den Längszellräumen entsprechend auskristallisiert, wie man das auch bei verkieselten Hölzern findet; auch kalkspatig versteinete Hölzer zeigen das gleiche.

messer der Körnchen von außen nach innen vor: verockert, unverändert, kalzitisiert, unverändert, verockert; es ist das die Folge einer bänderartigen Durchsinterung, welche, wie ich dies für Karbonatgesteine im Berichte der Pollichia Bad Dürkheim 1915 S. 48—49 hervorgehoben habe, ohne gleichzeitige chemische Veränderungen an Ort und Stelle nicht zu denken ist, also auch nicht lediglich als ein Niederschlag aus vom Gestein unabhängigen, sich gegenseitig durchdringenden und ausfallenden Lösungen erklärt werden kann.

Es kann nun gefragt werden, ob nicht die erwähnte dünne Kristallkruste um die Faserkugeln und die Karbonatschlieren in den Zwischenkugelfüllungen und endlich die dicker werdenden Krusten um die kleinen Kugeln in dem äußeren Übergangsraum zu den lagerhaften Nagelkalk-artigen Kristallgruppenreihen ihren Stoffbestand aus den erwähnten Umsetzungen im Innern der Faserkugeln und dem Mittelraum des Stücks bezogen haben können, wobei sie aus Kalkkarbonat innen nach außen zu mehr und mehr in Eisenkarbonat-haltigen Dolomit übergegangen wären. — Diese späteren Ausscheidungen würden aber erst zu einer Zeit vor sich gegangen sein, wo die pflanzlichen Stoffe schon etwas mehr verkohlt waren und wirkliche Zerreißen eintraten, wie dies bei Tutenkonkretionen auch beobachtet ist und wie dies besonders bei Eisenkarbonat-haltigem Dolomit in tutenförmiger Auskristallisation in Steinkohlen ganz besonders deutlich ist (vgl. unten).

Wenn so eine zweite spätere Bildungszeit scheinbar nach einer Verockerung ziemlich scharf abgetrennt werden kann, so tritt die erste deutlich hervor; besonders auch, daß es sich bei der ganzen Ausfüllung nicht um eine Zusammenschwemmung von Körnern handelt, sondern um eine örtlich entstandene und verbliebene Lösungsausscheidung, welche vergleichbar einer Konkretion oder z. B. einer Toneisensteingeode von innen nach außen wächst, innerlich ihr stärkstes Körnermaß erreicht und nach außen abnimmt; man könnte sogar den Gedanken vertreten, daß auch nach dem Hangenden schon ein gewisser Abschluß vorhanden war, ehe die erste Ausscheidung dortselbst anlangte. Da sie nach allen Seiten schon abflaute, ehe sie ihre eigentliche Umgrenzung erreicht, so ist auch die Hangendfläche durch nachträglichen Zuwachs nicht aufgebogen, wie dies bei Geoden und bei ähnlichen Raumausfüllungen in Schiefen beobachtet wird; vielleicht gilt dies auch für die Flözaufbiegung, welche oben rechts bildlich nach E. KOHLER dargestellt ist.

In dem Körnerknollen läßt sich gut nachweisen, daß die Kugelkörnchenbildung (Sphärolithe) von innen nach außen sich abschwächt, während in dem zweiten Umwandlungsvorgang die sphärolithähnlichen Entstehungen nach außen zunehmen und im Innern zersprengter schon etwas verdichteter Kohle ein späteres Eintreten erkennen lassen.

Der chemische Befund.

Es folge hier eine Analyse von ADOLF SCHWAGER: Spez. Gewicht 3,477; FeCO_3 82,96; CaCO_3 4,71; MgCO_3 3,82; SiO_2 7,67; S 0,05; Organ. 1,30 = 100,51. Zu den hier 91,5% betragenden Karbonaten treten 7,7 SiO_2 , 1,30 Organ. und geringe Mengen Schwefel. Es ist nun zunächst die Frage, worauf die Kieselsäure zurückzuführen ist; soweit die mikroskopische Untersuchung hat erkennen lassen, ist sie weder in den Sphärolithen selbst noch in den metamorphosierten Teilen dieser enthalten; bei der geringen Menge organischer Substanz ist daher für die Kieselsäure kein anderer Platz als in den Füllungen jener Zwischenlücken bzw. jener streifigen Einschlüsse nahe am Rand der Sphärolithe, woselbst wir oben

eine strahlige Durchkristallisation erwähnen konnten. Diese besteht aus Karbonat, aber auch teilweise aus Kieselsäure, wie in dem Zellgewebe der äußeren Übergangszone zum Flözkörper tatsächlich streifenweise Kieselsäure neben Kalkspat in nicht unbeträchtlichem Maße als Füllung der Zellräume auftritt.

Das CaCO_3 gehört zum Teil jenen Berührungsfüllungen zwischen den Kugeln an, während ein anderer Teil und MgCO_3 vielleicht dem Eisenkarbonat isomorph beigegeben sind; bei der geringen Menge dieser Substanzen, welche hierbei eigentlich für jene Zwischenschaltungen bleiben, ist es nötig, auch anzunehmen, daß in sie auch Eisenkarbonat als isomorpher Bestandteil reichlicher eingeschlossen wurde; das scheint auch dadurch gekennzeichnet, daß an den Grenzflächen der Kriställchen eine schwache Verockerung eingetreten ist; sicher konnte es durch die mikrochemische Reaktion festgestellt werden.

Die Faserung der Sphärolithkörnchen besteht daher zum größten Teil aus Eisenkarbonat mit sehr zurücktretenden isomorphen Beikarbonaten; die hierzu gering auftretenden Umwandlungs-Zwischenschaltungen bestehen aus Magnesia- und Kalkkarbonat mit beigemengtem Eisenkarbonat.

Es ist hiermit auch festgestellt, daß Eisenkarbonat in außerordentlich feinfaserigem Kristallwachstum unter gewissen Umständen zur Ausscheidung kommen kann, ganz ebenso wie Kalzit und Aragonit. Es werden hierbei aber ganz besondere Lösungsbedingungen maßgebend sein.

Wenn W. GOTHAN in einer Behandlung der Torfdolomite der Braunkohle (Jahrb. d. Pr. G. L.-A. Berlin 1910 S. 41) betont, daß Spateisenstein sich gern in runden Körnern ausscheide, woher der Name „Sphärosiderit“ stamme, und daß diese Eigenschaft ohne weiteres eine verblüffend einfache Erklärung für die Entstehung der dortselbst so genannten „Oolithhölzer“ gebe,¹⁾ so kann ich ihm nicht beistimmen. Das oben bekanntgegebene fast völlig gleichartige Auftreten von Kalk-„Oolithen“ im Innern von Hölzern einerseits und von fast reinem Dolomit in radial gefaserten Knollen (Coal balls) als Vergleichbildungen mit den Torfdolomiten und Sphärosideriten muß aber eine Erklärung ausschließen, welche sich auf einfache und allgemein mineralogische Merkmale ohne Zuziehung der physikalischen Lösungsbedingungen gründet; ich glaube vielmehr, daß ein „Sphärosiderit“ auf Entstehungsbedingungen hinweist, welche auch nicht die gewöhnlichen in den Spateisensteingängen sind, sondern sich physikalisch denen nähern, welche die geschilderten feinen Sphärosideritoolithe im Karbon entstehen ließen.

Von den tertiären Oolithhölzern gibt G. FLIEGEL in der miozänen Braunkohlenformation am Niederrhein (Abhdl. d. K. Pr. G. L.-A. N. F. H. 61 1910 S. 26) zwei Analysen nach KLÜRS und EYME; es zeigen sich dabei vergleichbare Mengen von Eisen-, Magnesia- und Kalkkarbonat; bei einem etwas stärker zersetzten II und vielleicht hierbei durch Infiltration etwas verunreinigten zeigt sich bei vermehrtem Gehalt an FeO eine relative Vermehrung von CaO und MgO und von Kalium- und Natriumkarbonat.

II. Nicht oolithische, körnig grobkristallinische Versteinung im Flözkörper.

Ich habe hiervon zwei verschiedene Stücke von St. Ingbert (Geogn. Sammlung München) und außerdem einen großen Dünnschliff von Saarbrücken aus der Sammlung von Prof. FELIX in Leipzig.

¹⁾ Es ist nicht dargestellt und es war mir leider nicht möglich festzulegen, in welchem Umfang die Bezeichnung „Oolithhölzer“ für Torfdolomite berechtigt ist, ob sie mit den wirklich körnig-oolithischen Ausscheidungen, wie sie hier behandelt werden, verglichen werden können.

Beide Stücke von St. Ingbert sind schicht- oder lagenartig von mehr oder weniger zusammenhängenden Kohlenstreifen durchsetzte kristallinische Ausscheidungen bzw. von letzteren dick lagerartig durchsprengte Kohlenstücke. Die Grenzfläche der Mineralausscheidung gegen die Kohle ist entweder rundlich buckelig oder verlängert buckelig-streifig; auch in ersterem Fall zeigt sich eine streifige Striemung. Da diese Streifung auf mehreren Bruchflächen der kohligen Einschaltung auch oben und unten völlig gleiche Richtung und gleichen Charakter besitzt, so handelt es sich ganz zweifellos um die Versteinungen einzelner verkohlter bzw. verkohlender Holzstämmen, bei deren Entstehung die Mineralausscheidung in das Fasergefüge eindringend und sich eng anpassend das Holz in verschiedenen Ringsschalen zersprengte.

Auch die Mineralausscheidungen sind, wie man schon mit der Lupe sieht, nicht ganz einheitlich, sondern es finden sich zwischen den — wie das Mikroskop zeigt — verschieden großen und verschieden dicht gesetzten lagenartig, aber auch feinquerspaltig angeordneten Mineralkörnern zahlreiche kleine Kohleneinschaltungen als Reste bei einer vielfach kleinweis durchsprengenden Mineralausscheidung.

Bei dem mit den rundlich knolligen Bruchflächen versehenen Stück gehen solche Querspältchen aufwärts und abwärts meist in gebogenem Verlauf, jedoch aber nach der erwähnten Faserungsrichtung verlängert. Ich glaube daher die Vermutung aussprechen zu dürfen, daß auch diese Zersprengung wenigstens in gewissem Umfang zu einer Zeit geschah, in welcher die pflanzliche Masse noch von den ursprünglichen Kohäsionsverhältnissen erheblich abhängig und der Inkohlungs-vorgang noch nicht so weit vorgeschritten war, daß das Enderzeugnis „Kohle“ ihre mehr mineralischen „Gesteins“eigenschaften durchsetzen konnte; trotzdem ist das Auftreten der queren Zersprengung ein Anzeichen, daß letztere Zusammenhänge schon etwas wirksam waren.

Was das mineralische Feingefüge betrifft, so schildere ich es in Wort und Bild nach einem großen einheitlichen Dünnschliff aus der Sammlung von Prof. FELIX in Leipzig, welcher die Aufschrift trägt: *Diploxyylon* GOLDENBERG (*Sigillaria*). Das Original hat jedenfalls vor dem Schliff Sigillarienreste an sich getragen (Taf. II Fig. 7—8).

Von pflanzlichen Strukturen ist in den Mineralausscheidungen selbst nichts zu sehen; wir erkennen aber in einer fein verteilt kohligen Masse gelagerte Züge schmaler kurzstengelig-faseriger Karbonatausscheidungen, welche deutlich die Tuten-spatkennzeichen haben, d. h. tutenförmig begrenzte, von einem Punkt ausgehende strahlige Kristallstengel, welche an einem entgegengesetzten Ende plattig abschließen und bei welchen immer neue und verschieden große Ansätze gleichsam von Sektoren von Oolithkörnern derart übereinander angeordnet sind, daß die abgeplatteten Enden ein schichtartiges Gefüge andeuten (vgl. Fig. 8). Die beiden Platten von St. Ingbert zeigen dasselbe Bild, aber in nicht so heller, gut photographierbarer Erhaltung. Es ist genau das gleiche Bild, welches in nicht starkem Größenunterschied auch die Außenzone des Sphärolithstückes (Fig. 3) mit nach innen abnehmender Stärke erkennen läßt, woselbst auch deutlich der Nachweis einer späteren Entstehung, d. h. zu einer Zeit wahrscheinlich schon etwas vorgeschrittener Inkohlung, erbracht werden konnte. — Hierbei könnte also in keinem Falle das pflanzliche Gefüge erheblich bestimmend auf die Wachstumsform der anorganischen Ausscheidung gewirkt haben.

Was die mineralische Kennzeichnung der Ausscheidung betrifft, so konnte das Karbonat an den St. Ingberter Stücken nicht analytisch festgelegt werden; jedoch hat Dr. ARNDT das hierfür gleich wichtige spezifische Gewicht bestimmt; es ist im

Mittel 2,953 und 3,00; Dolomit hat im Höchstmaß 2,95 und Spateisenstein im Mindestmaß 3,7; es handelt sich also um einen sehr wahrscheinlich gering eisenhaltigen Dolomit, wobei zu bedenken ist, daß gering beigemengte Kohle vermindern wirkt.

III. Die Bedingungen der Entstehung und Umwandlung.

Die Vorbedingung der mit der Versteinung der Flöze zusammenhängenden Bildungen wurden früher vermutungsweise mit Bruchstörungen und Gebirgsdruck zusammengebracht, worauf auch eigentlich der Name „Flözverdrückung“ hinweist, welchen E. KOHLER für die von ihm behandelte Sache übernimmt; dessen wichtige kleine Arbeit macht darauf aufmerksam, daß in den rinnenartigen Vertiefungen und grubigen Ausnagungen mancher Flöze eine seltsame durch Eisenfärbung und Pflanzenhäcksel ausgezeichnete tonige Ausfüllung vorhanden sei, das sogen. rote Gestein (Gebirge), und daß im Boden dieser Füllungen, soweit das Flöz noch vorhanden ist, dessen (dolomitische) Versteinung Platz greift (vgl. S. 28 Bild 1—2 oben). Er sucht durch Hinweise 1. auf Beobachtungen von PASSARGE im venezolanischen Guyano und 2. im Anschluß an Beobachtungen von SENDTNER in von kalkharten Wasserläufen durchzogenen, ursprünglich in kalkarmen Gewässern wachsenden Hochmooren, wobei die stetige randliche Zerstörung des Hochmoors durch das kalkhaltige Wasser hervorgehoben wird, auch die gestaltlichen Eigenschaften jener Flözeintiefungen zu erklären; dabei weist er mit einer Analyse eines Flözversteinungsstücks auch auf die Möglichkeit hin, diese als Folge der Wirkung harten Wassers zu erklären; das untersuchte Gestein ist ein Dolomit mit Eisen- und Manganoxyd; es war leider nicht mehr festzustellen, ob das Gestein konkretionär-kristallisiert oder dicht war; beide Formen von Eisenkarbonat kommen in den Saarbrücker Schichten von St. Ingbert nebeneinander vor.

Die erwähnte Wirkung der kalkhaltigen Gewässer in Hochmooren stellt man sich so vor, daß sie das Bakterienwachstum begünstigen, welches die Fäulnis der pflanzlichen Reste mindestens einleiten und die Selbstzersetzung noch befördern, d. h. ein Verschwinden der pflanzlichen Zellgebilde in verkohlungsmäßigem Zustande verursachen; zugleich wird aber auch durch diese Bakterientätigkeit Kohlensäure erzeugt, wodurch einerseits Kalklösung angereichert werden kann, andererseits sich auch die in Hochmoor-artigen Ausbreitungen sich findenden kolloid geschützten Eisenoxyde in Eisenkarbonat umwandeln können. Wo Pflanzen erhärten, ohne zu verkohlen, scheint in erster Linie Eisenoxydhydrat in den Zellwänden sich abzusetzen, wozu später eine Kalkerfüllung in den Zellräumen eintreten kann (vgl. oben d. Jahresh. S. 9 und S. 16).¹⁾

Eisenoxydhydrat und Kalk können sich nahe bei- und nacheinander bilden und es besteht in Rinnen harten Wassers in Hochmooren auch wieder die Möglichkeit, daß das Eisenoxydhydrat nachträglich in Eisenkarbonat zurückgeführt wird; so wäre es denkbar, daß in einer Rinne, in welcher sich kolloides Eisenoxydhydrat in faulender organischer Substanz als gallertige Masse angesammelt und in welcher vor nicht rückbildbarer Ausfällung eine abschließende Überdeckung durch kreuz und quer umgefallene Stämmchen stattgefunden hat, später bei einer neuen Grundbewässerung mit hartem Wasser eine oolithoide Anlage von Eisenkarbonat

¹⁾ Bekannt ist (vgl. RAMANN, Bodenkunde 1911 S. 231), daß vertorfte Hölzer in ihrer Asche nach MÜLLER 37% (Kiefernholz) und 66% (Eichenholz) Eisenoxyd enthalten, während die meisten anderen Salze ausgelaugt waren.

entstände, deren Anfänge vor völliger Festigung schwebend von innen nach außen zunehmen und wachsen werden. Ebenso ist es denkbar, daß ein Kohlenflöz, das über einer solchen bis zum Grund durchgenagten Rinne mit Karbonatausscheidungen wachsen würde, von einer derart überschüssig wachsenden konkretionären Masse in die Höhe gehoben würde und dabei noch versteint werden könnte; das würde das Bild 2 auf S. 28 vielleicht verständlicher machen, wobei man annehmen müßte, daß die untere Eisenspathausscheidung später wieder endgültig durch in der alten Rinne sickerndes weiches Wasser verockert wäre.

In unserem Falle hätte auch eine spätere, aber nicht zu lange nachfolgende, weniger kalkreiche, weiche Grundwasserbeeinflussung die Umwandlungen erzeugt, welche auf eine teilweise Verockerung mit anschließenden Kalk- und Dolomitneubildungen hinausläuft. Die Tatsachen, daß die Körnchen im Umfang des behandelten karbonischen Füllungssteines auseinanderliegen und nicht mehr zusammenstoßen, ebenso die Entstehung der Interglobularlücken im Innern scheinen zu beweisen, daß ein Abbruch des Lösungszuzugs oder wenigstens seines bisherigen Karbonatgehaltes stattgefunden hat.

Die karbonischen Flöze werden nun allerdings nicht den „Hochmooren“ zugeteilt, sondern mehr den Waldflach- oder -wiesenmooren, wie auch die in den Tropen soweit bis jetzt bekannt gewordenen Torf- und Moorbildungen mehr der Flachmoorentstehung entsprechen; dem würde auch an die Seite zu stellen sein, daß die Hochmoore sich regional an kühlere klimatische Bedingungen halten. Wenn die Flora der Hochmoore eine Flora der nährstoffarmen, namentlich kalkarmen Gewässer ist, so könnte ihre klimatische Verbreitung vielleicht auch darauf zurückgeführt werden, daß kälteres und CO_2 -haltigeres Wasser geeignet ist, mehr Kalk gelöst festzuhalten, und bei überschüssigem Gehalt an Kohlendioxyd es den Pflanzen schwer fällt, den Kalk aus der Lösung herauszuziehen, so daß nur eine Kalk nicht so bedürftige Flora gedeiht. Die Frage, ob Hoch- oder Flachmoor, käme auf die entscheidende Kalkgehaltfrage hinaus, wie ja tatsächlich aus Flachmooren Hochmoore werden. Dies müßte natürlich auch für die Tropen und die unter tropischen Bedingungen entstandenen Kohlenflöze entscheidend sein. Es könnten Kohlenflöze gedacht werden, welche eine Quellmoorentstehung oder auch bei schwachem fließenden Wasserdurchzug in Geländen mit geringem Gefälle von kalkhaltigen und kalkarmen Gewässern gespeist wären oder gar wechselnd unter dem Einfluß der beiden ständen, welche z. B. etwa auch dem Falle entsprechen würden, der von KOHLER angezogen ist, daß Hochmoore von stärker kalkhaltigen oder auch kohlenensäureärmeren Wassern durchzogen wären.

Die Frage wäre somit von dem engeren Standpunkt auf einen allgemeineren hinübergeleitet und es wäre z. B. die Möglichkeit geboten, ungefähr zu entscheiden, welche Flözbildung unter den karbonischen Flözen etwa den allgemeineren Bedingungen eines Hochmoores entsprechen könnten. Die häufige Vergesellschaftung von Flözen und Karbonatbänken verweist auf derartige Zusammenhänge.

Wenn wir daher für unseren Fall annehmen, daß in einem nährstoffarmer Hochmoorgebiet unter dem Einfluß organischer Kolloide Eisenhydroxyde in kolloidem Zustand beweglich und fortführbar bleiben, so ist bei einer nachfolgenden Durchnagung mit nicht stark und vielleicht unterbrechungsweise zufließenden kalkhaltigen Gewässern die Möglichkeit gegeben, daß diese Kolloide sich nach diesen Rinnenvertiefungen hinziehen, daselbst stocken und in Eisenkarbonat verwandelt werden; ist vorher eine schwache Überdeckung, ein geringer Abschluß nach oben durch

Pflanzenreste erfolgt, welche die kalkhaltigen Gewässer fast als Grundwasser in den früher offenen Rinnen durchsickern läßt, so ist der ohne jede stärkere Strömungsanzeichen stattfindende Vorgang eines von innen nach außen sich abschwächenden Wachstums von Oolithkörnern gegeben. Dabei ist als wichtig zu erwähnen, daß v. BEMMELEN nachwies, es könne in Hochmooren Eisenkarbonat (wie Magnesiumkarbonat) auch amorph als kolloidaler Siderit auftreten. Es wäre also auch hier die Möglichkeit geboten, anzunehmen, daß die sphärolithische Faserkristallisation sich aus einem erst amorphen Vorstadium entwickelt hätte.

Der umgekehrte Fall, daß in eine solche mit Karbonatbildungen ausgefüllte und aufgehöhte zugewachsene Rinne nährstoffarmes weiches Grundwasser wieder eindringt und die vorhandenen Karbonate wenigstens im unteren Teile fortführt und wieder verockert, wäre in dem von KOHLER dargestellten Fall (Bild 2 S. 28) nicht zu fernliegend.

Dieser letztere Fall wäre auch in gewissem Umfange bei unserem Stück zu berücksichtigen, dessen weitere Schicksale hier noch kurz umrissen werden mögen.

Als erster Endzustand der körnigen Masse haben wir eine sozusagen „schwebende“ Ansammlung kugelliger Eisenkarbonatkörnchen, welche in einem mittleren Raum am größten sind und dort in möglicher Raumausfüllung und Körperanpassung sich vielflächig rings absträgen, während sie in einer Ringsaußenflur an Größe abnehmen und nicht mehr zusammenstoßend die rundliche Form behalten; im Innenraum sind ganz vereinzelt kohlige Teilchen randlich in den Körnern eingeschlossen oder auch als Zwischenfüllungen zwischen einzelnen nicht zusammenstoßenden Kügelchen vorhanden. Von den sich in diesen Zwischenlücken anbietenden rundlichen Angriffsflächen aus haben die Körnchen eine dunkelockerige Außenkruste und oft auch einen ockerigen Kern erhalten und zwischen beiden liegt inmitten einer unversehrt erscheinenden Faserzone eine Ringszone unregelmäßiger kalzitischer Faserumsetzung, welche in der Form jener der mittleren Faserverockerung entspricht. Es kann sein, daß das hier bei der Zersetzung des Eisenkarbonats entstehende Eisenhydroxyd zum Teil nach dem Mittelraum des Kornes noch vertragen und hier fest abgelagert wurde. Diese von den an den interglobularen Zwischenräumen liegenden Flächen ausgehenden Wirkungen hatten einen gewissen Vorsprung vor jenen, welche erst in die dichter geschlossenen, ebenen Verwachsungsflächen der Kügelchen eindringen mußten und von da in deren Körper vorrücken konnten. An der geradlinigen Berührungsfläche fand aber um so lebhaftere Umsetzung statt je senkrechter die Fasern auf die Berührungsfläche aufstoßen, d. h. je senkrechter die Berührungsfläche zu der Faserachse gestellt ist; das ist in der Mitte dieser Fläche der Fall, während seitlich die Fasern schief zu ihr stehen; diese lebhaftere Auflösung, welche auch oft zu unregelmäßig und dick linsenförmigen Umsetzungsräumen führt, bewirkt wohl, daß das entstehende Eisenoxydhydrat abwandert und an Stelle des früheren Eisenkarbonats nunmehr Kalkkarbonat tritt. Offenbar gleichzeitig bzw. etwas nachhinkend werden die bisher etwas lockeren Kugelzwischenräume auch endgültig feinkristallinisch karbonatisch gebunden, welcher Bindung auch noch jene Tutenkristallausscheidung zeitlich entspricht, die am Außenrand des Knollens die beschriebenen streifigen (lagerhaften) Kristalleinschaltungen erzeugt. Es ist kein Zweifel, daß inzwischen hier die organische Substanz im Inkohlungsvergange vorgeschritten ist. Ein Schwund in der verkohlenden pflanzlichen Masse mußte diese nicht nur von

den älteren Sphärolithen ablösen, wie auch in sich zerprengen, wodurch noch etwa eingeschlossene Kalkkarbonatlösung (sei sie zurückgeblieben bzw. aus der Karbonatzersetzung entstanden) zur Auskristallisation käme (vgl. die Klarkalzitssäume in dem Kalksphärolith von Klängenmünster d. Jahresh. S. 9) oder auch noch etwa in weiterem Umkreis bereit befindliche Lösung angesaugt werden könnte.

IV. Vergleich mit den Dolomitknollen (sogen. Kohlenballen) des Ruhrkohlengebiets.¹⁾

Von diesen paläobotanisch wohlbekanntenen Knollen wurden aus einer größeren Sammlung zunächst solche von Langendreer aus dem Ruhrkohlengebiet, zum Teil mit Dünnschliffen aus der Sammlung von Prof. Dr. FELIX in Leipzig, untersucht; es wurden hierzu noch 7 Querschnitte angefertigt.



Fig. 3.

Mittenbild, Querschnitt etwas über ursprüngliche Größe, zeigt Form des Knollens und Lagerung der Pflanzen. Rechts: Faserung in polarisiertem Licht etwa 10fach. Links: Kalzitische Durchbrechung der Faserung in nachträglichem Vorgang in polarisiertem Licht etwa 20fach.

E. WEISS bespricht im Jahrb. d. K. preuß. geol. Landesanstalt 1884 S. 116—119 kurz solche Knollen aus dem westfälischen Karbon von Langendreer.²⁾

Ihrer Gestalt nach sind die Knollen Groß-Linsen- oder Geoden-artig mit lang-eiförmigen Querschnitten und rundlichen Flachschnitten; schon der gering vergrößerte senkrechte Anschliff zeigt, daß die eingeschlossenen Pflanzendurchschnitte in schiefen Längs- oder auch wieder in Querschnitten je in gleichlaufenden Ebenen angeordnet sind. Nach der flachen Ebene der größten Achsen lagen daher die Knollen mit den Pflanzenresten in dem Schichthorizont.

Die Knollen haben außerdem eine kohlige Hülle und zum Teil einen Gürtel einer Schwefelkiesanreicherung; sie haben jedenfalls, so wie sie vorliegen, ihre ursprüngliche Gestalt empfangen; kleinste Schubharnische und vereinzelte dünne Kalzitablösungsfugen deuten auf schwache Bewegungen und Lockerungen, nicht auf chemische oder mechanische Formveränderungen hin. Die Knollen haben auch nicht in ihrer Anlage eine von der Umgebung verschiedene, etwa sedimentäre Entstehung wie ähnlich gestaltete Kalklinsen aus dem Muschelkalk Frankens (Geogn. Jahresh. 1909, XXII, S. 68 etc.) oder unten behandelte Knollen (S. 43—44).

¹⁾ Die Lichtaufnahmen zu den beigegebenen Bildern verdanke ich Herrn Landesgeologen Dr. SCHUSTER.

²⁾ Vgl. auch JOH. FELIX, Abhandl. zur geol. Spezialk. von Preußen etc. 1886.

Die Karbonatgrundmasse ist nach allen Seiten hin gleichmäßig. Die pflanzlichen Einschlüsse werden nun von der Außenfläche der Knollen haarscharf abgeschnitten, welche ringsum noch alle ursprünglichen Merkmale behalten hat. Das ist das Verhalten von Fossilien in dichten Geoden anderer Schichtgruppen, wobei ein Teil des Fossils (z. B. Kopf und Schwanz eines Fisches) innerhalb der Geode steckt, der andere außerhalb in den Schiefen der Umgebung fortsetzt. — Es ist sicher, daß die vorliegenden Knollen nur körperliche Ausschnitte einer Schicht mit Pflanzenresten vor ihrer endgültigen Vertikalzusammendrückung zu Flözen darstellen; die ursprüngliche Raumeinnahme einer lockeren Zusammenhäufung wurde aber durch eine frühe Karbonatausscheidung annähernd bewahrt, war vielleicht durch Quellung etwas vergrößert.

Diese Vorkommen haben eine ähnliche Einlagerung in einem Kohlenflöz gehabt, wie es D. STUR (Jahrb. d. K. K. geol. R.-A. Wien 1885 S. 631—647, Taf. X Fig. 4 u. Taf. XI Fig. 3) darstellt; solche hält STUR für Konkretionen in schon abgelagerter Schicht, welche sehr bald nach Abschluß der Ablagerung entstanden wären. Ich möchte hierfür hervorheben, daß die zum Teil mehr in die Höhe ausgewachsenen Knollen sich bei ihrem seitlichen Zusammenstoßen mit Rundungen und Vertiefungen engstens in- und aneinander angepaßt haben, daß die Hinderung im seitlichen Fortwachsen die Ursache ihrer gewiß nicht von Anfang an begünstigten Erhöhung wurde.

Mikroskopische Kennzeichnung (fast beschränkt auf einen Knollen von Langendreer in 7 Durchschn.).

Die Pflanzeneinschlüsse haben auch im Zellengefüge durch Zusammenpressung anscheinend keine Veränderung erlitten. Innere Höhlungen im parenchymatösen Gewebe, die Zellhohlräume, die Zwischenrestlücken der scheinbar völlig drucklosen Zusammenlagerung stengelartiger und blätteriger Gebilde und Bruchstücke eines Häcksels sind alle sehr wohl erhalten; recht feines pflanzliches Häcksel fehlt in manchen Schliffen fast völlig; die gesamte Gesteinsmasse zeigt eine gleichmäßige Helligkeit außerhalb der Pflanzengebilde, im Innern ihrer Gewebehohlräume und in den Zellen selbst; sie ist durch „organische Substanz“ in feinsten gleichmäßiger Verteilung nicht schwärzlich gefärbt. Sie ist indessen nicht ganz hell, sondern ist zum Teil schwach gelblichgrau getönt; es zeigen sich mit dem Umfang gleichverlaufende schmale Streifen und breitere Bänder an wenigen Stellen, welche an den Grenzen der Pflanzenreste anstoßen und diesseits und jenseits oft ganz schwach verschoben erscheinen; die Bänderung ist durch einen ganz geringen Farbenwechsel mit einer graulichen oder auch bloß gelblichen Tönung gegeben; sie erinnert an die Bänderung in manchen Nagelkalken, ist scharf begrenzt, die Kristallfasern gehen aber durch die Bänder hindurch. Eine feine Anordnung in zwar nicht ganz streng strahligen Streifen ist erkennbar, deutlich tritt diese aber erst zwischen + Nicols hervor; es zeigt sich eine feine und dicht geschlossene Faserung (vgl. S. 28); die Fasern sind ziemlich scharf begrenzt, eckig im Querschnitt, dick und ungleichmäßig; die auseinander strahlenden Fasern bilden Faserbündel, die einander benachbart unter spitzen Winkeln zusammenstoßen und im allgemeinen von innen nach dem Umfang auseinandergehen. Im großen und ganzen ist der Mittenraum der Knollen der Ausgang des Faserwachstums der Konkretion und dieses findet an manchen Stellen deutlich in den dem Umfang gleichlaufenden Zuwachsringen statt. Die Faserkristallisation durchdringt glatt das Zellgewebe, wenn das Bild auch manchmal dadurch an Deutlichkeit verliert, daß die Faserung auch

im Übertritt ins Gewebe abgelenkt oder abgebogen wird, daher in der gleichen Ebene kein Längsschnitt von Faserung mehr auftritt. Die auffälligste Eigenschaft dieses Gefüges ist, daß die Faserung unverändert die Zellenmassen quer und längs durchsetzt, ohne daß die Gewebe oder ihre Elemente darunter etwas in Form und Anordnung gelitten hätten. — Die Oberfläche oder Innenhöhlen der Pflanzen sind oft Ausgangsflächen von neuen kleineren Teilbündeln; größere Bündel z. B. schneiden mit etwas feineren Fasern an der Oberfläche eines Gewebeteiles ab und es tritt im Innern einer großmaschigen Zellenmasse eine grobfaserige Ausbildung auf. — Die Faserbündel haben jedenfalls ein selbständiges Wachstum und die Grenzen der organischen Gebilde treffen oft mit den scharfen Grenzen jener Faserstrahlenverbände zusammen; die Regel ist es aber nicht. Nur an einem Präparat von Langendreer zeigen sich in zerstörten und zerrissenen Geweben die Oberflächen als Ausgangsstellen der Faserung, welche in der Nachbarschaft wieder in die Gewebe eindringend, sie zu zerreißen scheint.

E. WEISS l. c. sagt: Die Masse sei meist dicht bis feinkörnig, im mikroskopischen Bild stellenweise „blumig“ aggregiert, nie „radialfaserig“; ich zweifle indessen nicht, daß auch hier das Verhalten der Karbonatkristalle im Grunde genommen ein strahlig gestelltes ist, wenn auch die Faserstäbchen wie Eisblumen gebündelt sind und ihre Enden oft aneinander spitzwinkelig abstoßen.

Der Erhaltungszustand des mineralischen und pflanzlichen Gemenges.

1. Schwefelkies ist nur oberflächlich etwas geschwärzt und innerlich stets noch ganz frisch; er tritt meist in rundlichen Häufchen sehr kleiner Körnchen auf; 2. er läßt am Umfang eine Anhäufung erkennen, wobei die Körnchen und Häufchen entweder in einer gleichmäßigen ringslaufenden Hülle um die Knollen verteilt sind oder auch wieder ein tieferes Eindringen in den Körper der Knollen nach der Horizontalen aufweisen; 3. findet hierbei eine Ansammlung und Aufreihung solcher kleiner Putzen an dem inneren und äußeren Umfang von mit Karbonatspat erfüllten hohlen Stengeln oder Stengelfragmenten statt; 4. zeigen sich die Putzen auch in den Zellwänden, welche durch feine Linien und Züge bräunlicher Färbung gekennzeichnet sind; besonders treten sie an scheinbaren Verdickungen der Wände oder in den Winkeln des Zusammenstoßens verschiedener Zellen auf; sie ragen dann etwas in die Zellhöhlen hinein und erfüllen diese auch gelegentlich; 5. endlich findet sich Schwefelkies auch im Innern der Fasermasse, als besonders in den unter 2. genannten Partien zwischen Flecken dunkelschwarzbrauner, fein- bis grobmaschig verteilter Ausscheidungen, welche man wesentlich als Brauneisen-Ansammlungen bezeichnen kann; es sieht aus, als ob sich der auch hier frische Schwefelkies im Innern dieser Massen noch zu Zeiten ihrer Halbflüssigkeit ausgebildet hätte.

Auch in diesen grobmaschigen dunkelbräunlichen Flecken (5), in welchen sich Schwefelkies reichlich findet (Fig. 3 links), sind Zellgewebe und Pflanzenreste mehr oder weniger zugrunde gegangen; man sieht alle Übergänge von gerade noch erkennbaren Zellgefügen zu gut erhaltenen. Es ist nun deutlich, daß dieses halb zerstörte Zellgefüge in diesem Zustande nicht von der Faserkristallisation umschlossen wurde. Es fehlt hier die Karbonatfaserung völlig, statt dessen treten inmitten von Brauneisen-Flecken reichlichere Kristallgruppen von wasserhellem, gegen die Tönung der Fasern sich abhebenden Klarkarbonat auf. Dieses besteht zumeist aus Einzelrhomboëdern oder auch aus ziemlich regelmäßigen Zusammenwachsungen solcher,

wobei die äußersten Kristallflächen haben; sie verhalten sich wie die von der schwarzen Ansammlung umgebenen Putzen von Schwefelkies; ich glaube, daß hier von dem Schwefelkies (Markasit?) aus eine Umsetzung des faserigen Karbonats ausgegangen ist, welche nicht ungewöhnlich ist, wenn wir bedenken, daß die Substanz der Faserung Dolomit ist (vgl. Sitzungsber. d. Oberrh. Geol. Vereins 1922 S. 4 u. S. 5).

In den zwischen den gut erhaltenen Pflanzenresten, welche ebenso aber ungleich weniger und kleinere Schwefeleisenkörnchen aufweisen, liegenden stärker vermoderten Pflanzenresten fand also beim Vorschreiten der Fäulnis eine Anreicherung von Schwefeleisen statt, welche an und für sich wieder durch ihre endgültige Zusammenkristallisation die Zellgewebes Spuren mechanisch verundeutlicht. — Die sich daranschließende Karbonatausfällung hat nun diesem Vorgang ein Ende bereitet.

Wir haben also in solchen Flecken der Präparate Umwandlungen von Teilen der Knollen vor uns, welche von außen nach innen vordringend gleicherweise Entmischung des Karbonats verursachten, wie auch Brauneisen aus Schwefelkies bildeten; bei solchen Vorgängen leiden und verschwinden sogar die Zellstrukturen. Die Bahnen dieser Umwandlungen sind die an der Oberfläche der Knollen austreichenden, großenteils stengeligen Pflanzenteile selbst. Das Organische der Zellwände, so lange sie noch in größerem Umfang bestanden, adsorbiert bei der durch die beginnende Erweichung und die begleitenden Stoffverluste erhöhten Durchdringbarkeit schon kolloidales Brauneisen, welches die Zellwände nicht erschaffen und verschwinden läßt. Es zeigen sich nämlich bei Anwendung stärkerer Vergrößerung in den Zügen der Zellwände einerseits eigenartige aber höchst unregelmäßige netzartige Verdickungen und Aderungen der bräunlichen Substanz, andererseits regelmäßiger quer zu den langen Zellwänden gerichtete Rillen; diese könnten auf die Wanderung der braunen Eisenrost-Ausfällung in den feinen Spältchen bezogen werden; es sind das Rillen, jenen makroskopischen ähnlich, welche Brauneisen- oder auch Kalzitsinter häufig in engen Gesteinsspältchen oder auf steilen Flächen absetzt. Diese sind gleichmäßig vorhanden, ob kein, ob wenig oder mehr Schwefeleisen in der Nähe ist; es ist das offenbar der erste Versteinerungsvorgang. Ich kann darnach für den mir vorliegenden Knollen der Meinung von E. WEISS l. c. S. 117 nicht zustimmen, der aus einzelnen Partien im Innern der Knollen, in welchen die Zellwände dicker verkohlt erscheinen und sich mehr ausbreitend größere Flecken dichter kohliger Masse entstehen lassen, schließt, daß gleichzeitig Verkohlungs- und Verkalkungsprozeß stattgefunden hätten.

Die Querbänderung der Kristallfasermasse.

In den nicht sehr dünnen Schlifften tritt die Bänderung zum Teil in ganz schmalen und zarten gelblichen Streifen von Brauneisen in gleichmäßiger Tönung auf; daran schließt sich aber ohne Übergang ein breiteres Band einer noch feineren bis ebenso zarten, mehr dunkelgrauen, wie aus Körnchen bestehenden Färbung; hierzu tritt bei Ausschaltung des Nicols eine ganz schwache helle oder dunklere Tönung, je nachdem die Faserung in aufeinander senkrechte Stellungen gebracht wird. Letzteres wird noch stärker, wenn man einen Nicol einschaltet; in Stellung senkrecht zu einer Faserkreuzachse treten die dunklen Bänder viel stärker hervor; in ihnen werden eine ganze Anzahl Fasern hauptsächlich im Kern dunkelkörnig grau, während der Faserrand nur eine geringere Dämpfung der Lichtstärke hat, welche

die Fasern der dazwischen liegenden breiteren helleren Bänder kennzeichnet. Bei großer Vergrößerung beruht die graue Tönung in einer Mehrzahl der Einschlußräume, welche die ganze Spatmasse sonst in geringerer Verteilung auszeichnet; die Einschlüsse selbst sind verschwunden, die verschiedene Helligkeit ist dadurch verursacht, daß die „Einschlüsse“ mehr oder weniger verlängert sind, daß das Licht, welches längs der Einschlüsse einfällt, auf die Seitenwände nicht auftrifft, sondern günstigeren Widerschein erhält, das Licht, welches quer zu den längsgerichteten Wänden einfällt, dagegen für das Auge ungünstig nach außen zurückbricht. Die Einschlüsse sind wohl ursprünglich organische Fetzchen gewesen als Reste vermorschter Gewebe oder als organische Ausflockungen; sie sind in gut begrenzten Schichtbändern von der Spatfaserung eingeschlossen worden, wie im Achat die Opalbänderung von den Chalzedonfasern (vgl. z. B. Geogn. Jahresh. 1918, XXXI, S. 39 u. 63 und oben d. Jahresh. S. 5).

Die chemische Zusammensetzung der Knollen.

Nach der Analyse von Herrn Landesgeologen Dr. A. SCHWAGER († 1918) enthält ein Knollen von Langendreer, an welchem wir hauptsächlich unsere Feststellungen über das Auftreten von Karbonatfaserung, Bänderung, Schwefeleisen und organischer Substanz gemacht haben: CaCO_3 44,18, MgCO_3 37,79, FeCO_3 8,19, MnCO_3 2,72, SiO_2 0,72, Al_2O_3 0,37, FeS_2 3,68, Org. + H_2O 2,81; Summe 100,46.

Das Karbonatgemenge für sich betrachtet hat also 47,5 CaCO_3 , 40,6 MgCO_3 , 8,8 FeCO_3 , 2,9 MgCO_3 (Summe 99,8); auf 40,6 MgCO_3 kämen bei reinem Dolomit 49,5 CaCO_3 ; man darf also bezüglich der beiden Hauptkomponenten an normalen Dolomit denken. Es ist nun auch keine ganz homogene Karbonatausscheidung; gewisse Teile sind umgewandelt. Die umgewandelten Partien habe ich nun mittels der von LEMBERG angegebenen Lösung (vgl. MEIGEN in DOELTERS Handb. d. Mineralchemie I S. 111) auf Kalkspat geprüft; die Kristalle sind nicht Kalkspat, sondern Eisenkarbonat-haltiger Dolomit. Es wurde also wahrscheinlich bei der erwähnten jüngeren Umwandlung etwas CaCO_3 fortgeführt und Eisenkarbonat angereichert. Hiernach nähert sich das Mineral der faserstrahligen Ausscheidung mehr dem eigentlichen Dolomit, der übrigens, wie mittels Blutlaugensalz festgestellt werden konnte, auch ganz gleichmäßig Eisenkarbonat-haltig ist. Das Mineral steht also an der Grenze von Dolomit und Ankerit (vgl. LEITMAIER in DOELTERS Mineralchemie).

E. WEISS (l. c. S. 119) teilt eine Analyse der Langendreer Konkretionen nach BÄRWALD mit, welche nach dem Molekularverhältnis von MgO und CaO (1:1,08) auf Dolomit der gewöhnlichen Zusammensetzung schließen läßt. Die englischen Vorkommen, welche er nach HERMANN und SMITH mitteilt, sind wesentlich ärmer an Magnesiakarbonat und an Eisen reicher.

Die oben erwähnten Pflanzensphärosideritknollen STUR's aus Kulmflözen von Orlau, Ostrau-Kararner Feld bestehen aus 0,17% Rückstand, 56,52 CaCO_3 , 10,02 MgCO_3 , 15,60 FeCO_3 , 0,86 Al_2O_3 , 16,80 Org. + H_2O . Andere aus den gleichen Ablagerungen gesammelte Proben sind nach KUBART-BECKE bezüglich des Eisengehaltes wechselnd und spricht KUBART von Pflanzen führenden Kalzitkonkretionen (Sitzber. der K. K. Akad. der Wissensch. math.-naturw. Kl. Wien 1908 S. 575) mit kryptokristallinem Kalzit.

Das Schwefeleisen (3,68%) ist auf den Grenzflächen des Pflanzengewebes in der mineralischen Masse zersetzt worden und hat dabei noch Dolomit verdrängt, zugleich dessen Eisengehalt umwandelnd, festhaltend und vielleicht örtlich ver-

mehrend. In den Bahnen des Pflanzengerüsts hat sich auch feinverteilt von Anfang an Brauneisen angesammelt, das in der Analyse auch als Karbonat berechnet ist. Ebenso sind in den umgewandelten Flecken die schwarzen Massen wohl ein Gemenge von Brauneisen und Organischem; letzteres hat in außerordentlich feiner Verteilung wohl hauptsächlich in Undichtigkeiten die geringe graue Trübe der primären Fasermasse bzw. der dunklen Bänder verursacht neben der Tatsache, daß in manchen der Pflanzenreste das Organische erhaltungsfähig verkohlt statt verockert ist.

Die Entstehungsbedingungen dieser Konkretionen.

Die eiförmigen, abgeplatteten Knollen stellen Ausschnitte aus der wachsenden Schicht in noch ganz lockerer Häufung der Pflanzenreste dar, welche eben durch die frühe Ausfällung des Brauneisens, Schwefelkieses und Karbonats erhalten blieben, während die Umgebung später zusammengedrückt wurde; das Wachstum fand in dicht gedrängten, etwas selbständig nebeneinander entstehenden und sich seitlich zusammenschließenden, von innen nach außen auseinanderstrahlenden, auch Schalenzuwachs zeigenden Faserbündeln statt.

So nehmen diese Knollen eine Zwischenstellung ein zwischen Riesenoiden mit etwas unregelmäßiger Kegelstruktur und Tutenspatlinsen. Die Entstehungsbedingungen müssen denen der oben besprochenen Vorkommen im allgemeinen sehr ähnlich gewesen sein (vgl. die chemische Kennzeichnung d. Jahresh. S. 10).

Bei der Kristallisation der Coalballs handelt es sich nicht um eine den Tutenspaten ähnliche Ausfällung in tonarmem, durchlässigerem Mittel, wenn sie auch wohl langsam genug statthatte; daneben müssen wir auch in Berücksichtigung der Erhaltung der Pflanzenteile und der noch ganz locker gelagerten Schicht in Übereinstimmung mit STUR (vgl. oben) annehmen, daß die Ausfällung schon sehr frühe nach Eintritt der Ruhelage der Pflanzenreste einsetzte. Die Lösung bzw. die Lösungskomponenten (Eisenhydroxyd und Karbonate) standen in ziemlich großer Verdickung bald zur Verfügung; ebenso war die Durchdringbarkeit der Masse noch recht groß, damit der Lösungsersatz gut vonstatten gehen konnte.

Später erst trat mit der Anhäufung der Pflanzen zu einem Flöz und mit der Überlagerung eine Verdichtung der Lagerung der Pflanzen, sowie eine Zusammenschließung der noch zusammenschließbaren, nicht versteineten Gewebezwise nräume ein (vgl. oben S. 38); dies erzeugt einen gleichmäßigen vertikalen Schwund des Flözes, wodurch sich, wie dies aus den angeführten Tafeln bei STUR erkennbar ist, die Lagerungslamellen der Kohle von oben und unten an die Knollen anlegen. Ein Raumschwund im Flöz ist darnach sicher vorhanden, dessen Größe schon v. GÜMBEL (Texturverhältnisse der Mineralkohlen 1888) nämlich „auf $\frac{1}{25}$ — $\frac{1}{30}$ der ursprünglichen Ausdehnung“ angenommen hat (vgl. die obige Beobachtung an obermiozäner Kohle dies. Jahresheft S. 14).

Die Pflanzenteile haben nun in den Knollen eine sehr lockere Übereinanderlagerung ohne eine Spur von Verdrückung senkrecht dazu, wie als wenn sie gar nicht im Wasser durchweicht und beschwert aufeinander gelegen wären. Keine Lagerungsabplattung in Form und Gewebe ist zu bemerken, trotzdem angenommen werden muß, daß zu einer so völligen, ungehemmten Durchkristallisation eine große Durchweichung, fast Verflüssigung des an und für sich grobzelligen und großräumigen Gewebes vorlag und die vorherige Durchdringung der Zellwände mit dem kolloiden, oft nur hauchdünn auftretenden Brauneisen doch nicht gleich zu einer Erhärtung der Wände führen konnte. Die weitschichtige, vereinzelte Lagerung

der Pflanzenteilchen wäre wohl zu verstehen in einem Sedimentträger, feinen Kalkschlamm (vgl. den Schlamm von Cephalopoden und Pflanzen führenden Knollen von Langendreer), der dann auskristallisierte; ein solcher ist aber doch nicht im Innern der gleich kristallisierten Hohlräume der Pflanzen, insbesondere nicht in den zahllosen Zellräumen anzunehmen, welche die zwischen den Pflanzen befindlichen Etwa-Sedimentlücken an Ausmaß überwiegen; dieser wäre auch nicht ohne Gewichtseinwirkungen anzunehmen. Die Räume im Innern der Pflanzen verhalten sich aber mineralisch gleich jenen zwischen ihnen; die ersteren scheinen eher etwas gebläht auseinander gehalten zu sein, während letztere jeden einfachsten, vorauszusetzenden seitlichen Zusammenschluß vermissen lassen. So ist der Gedanke naheliegend, daß das beigemengte und auch im Innern der Kristallfasern noch nachweisbare Organische faulender kleinster Pflanzenrestchen, welche man in begrenzten kleinen Häckselresten vermißt, welches auch die Zellräume noch erfüllte, zu einer Quellung neigte, die Zellen gespannt erhielt, wie auch die einzelnen Pflanzenreste noch etwas auseinander trieb; die Quellung häuft mit dem Heranziehen von Lösungsmittel auch kristalloid gelösten kohlensauren Kalk und Magnesia selbst wieder so viel Stoffe und hält sie angesaugt fest, daß schließlich die Auskristallisation zu einer so vollkommenen Erhaltung und fast schwebenden Raumeinnahme führen kann. Daß mit der Entstehung von völlig dichten Karbonatgeoden in tonigen Schiefen, wie etwa in den Lebacher Schichten oder in den Posidonienschiefen Quellungen organischer Beimengungen mit Ansaugung und Haltung von Karbonat verbunden ist, das dürfte keinem Zweifel unterliegen. Daß mit den dichten Geoden in den Lebacher Schichten auch kristallisierte Tutenspatkonkretionen engstens verwachsen sind, darauf habe ich gelegentlich aufmerksam gemacht (Geogn. Jahreshefte 1913, Bd. XXVI, S. 284, Tafelbeil. Fig. 8). Es ist aber sehr wahrscheinlich, daß die stark quellungsfähigen Zersetzungserzeugnisse wohl mehr dem Tier-¹⁾ als dem Pflanzenreich entstammen.

Die Verhältnisse sind durch den Gegensatz mit den Kalkknollen zu beleuchten, welche mir von Langendreer aus den Cephalopoden-führenden marinen Zwischenschichten aus der Sammlung von Prof. FELIX vorliegen; diese aus dichtem, sehr feinkörnigem, jedenfalls noch verschwemmten Kalkniederschlag in offenem Wasser bestehend, enthalten auch Pflanzenreste in sehr guter Erhaltung; sie sind aber von Kalkschlamm umhüllt, im Innern unregelmäßig klein- und großspätig verkalkt, die Zellen- etc. Höhlen nichts anders als die Höhlungen der Cephalopodenschalen; ihre Kristallisation unterscheidet sich nicht von der erwähnten des Koniferenholzes in den Stinksteinen vom Peißenberg. Hier ist Karbonat im Überfluß, hier wird Lösungsmittel nicht durch ein Hochmaß kolloider Stoffe zurückgehalten und erst langsam etwa zu einer einheitlichen Durchkristallisation wieder abgegeben; hier drängt alles zur Ausfällung aus kristalloider Lösung. Das nach v. GÜMBELS, in neuer Zeit von POTONÉ wieder bestätigten Forschungen über Kohlenbildung in dem Inkohlungsvergange die ganze Biolithmasse durchziehende und vereinheitlichende, früher Karbohuminflüssigkeit genannte Kolloid faßt aber auch gelegentlich Karbonate, so daß der Dopplerit, welcher auf diese Flüssigkeit zurückgeht, z. B. von GROTH (Führer durch die Mineraliensammlung in München 1891, S. 271) als eine Humussäureverbindung der Kalkerde bezeichnet wurde (Gel mit adsorbierten Kalksalzen). Von

¹⁾ Auch hier sind sehr verschiedene Schleimstoffe und Quellungserreger in Betracht zu ziehen, wie z. B. Eiter durch Ammoniak zu einem zähen Schleim aufquillt.

hier aus sind auch die Dolomitausscheidungen sowohl in dem behandelten oolithischen, wie in den körnigen Stücken von St. Ingbert zu beurteilen; sie können aus dem Kohlenflöz selbst stammen, auf Grund von seltenen aber gelegentlichen Durchtränkungen der verkohlenden Pflanzenmasse mit Karbonatlösungen, deren Ausscheidung wohl die vorgeschrittene Austrocknung des Inkohlungsflözes mit den eintretenden Zersprengungen begleitete.

V. Über Tutenkohle.

(Tafel II, Fig. 9.)

Von St. Ingbert und Peißenberg besitzen wir Stückchen von einer Kohle, welche als Tutenkohle bezeichnet werden darf. Unter einer Sendung verschiedenartiger Tutenkalke und -Mergel, welche ich aus dem Museum für Naturkunde in Berlin zur Bearbeitung erhalten habe, befand sich auch ein kleines Stück einer Glanzschwarzkohle mit der älteren Bezeichnung: Absonderungsflächen in der Kohle von Dowlais bei Merthyr-Tydwil in Südwalles, welches die Tutenkohlenform besonders schön erkennen läßt.

Das Stück zeigt durch und durch reinste Steinkohle, welche an einem breiten Ende eine ausgesprochene glatte Spaltbarkeit hat; in zu dieser senkrecht oder steil durchkreuzenden Richtungen ist die Spaltbarkeit nicht so vollkommen, flachmuschelig und unregelmäßig rau und uneben ohne besondere Strukturkennzeichen.

Neben diesen Bruchflächen regelloserer Art treten aber andere trichterförmige oder tutenartige (Taf. II Fig. 9) auf, welche in regelmäßigen Winkeln die Kohle durchsetzen, an den breiten Teil unterhalb der erwähnten Region mit vollkommener Spaltbarkeit (im Bild geradlinig abgeschnitten) in ziemlich regelmäßiger Linie ansetzen und nach dem spitzeren Ende des Stückes zulaufen, dessen Form sie so begrenzen. Gleichzeitig hiermit wird die Fläche selbst noch von zahlreichen in ganz gleicher Richtung sich zuspitzenden Teiltutenflächen gebildet, welche für sich eine wohlerhaltene, regelmäßige, nach den Teilsitzen zulaufende und diese bildende Streifung besitzen. Die kegeligen Flächenteile werden so von einer großen Anzahl für sich oben ausgebogenen und nach unten zugespitzten und in die übrige Fläche verlaufenden kleineren und kleinsten, ein belebtes Oberflächenbild erzeugenden Ähnlichkeitsflächen gebildet. Eine zweite, ebenso regelmäßige, aber viel schwächere Skulptur verläuft gleich mit der oberen wagrechten Begrenzung dieser Flächen und bildet ganz zarte geradlinige Wellen in der Oberfläche; eine davon an Glanz verschiedene, stark aufwärts gekrümmte, erstere verdeckende Streifung dringt von den unteren Spitzen nach oben.

Wenn man in der von einer Spitzenregion ausstrahlenden Tutenskulptur, in deren Winkel sich nach außen (oben) zu immer neue gleichartige Skulpturelemente einschalten, das Bild einer allmählichen Ausstrahlungsvergrößerung hat, so liegt in der diese Verbreiterungskennzeichen regelmäßig durchquerenden und sie endlich auch abschließenden welligen, etwa „wagrechten“ Streifenskulptur das Anzeichen feinsten Zuwachsabsetzungen. Diese Flächen durchsetzen nun in größerer Zahl das Kohlenstück und bilden hier ganz gleichartige Oberflächenanzeichen mit den beiden angegebenen Verzierungen, wenn auch das obere Ende der gegenseitigen Flächen nicht ganz so weit aufwärts reicht als die, von welcher die erste Beschreibung gegeben ist. Es ist aber auch eine kegelige Bruchfläche da, welche die Spitze nach oben hat und das quer abgestutzte Ende nach der Hauptspitze des Ganzen zuwendet.

Was nun diese Form- und Oberflächenverhältnisse im allgemeinen betrifft, so besteht auch nicht der mindeste Unterschied zwischen diesen in der Kohle und jenen in der Oberfläche eines Tutenoneisensteines (vgl. jene aus dem Karbon von Staffordshire aus der Sammlung des Staates in München, in Geogn. Jahresh. XV 1902, S. 188 und S. 214, Taf. II Fig. 6—9, wie ich sehr ähnliche und dicht kristallisierte aus den Toneisensteinen von Lebach sammelte).

Unterschiede liegen in folgendem: Während bei den Tutenmergeln die zwischen den innerlich kristallisierten Kegel- und Tuten-artigen Massen eingeschalteten Tonscheiden an Masse sehr hervortreten, fehlen hier solche völlig, wenn man nicht den erwähnten bogig gestreiften, glänzenden sehr dünnen Steinkohlenüberzug als einen Ersatz der Toneinschaltung nehmen will; im übrigen Teil sind die beiden Ablösungsflächen in ihren Unebenheiten wie ursprüngliche Ablösungsflächen gegenseitig angepaßt, was bei dem Tutenspat nicht der Fall ist; von diesem ist zwar die „Kegel“fläche so gezeichnet wie bei der Kohle, die entgegengesetzte Tutenfläche aber mit den bekannten ringförmigen starken Absetzungen versehen. Die kegelförmige (innere) und tutenförmige (äußere) Ablösungsfläche sind bei der Kohle selbstverständlich durch eine sehr feine Spaltfläche getrennt. Der Spalt ist mit der Lupe gut zu erkennen, schließt sich aber nach den Tutenspitzen ganz außerordentlich zusammen, woselbst die erwähnte glatte und glänzendere, wie eine neue Bruchfläche aussehende Kohlenfläche auftritt. Die strahlige Struktur tritt etwas zurück. Man kommt zu folgendem Schluß: Zunächst den glatteren Spitzen hat die Masse noch innig zusammengehungen und ist frisch aufgebrochen; sie ist eine kohlige Ausfüllung zwischen den beiden Ablösungsflächen.

Das Vorkommen von offenbaren Tutenspatgestaltungen in reiner Kohle und nichts als Kohle ist für die Klärung dieser auch in der Pfalz (vgl. Geogn. Jahresh. 1903, XVI, S. 176, 179, 194 u.s.w. und Geogn. Jahresh. 1913 S. 287) häufig vorkommenden Bildungen von Wichtigkeit. Auf die Vergleichbarkeit der häufig auftretenden feinen queren Bänderung in diesen Gebilden mit den durch die Tutenausgestaltung charakteristischen Unterbrechungen habe ich in Geogn. Jahresh. 1913 S. 287 zugleich auf eine Beobachtung DEECKES über Neuentstehung von kegelförmigen Kalkkonkretionen aufmerksam gemacht (vgl. S. 288 Fig. 7). Mit diesem Schritt vorwärts war ja allerdings die Frage in Einzelheiten nicht gelöst; nunmehr können wir eine weitere Ergänzung hierzu versuchen. Ist nämlich wirklich die Bänderung als erste amorphe oder feinkristalline Ausflockung mit ihren Unterbrechungen eine Eigenheit der Ausfällung in zähflüssiger kolloidaler Lösung, so ist auch die kennzeichnende Unterbrechungslinie bzw. -fläche nicht von dieser Lösungsart zu trennen. In der Tutenkohle haben wir nun ursprünglich nichts als zähes pflanzliches Kolloid, das als eine Lösungseinheit betrachtet werden darf, wie es nach unseren obigen Feststellungen auch ein einheitliches Lösungsmittel (Lösungsträger) sein kann. Die gelegentliche Form der unter Erhärtung, Austrocknung u.s.w. im Umkreis einer Ableitungssachse vor sich gehenden Schrumpfung dieser kolloiden Masse ist eben die mit der Breitseite nach einer Grenzfläche der Schicht gerichtete Trichter-, Tuten- oder Kegelfläche, eine Form, deren kugelige Abart auch in der perlitisch-schaligen Zersprengungsfläche im Innern erkaltender amorph-zäh-

¹⁾ Vgl. auch R. E. LIESEGANG (Naturw. Wochenschr. 1913, Nr. 20—25), woselbst er diese von ihm Pseudoklase genannte Unterbrechungen mit Unterbrechungen in Hornsteinbändern zusammenstellt, worüber ich Näheres in Geogn. Jahresh. Bd. XXXI, 1918, S. 40 § 55, Bd. XXX, 1917, S. 251 nachgetragen habe.

flüssiger Massen wiederkehrt. Die Zersprengungsfläche liegt stets im Innern, die dabei frisch entstehende Kluft saugt etwaige Flüssigkeit nach, was in dem Beispiel mit der Steinkohle die von unten in die Kegelspitze dringende kohlige Füllung ist, d. h. die damals noch bewegliche kolloidale Inkohlungsflüssigkeit, welche infolge hoher Reibung nicht weit in die Höhe steigt.

Bei den gewöhnlichen Tutenmergeln ist die kolloidale Masse ein Ton, der mit der eingeschlossenen konzentrierten Kalklösung (es gibt auch gallertigen Kalk) eine Einheit bildet; entsprechend einem senkrecht zur Lagerschichtfläche vor sich gehenden Verdunstungs- oder Lösungsabzug von vielen Punkten aus aufwärts und ringsum entstehen ebenso viele einzelne senkrechte säulenartige Verdichtungen bzw. Ausfällungen; damit sind nun um diese Achsen geordnete Tuten- und Kegelsprengungsflächen verbunden, welche auf die Schrumpfbewegung nach den mittleren Verdichtungsachsen zurückzuführen sind. In die dabei gebildeten Kluft Räume, welche ja zuerst luftleer sind, wird nun eine bewegliche, zähflüssige Masse — kolloidaler Ton — nachgesaugt, was davon zunächst vorhanden ist und bildet die Tonscheiden; damit sinkt aber 1. von Tonscheide zu Tonscheide die seitlich gelegene Masse auch noch mehr und mehr als in der Anlage nach unten zusammen, wobei wir uns erinnern müssen, daß die Ansaugung besonders von unten (innen) her in den Spitzen zwischen den ersten Säulen am meisten flüssigen Nachschub erhält und 2. aber auch das noch gelöste Kalkkarbonat nachgesaugt, verdichtet und zur Auskristallisation veranlaßt wird. Diese Auskristallisation findet von unten gegen die Tonscheiden statt und zwar an der Stauungsgrenze auch wieder in ringförmigen Treppenabsätzen, welche die Tonscheiden oft von der unteren Seite her zersprengen, zerreißen und in deren Fugen eindringen.

Dies ist nach dem jetzigen Stand der Untersuchungen die Entstehungsweise der so weit verbreiteten rätselhaften Tutenspatkristallisation; wir brauchen hierbei nicht, wie ich dies im Zentralbl. f. Min. 1920 S. 239 aussprach, an die Umwandlung von Vaterit in Kalzit zu denken, es genügt auch die Umwandlung von nächststehenden gallertigem Kalkkarbonat,¹⁾ welches neben Vaterit auch beim Kalzitachat (mit gelegentlichen Tutenspatzersprengungen) in umfassender Masse herangezogen wurde (vgl. Geogn. Jahresh. 1917 S. 136—138 u. 1918 S. 57 § 107).

Ich möchte bemerken, daß die sogen. Augenkohle, welche in kleinen Handstücken gesehen, fast das Aussehen eines Tutenmergels (Nagelkalks) im Flächenbruch wegen verschiedener Vorragung kreisförmiger, verschieden geneigter Zonen hat, mit dieser Tutenkohle gar nichts zu tun hat; es finden sich ebensowenig wie sich die Augen in ihren Krümmungen und Vorragungen nahe benachbarter Flächen, auf denen die Augenzeichnung auftritt, einander entsprechen, Querverbindungen ähnlicher Art wie die oben beschriebenen; die „Augen“ auf benachbarten Bruchflächen stehen nicht in Beziehung zueinander. So weit das Material reicht, das mir

¹⁾ Ein anderes Gegenstück eines Aufbaus wie die Tutenkohle ist das Auftreten typischen Tutenspatgefüges in amorphem Eisenkiesel (also einem ursprünglichen Gelgemenge von Brauneisen und Kieselsäure) mit in Trichtern und Kegelformen faserig ausgebildeten und dabei mit Treppenabsätzen versehenen Ribekitasbest (Krockydolith) aus der Amphibolgruppe (bestimmt von Dr. ARNDT), eine seltsame Mineralgesellschaft, welche ebenso wie das Auftreten von Tutenspat in Karbonatgängen darlegt, daß es verfehlt ist, diesen Gesteinsaufbau auf die von DECCKE in Wellenrippen beobachteten Anlagen allgemein festzulegen. Merkwürdige kegelartige Anordnungen habe ich im Innern von Magmablasen in Kalzit- und Chalzedonachat, bei letzterem in wirkliche Sphärolithe enthaltenden Blasenfüllungen (Geogn. Jahresh. 1916/17 S. 136 und 218, vgl. auch dies. Jahreshft) beobachtet.

zur Verfügung stand, treten die Augen nämlich nur auf steil das Flöz durchsetzenden feinen Spaltflächen auf; diese sind nicht tektonisch, sondern beschränken sich auf das Flöz und sind der Ausdruck einer Gegenwirkung des Kohäsionszustandes im schon endgültig verkohlten Flöze auf die in letzter Linie vielleicht tektonisch sich ändernden Belastungsverhältnisse; sie häufen sich verkleinert nach einer Grenzfläche des Flözes und sind hier am ausgeprägtesten augenförmig, während nach der entgegengesetzten Fläche die rundlichen Flächen eine fast flach muschelige Form annehmen. Es handelt sich daher hier zweifellos um sehr regelmäßige Bruchabsonderungsformen, worauf schon von GÜMBEL l. c. 1883 S. 152 mit Hinweis auf ähnliches bei zähem Ton aufmerksam macht; ich kann dies durch eigene neue Beobachtungen bestätigen.

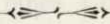
Tafel-Erklärung.

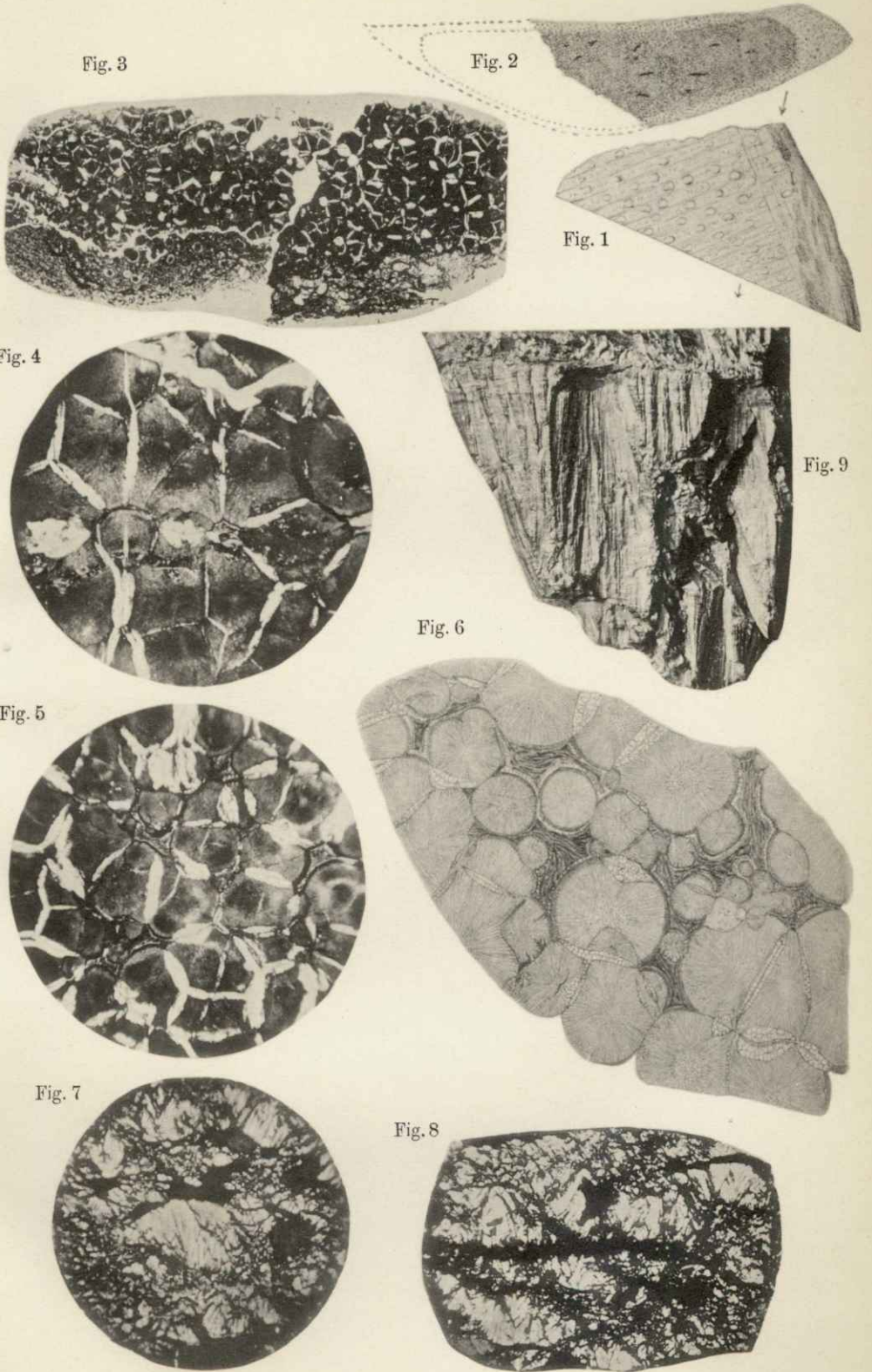
Tafel II.

- Figur 1—2. Querschnitt und Aufsicht des Stückes in $\frac{1}{4}$ nat. Größe.
 Figur 3. Gefügebild in 3maliger Vergrößerung.
 Figur 4—5. Gefügebild in 12maliger Vergrößerung.
 Fig. 6. Gefügebild in 16facher Vergrößerung.
 Fig. 7—8. Dolomitauskristallisation in Steinkohle von Saarbrücken und St. Ingbert in 12facher Vergrößerung.
 Fig. 9. Tutenkohle von Dowlais.

Inhalts-Übersicht.

	Seite
I. Oolithartige Versteinung	26—32
Die ursprünglichen Gefügemerkmale	28—30
Veränderungen im Erhaltungszustand	30—31
Der chemische Befund	31—32
II. Nicht oolithische, körnig grobkristallinische Versteinung der Flözkörper	32—34
III. Die Bedingungen der Entstehung und Umwandlung	34—37
IV. Vergleich mit den Dolomitknollen (sogen. Kohlenballen) des Ruhrkohlengebiets	37—44
Mikroskopische Kennzeichnung	38—39
Der Erhaltungszustand des mineralischen und pflanzlichen Gemenges	39—40
Die Querbänderung der Kristallfasermasse	40—41
Die chemische Zusammensetzung der Knollen	41—42
Die Entstehungsbedingungen dieser Konkretionen	42—44
V. Über Tutenkohle	44—47
Tafel-Erklärung	47





Neue Beiträge zur Kenntnis der permischen Eruptivgesteine aus der bayerischen Rheinpfalz und deren Nachbargebieten.

V. Vergleichende mikroskopische Untersuchungen an eruptiven Gesteinen aus der oberen Nahemulde (Rheinland).

(I. Fortsetzung.)¹⁾

Von

Dr. Mattheus Schuster.

(Mit fünf Abbildungen.)

2. Der Palatinit des Lagergangs von Martinstein.

Von dem Winterbacher Mischgestein rund 50 Kilometer in nordöstlicher Richtung entfernt, setzt am nordwestlichen Rande der Nahemulde über dem Dorf Martinstein an der Nahe ein ansehnlicher Eruptivgesteinsklotz, hoch in den Schichten des Unterrotliegenden, auf. Im Gegensatz zu dem die Schichten quer im Streichen durchsetzenden Winterbacher Gang ist der Martinsteiner Palatinit²⁾ als Lagergang den obersten Lebacher Schichten eingeschaltet, in geringem senkrechten Abstand von dem nach den Feststellungen von Dr. O. M. REIS über ihm sich verschwächenden sogen. Grenzlagererguß, der an der Grenze zwischen den Unter- und Oberrotliegenden-schichten eingelagert, im Südwestteil der Nahemulde um Baumholder zu gewaltiger Mächtigkeit anschwillt.

Unser Gestein ist in mehr als einer Hinsicht von wissenschaftlichem Belang, so daß es eine über den gewöhnlichen Rahmen hinausgehende Beschreibung wohl verdient. Seine Bedeutung als geologischer Körper liegt einmal darin, daß es als ansehnliche klotzartige Anschwellung in den Schichten auftritt, gerade da, wo die in geringer Höhe über ihm entwickelte Grenzlagerdecke aus dem Profil verschwindet.

Die von Südwesten her fast im Streichen der oberen Lebacher Schichten dahin-fließende Nahe durchbricht bei Martinstein die Schichtenumrahmung der großen im Tiefsten mit Lavaergüssen angefüllten Nahemulde, um nun diese bis über Sobernheim hinaus in fast östlicher Richtung zu durchqueren. Der Durchbruch der Nahe durch den Martinsteiner Klotz hat zu beiden Seiten des Flusses lehrreiche Profile geschaffen. Während auf dem rechten Steilufer der Nahe noch deutlich das wenn

¹⁾ Vgl. Geogn. Jahresh. 1922, XXXV. Jahrg. S. 161 ff.

²⁾ Unter „Palatinit“ sind die tholeyitischen Gabbrodiabase einbegriffen, die in der Rheinpfalz vorwiegend um Niederkirchen am Odenbach und am Götzenfelsen (bzw. Norheimer Tunnel) bei Ebernburg nächst Münster am Stein auftreten.

auch sehr verschwächte Grenzlager über dem Palatinit aufgeschlossen ist, fehlt auf dem linken Uferrand jede Spur von ihm. Die obersten Lebacher Schichten werden hier anstatt von dem Lavaerguß des Grenzlagers unmittelbar von dem Quarzkonglomerat des untersten Oberrotliegenden überlagert. Da Dr. O. M. REIS keine Anzeichen einer Verwerfung entdecken konnte (die nach Lage der Dinge wohl nur eine im Schichtstreichen erfolgende hätte sein können, durch die das schwache Grenzlager ausgequetscht worden wäre), so liegt der Schluß nahe, daß dieses in dem Raume zwischen beiden Ufern zum Auskeilen gekommen ist.

In geologischer Beziehung trägt der Palatinit von Martinstein Dr. O. M. REIS zur Erhärtung seiner Ansicht bei, daß zwischen den Lavaergüssen in der Mulde und den intrusiven Einschaltungen in den anschließenden Sattelflanken enge Beziehungen bestehen, denen zufolge eine größere Mächtigkeit des Lavaergusses eine geringere des mit diesem gleichzeitig gebildeten Intrusivlagers, -Lagergangs oder Ganges in seinem nächsten Liegenden zur Folge habe und umgekehrt.

Diesen „statischen Ausgleich“ zwischen den Intrusiv- und den Effusivgesteinen konnte der genannte Forscher an mehreren Stellen in der Pfalz und im rheinländischen Nahegebiet feststellen. (Vgl. u. a. das Kapitel: „Die Wechselstellung und die räumliche Herkunft der Durchbrüche und Ergüsse“ in den Erläuterungen zu dem Blatte Donnersberg der Geognostischen Karte von Bayern 1:100000 von Dr. O. M. REIS, S. 103 ff. München 1921.)

Ähnliche Wechselbeziehungen glaube ich aber auch in der stofflichen Zusammensetzung der Lavagesteine und der in ihrem Liegenden eingeschalteten Intrusivgesteine zu finden. An vielen Stellen der Pfälzer Oberrotliegendenmulde und der Nahemulde, besonders da, wo die Lavabildungen aus einem Guß oder nur aus wenigen Decken bestehen, stimmen sie vielfach in der stofflichen Zusammensetzung mit den unter ihnen zunächst in den Schichten eingelagerten Intrusivgesteinen überein. Die innere Struktur ist freilich oft verschieden — die Ergüsse sind meist porphyrisch, die Intrusivgesteine meist körnig entwickelt — was sich aus den besonderen Umständen ihrer Bildung erklärt.

Um in der Gegend von Martinstein zu bleiben, so hat der basische Decken-erguß des Grenzlagers von Bärweiler-Sobornheim (8 km südöstlich von Martinstein, am jenseitigen Flügel der Nahemulde) in den ihn unterlagernden Oberen Lebacher Schichten einen ebenso basischen Lagergang zum Begleiter, der bei der Hottenmühle, nordöstlich von Bärweiler, ähnlich wie das Martinsteiner Gestein hoch zum Grenzlager emporrückt. Diese Bärweiler Decken- und Lagergesteine hängen ohne Zweifel räumlich in der Tiefe zusammen, sie sind aus einem gemeinsamen Herde gespeist, von gleicher stofflicher Zusammensetzung und nur in der strukturellen Ausbildung voneinander unterschieden. Das Lavagestein ist nämlich ein Tholeyit (also ein diabasartiges Gestein) mit Fließstruktur bis basaltischer Melaphyr (Navit), die als Ergußformen von intrusiven Tholeyiten im Nahegebiet und in der Pfalz weit verbreitet sind. Das Lagergestein ist ein stellenweise (Hottenmühle) dem Palatinit von Martinstein strukturell sehr nahekommender Tholeyit. (Vgl. das Dünnschliffbild dieses Gesteins und das eines Deckentholeyits in meinen: Neuen Beiträgen u.s.w. II. Die Gesteine der verschiedenen eruptiven Decken im östlichen Pfälzer Sattel, Geogn. Jahresh. 1910, XXIII. Jahrg. S. 170 u. 169.)

Aber auch weiter nach Südwesten, die bayerische Grenze entlang, entspricht der dortige unterste Erguß des Grenzlagers als Augit- und Bronzitporphyrit (Weiselbergit) stofflich augitkeratophrischen Lagerganggesteinen (Cuseliten) in den ihn

unterlagernden Unterrotliegendenschichten. Mit der Zunahme der Mächtigkeit, Vielfältigkeit und des gegenseitigen Übereinandergreifens der Lavaergüsse im Südwesten der Nahemulde nimmt die Erkennbarkeit der genannten stofflichen Beziehungen zwischen Lava- und Intrusivgestein natürlich ab. Um so schöner lassen sie sich in den Effusiv- und Intrusivgesteinen der Pfälzer Mulde und deren Sattelflanken nachweisen, was einmal den Gegenstand eines eigenen Aufsatzes bilden wird.

Aber auch für das Martinsteiner Gestein sind die örtlichen Vorbedingungen für einen genetischen und stofflichen Zusammenhang mit dem über ihm auskeilenden Deckenerguß gegeben. Es wird (S. 56) darüber berichtet werden.

Das der Hauptsache nach sehr frische Gestein von Martinstein steht in der äußeren Tracht und im mikroskopischen Bild im Nordwestflügel der Nahemulde einzig da. Durch die Einschaltung einer großen Scholle von Schiefen wird das Gesteinsvorkommen in eine tiefere Hauptmasse und eine höhere Nebenmasse zerlegt, von welchen beiden mehrere von Dr. O. M. REIS gesammelte Proben mikroskopisch untersucht wurden. Das beigefügte nach Skizzen des genannten Forschers gezeichnete Profil diene zur Erläuterung der Lageverhältnisse.

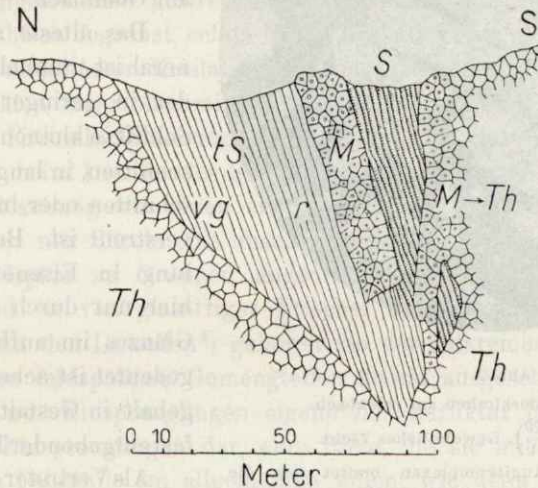


Abb. 1.

Skizze der in dem Palatinit von Martinstein eingelagerten Sedimentscholle und des darin aufsetzenden Melaphyrganges. — *Th* = Palatinit = gabbroider Tholeyit. Links nach *N* zu die Hauptmasse; rechts gegen *S* die Nebenmasse. *M-Th* = Melaphyr in Tholeyit übergehend. *M* = Melaphyrgang. *tS* = toniger Sandschiefer; *vg* = violett; *gr*; *r* = rötlich und in Schiefer übergehend. *S* = kontaktmetamorph veränderter Schiefer. (Nach Dr. O. M. REIS.)

Die Hauptmasse.

Das Gestein der Hauptmasse, das offenbar unverwittert ist und mit Salzsäure nicht aufbraust, besteht aus einem gleichmäßigen, ziemlich grobkörnigen (2—3 mm) Gemenge von Feldspat und Augit, der zwischen dessen regellos angeordneten Körnern eingeklemmt ist. Die Gesamtfarbe des Gesteins ist schwarz, da der schwärzliche Augit durch die glasig frischen glänzenden Feldspäte hindurchdunkelt. Der Bruch des Gesteins ist rau, doch verhältnismäßig eben.

Das mikroskopische Bild ist das eines gabbroiden, bronzitreichen Tholeyits (Palatinit).

Schliffe Nr. 690a, b, c. — Das Gestein gehört zu den frischesten und strukturell schönsten des ganzen Saar-Nahegebietes. Es ist im wesentlichen ein Gemenge von

richtungslos angeordneten, gedrunghenen Tafeln und Leisten von großen und kleinen Plagioklasen einer ersten und einer zweiten Generation, mit kleineren oder größeren Körnchen von Augit und von Eisenglanzpartikelchen, wozu noch die für Tholeyite so bezeichnende Zwischensubstanz kommt, eine magmatische Restausfüllung im Feldspat-Augit-Gefüge. Wie überall in den Palatiniten besitzt sie auch hier den Charakter eines Feldspates, im Gegensatz zu den auch im Martinsteiner Massiv nicht fehlenden feinerkörnigen Tholeyiten mit rascherer Auskristallisation, wo sie zum Teil mehr glasiger Natur ist. In der Struktur ähnelt das Gestein dem Palatinit von Niederkirchen am Odenbach, der von mir schon einigemal früher, zuletzt in dem Geogn. Jahreshaft für 1913, XXVI. Jahrg., S. 237 beschrieben worden ist (Neue

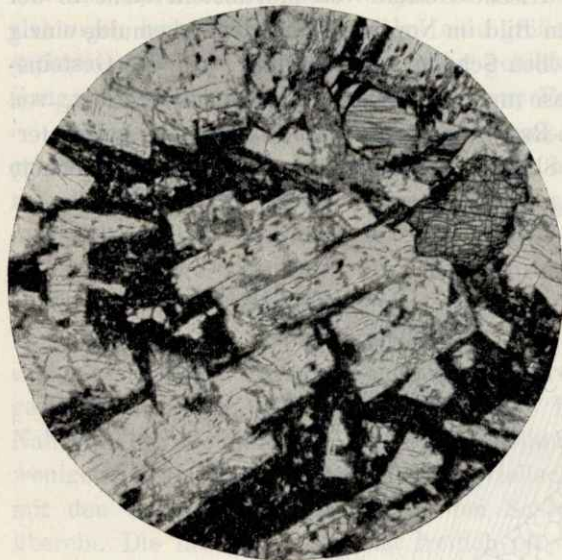


Abb. 2.

Palatinit von Niederkirchen am Odenbach.

Dünnschliffbild ($\frac{20}{1}$). Gewöhnliches Licht.

Zwischen den Feldspat-Augitkomplexen breitet sich die Zwischensubstanz, jene fast umfließend aus. Infolge des Chloridgehaltes erscheint sie dunkel. — Augitkörner rechts oben. — Die Feldspäte zeigen Zersetzungserscheinungen.

(Phot. Dr. M. SCHUSTER.)

Beiträge u.s.w. III. Die Eruptivgesteine im Gebiete des Blattes Donnersberg.) Eine Vorstellung von der eigentlichen Mikrostruktur des Palatinits gibt das beifolgende, von mir aufgenommene Dünnschliffbild eines Palatinits von Niederkirchen am Odenbach.

Das älteste ausgeschiedene Mineral ist titanhaltiger Eisenglanz, der in geringer Menge über den Schliff in kleinen sechseckigen Querschnitten, in langstengeligen Durchschnitten oder in bizarren Skeletten verstreut ist. Bei seiner Umwandlung in Eisenoxyd, die übrigens hier nur durch den Verlust seines Glanzes im auffallenden Licht angedeutet ist, scheidet sich der Titanengehalt in Gestalt kleiner dem Auge fast entgehender Titanitkörnchen aus.

Als Vertreter der dunklen Silikatmineralien ist Pyroxen reichlich vorhanden, sowohl in seiner monoklinen Form, Augit, wie als rhombischer Bronzit, der an Menge dem ersteren gleichkommt und ein besonderes Merkmal des Gesteins ist. Olivin, der sonst tholeyitischen Gesteinen nicht fremd ist, fehlt anscheinend. — Der lichtbräunliche monokline Augit ist in wechselnd großen, meist unregelmäßigen Körnchen, teils zwischen das Feldspatgerüst geklemmt, teils wird er von den Feldspäten halb, oder in kleinen Körnchen ganz umschlossen. Er ist demnach etwas früher als die Feldspäte ausgeschieden worden. Ophitische Verwachsung mit diesen fehlt völlig. Nur an wenigen Stellen gelang es dem Augit vor der noch während seiner Kristallisation einsetzenden Bildung der Feldspäte sich mehr oder minder kristallographisch zu umgrenzen. Zwillinge nach der Querfläche oder einzelne Zwillinglamellen sind nicht allzuseiten.

Neben den völlig frischen, mit normaler, relativ hoher Doppelbrechung ausgestatteten Augiten fallen die im Durchschnitt etwas nach der Hauptsache gestreckten

Kristallkörner von farblosem Bronzit sofort dadurch auf, daß sie vom Rande her und auf Quersprüngen von Serpentin durchzogen sind und stets das Interferenzgrau der ersten Ordnung, also eine wesentlich geringere Doppelbrechung aufweisen.

Vielfach sind den beiderlei Augiten am Rande kleine Fetzchen von völlig frischer, bräunlicher Hornblende (lichtbräunlich parallel zur Prismenspaltbarkeit, dunklerbraun senkrecht dazu, schiefe Auslöschung zu den Spaltrissen) wie angeklebt. Die Grenzen beider Mineralien sind so scharf, daß es sich nicht um eine Umbildung von Augit zu Hornblende handeln kann.¹⁾

Es scheint die Hornblende in der Mehrzahl der Fälle aus dem Chlorit der Zwischensubstanz wie die allmählichen Übergänge dazu beweisen, sich zu entwickeln und auch die nicht selten enge Nachbarschaft des Eisenglanzes mit der Hornblende mag darauf hinweisen, daß dieses Mineral durch Abgabe von Eisen zur Hornblendebildung mit beigetragen hat. Der Augit wirkt hier gewissermaßen als Katalysator, ohne eigentlich mit der Hornblende etwas zu tun zu haben.

Unter den Feldspäten kann man gut eine größere und kleinere Generation auseinanderhalten, wenngleich die Grenzen beider nicht strenge gezogen sind. — Die Feldspäte der ersten, älteren Generation bilden teils gedrungene, teils nach den breiten Zwillingslamellen gestreckte Kristallkörner, die gerne an den Längskanten kristallographisch begrenzt, selten durch Basisflächen abgesetzt sind. Gelegentlich ist ein völlig umgrenzter Kristall eingestreut. Dieser zeigt dann die übrigens allen diesen Feldspäten mehr oder minder eigene Zonarstruktur in prächtiger Weise, wobei parallel zur Kristallumgrenzung schmälere und breitere Zonen von Feldspat-substanz mit einer beim Drehen des Schliffes von außen nach innen wandernden, zunehmenden Auslöschung um einen einheitlichen Kern angeordnet sind. Häufig ist die Zonarstruktur nur durch eine huschende Auslöschung angedeutet. Gelegentlich sind die Feldspäte zu Gruppen angeordnet. Abgesehen von einer leichten Chloritisierung sind sie von glasartiger Frische. Nach ihren meist großen Auslöschungsschiefen zu den Lamellen²⁾ gehören sie der kalkreichen Reihe der Plagioklasse an. Unter den feldspätigen Gemengteilen zuerst ausgeschieden, worauf auch die in der Regel nur Einsprenglingen eigene Zonarstruktur hindeutet, stellen sie sonach eigentlich Einsprengungen dar, eine Rolle, die sie mit den größeren Feldspäten der übrigen Palatiniten im allgemeinen teilen, wie denn auch die Zwischenklemmasse gewissermaßen in der Art einer Grundmasse auftritt. In der Abb. 2 ist dieses gerade die Eigenart der Tholeyite ausmachende Verhältnis der Feldspäte und der Zwischenklemmasse gut ausgedrückt. — Die Abgrenzung gegenüber der zweiten Generation der Feldspäte ist insofern eine fließende, als diese vielfach mit jenen verzapft sind, ein Hinweis, daß deren Kristallisation mit dem letzten Stadium der Kristallbildung der größeren Feldspäte zusammenfiel.

Diese kleine, gedrungene und frische breitgestreifte Kristalle bildenden Feldspäte sind gewissermaßen mit Grundmassefeldspäten zu vergleichen.

Der dritte Hauptbestandteil des Gesteins ist die Zwischensubstanz (Zwischenklemmasse, Mesostasis nach LOSSEN, dem verdienstvollen Petrographen der Saar-Nahe-

¹⁾ In dem ganz ähnlichen Palatinit von Niederkirchen stellte ich seinerzeit („Beiträge zur mikroskopischen Kenntnis der basischen Eruptivgesteine aus der bayerischen Rheinpfalz“, Geogn. Jahresh. XIX. Jahrg. 1906, S. 11) neben der dort prächtig sichtbaren Uralitisierung des Augits zu Hornblende auch „eine randliche Anwachsung in Gestalt kleiner Schmitzchen“ von brauner Hornblende fest, wobei ich sie damals als eine eigentümliche Umbildung des Augits deutete.

²⁾ Eine genaue Bestimmung der Feldspäte wird durch die Zonarstruktur vereitelt.

gend). Sie bildet den magmatischen Ausscheidungsrest bei der Gesteinskristallisation und besteht im wesentlichen aus einer feldspätigen Substanz, der sich an manchen Stellen Quarz zugesellt, aus Apatit und Erzkörnchen. Die Feldspat-substanz kann verschiedenartig entwickelt sein, entweder in kleineren Zwickeln als eine einzige einheitliche Füllmasse oder in größeren Zwischenräumen als bald schärfer, bald unschärfer abgesetzte Feldspatkomplexe, deren Abgrenzung durch die häufige Überwucherung mit Chlorit und die Überstäubung mit Eisenerz erschwert wird. Spaltbarkeit und Zwillingslamellen fehlen, doch dürfte die Auslöschung an sehr seltenen gedrungenen, mit Basisspaltrissen ausgestatteten Kristallen oder an gelegentlichen Karlsbader Zwillingen auf Orthoklas oder besser Anorthoklas hindeuten.

Den umgebenden Feldspäten ist die Zwischensubstanz lückenlos angewachsen und ihre Grenze gegen diese wird oft nur durch den Reichtum an langspießigen Apatitnadeln betont, welche die Feldspat-substanz der Zwischenklemmasse teils gerichtet, teils wirt wie ein Wald von Speeren durchsetzen und die nicht in die älteren Feldspäte hineinragen. Die bei den Tholeyiten in manchen Beziehungen von anderen Gesteinen abweichende Art der Ausscheidung der Gemengteile erfährt durch die abnorm späte Kristallisation des Apatits im letzten Rest der Mutterlauge eine Illustration.

In größeren Komplexen der Zwischensubstanz pflegt der primäre, gleich dem Feldspat derselben Apatitnadeln einhüllende Quarz nicht zu fehlen (Oxymesostasis), der Flüssigkeitseinschlüsse führend, mit dem Feldspat der Zwischenmasse meist eckig durchwachsen ist, in Formen, die an griechische Muster oder an Mauerzinnen erinnern. Schriftgranitische Verwachsungserscheinungen beider Mineralien jedoch fehlen. Die ziemlich ausgeprägte Chloritisierung der Zwischensubstanz dürfte wohl darauf hindeuten, daß in dem Magmarest mehr oder weniger ansehnliche Mengen an Magnesia vorhanden waren, die vielleicht von allem Anfang an sich als Chlorit ausgeschieden haben.

Die Rolle des Chlorites als Muttersubstanz von Hornblende, da wo jener an Augit grenzt, wurde schon erwähnt. Sie erinnert ganz an eine andere des Chlorites in den saueren Kuseliten (Augitkeratophyren), wo er gleichfalls unter Beteiligung von Erzkörnchen das Ausgangsmaterial von Biotit bildet, der, lange Zeit verkannt, für ein kersantitisches Merkmal der Kuselite angesehen worden ist.

Mit der Grundmasse der Porphyrite und Melaphyre hat die Zwischensubstanz die Eigenschaft gemein, der zuletzt gebildete Magmaanteil zu sein, der in anderen Palatiniten (Abb. 2) manchmal die Feldspäte umhüllen kann. Niemals und besonders auch nicht im Martinsteiner Gestein erreicht sie aber die große stoffliche Bedeutung der Grundmasse in den genannten porphyrischen Gesteinen. Von dieser weicht sie besonders dadurch ab, daß sie bei ihrer Kristallisation nicht mehr oder minder die Ausscheidung der Einsprenglinge im Kleinen wiederholt, sondern daß sie eine wesentlich einfachere Silikatschmelze darstellt, nämlich den stofflich einfachsten und sauersten Magmarest, wie schon das fremdartige Auftreten von Quarz in der Zwischensubstanz andeutet. Bei langsamer nicht durch die abkühlende Schichtenumgebung beschleunigter Kristallisation hätte sich die Zwischensubstanz entweder in Form selbständiger Kristalle von saueren Feldspäten oder als saurere letzte Schale um die zonaren Feldspäte ausgeschieden. Man darf den Schluß wagen, daß in den ophitischen und deckenförmigen Gang- und Lavatholeyiten die dort mehr oder minder glasige Zwischenmasse ebenfalls vom stofflichen Charakter eines sauren Feldspates ist.

Der offenbar einem Anorthoklas oder vielleicht gar Orthoklas angenäherte substanzielle Bestand der Zwischenklemmasse wirft ein eigentümliches Licht auf die Tholeyite, in denen auch sonst schon gelegentlich Orthoklas nachgewiesen worden ist. Sie läßt die Frage aufwerfen, ob man in Parallele zu den Augitkeratophyren (Cuseliten) in den Tholeyiten statt Kalkalkali-Gesteinen nicht versteckte Alkaligesteine vor sich hat, eine Frage, die noch der sicheren Beantwortung wartet.

So wirkte von Anfang an die Schichtenumgebung auf die Ausscheidungsfolge der Mineralien ein. Das in der größeren Tiefe zu vollkörniger gabbrodiabasischer Gestaltung gelangende Gestein begann schon mit dem Augit sich in Einsprenglinge aufzulösen, wenn auch ihre ungestörte Bildung bei diesem Mineral nicht gelingen wollte, weil inzwischen die Feldspäte sich auszuschcheiden begannen. Auch diese suchten sich unter gegenseitiger Bedrängung idiomorph abzugrenzen. Jedoch ihre Kristallisationskraft schwächte sich mit fortschreitender Abkühlung und mit dem Saurerwerden des Schmelzflusses ab. Sie reichte zur Bildung der zweiten Generation der kleinen Feldspäte noch aus, der letzte saure Rest des Magmas, arm an Stoffen, brachte es nur mehr zu einer meist kristallgestaltsschwachen Entmischung in Feldspatkomplexe oder in Zerscheidung zu Feldspat, Quarz und Chlorit.

Die Randausbildung der Hauptmasse zu Augit-Olivinporphyrit (Olivin-Weiselbergit).

Begeben wir uns aus der Tiefe der Hauptmasse an den Rand des Palatinitis zu den ihn unterlagernden Schichten, so macht sich die Abkühlung durch diese in einer bei den Tholeyiten im allgemeinen nicht die Regel bildenden Gesteinsentwicklung bemerkbar. Aus dem grobkörnigen Palatinit der Tiefe mit seiner untergeordneten Zwischenklemmasse ist ein ausgezeichnet porphyrisches Gestein geworden mit Einsprenglingen von Plagioklasen und ehemaligem Augit und Olivin in einem glasdurchtränkten Feldspatmikrolithenfilz — vollkommen übereinstimmend mit der Struktur eines Weiselbergites, eines andesitischen Porphyrites. Diese Gesteinsart rechne ich in ihrer olivinfreien Beschaffenheit zu den gang- und deckenförmig auftretenden Abkömmlingen von stets olivinlosen Cuseliten (Augitkeratophyren), die nach der bisherigen Annahme einem augitdioritischen Tiefenmagma zugehören. Die Stelle des Olivins wird bei diesen Weiselbergiten von Bronzit eingenommen. Zahlreich sind aber auch Olivin-Weiselbergite, die des Bronzits völlig entbehren. Sie weisen auf ein anderes Ausgangsgestein hin, aus dem sie sich als Gänge oder Lavadecke entwickelt haben, nämlich auf einen Tholeyit und in weiterm Rückwärtsverfolgen auf einen Gabbro. Weiselbergitische Gangausstrahlungen von Tholeyiten wurden von mir schon früher (a. a. O. 1906 S. 42) erwähnt. Zweifellos liegt hier eine der Brücken zwischen den beiden großen Gesteinsfamilien vor.

Die normale porphyritische Entwicklungsform der Tholeyite gegen die Schichtenhülle zu, diejenige als Gangabsplattung oder als effusives Deckengestein ist der basaltische Melaphyr (Navit), der aber wie auch in unserem Falle unter Umständen in einen der Struktur nach eigentlich zur Dioritfamilie gehörenden andesitischen Porphyr (Weiselbergit) sich weiterentwickeln kann. Findet hierbei nur eine Veränderung in der Anordnung der Grundmassfeldspäte statt, d. h. gehen sie aus ihrer divergentstrahligen Anordnung in die fluidale, pilotaxitische oder hyalopilitische über, wie das nicht selten Schritt für Schritt verfolgt werden kann, so ist, besonders wenn Olivin als Einsprengling vorhanden, der Zusammenhang mit Tholeyiten unschwer zu erkennen. Sobald jedoch der Olivin durch Bronzit ersetzt wird (Mineralien, die sich als gemeinsame Einsprengungen gerne meiden), dann ist ohne

Zuhilfenahme des geologischen Vorkommens des Weiselbergits und seiner Paragenese mit anderen Eruptivgesteinen eine Zuteilung zum Cuselit nicht ohne weiteres sicher. In unserem Falle aber ist der geologische Verband des Weiselbergits mit einem Tholeyit in seltener Weise genau festlegbar gewesen.

Unter dem Mikroskop hat das grünliche, recht unfrische Gestein eine vorwaltende Grundmasse aus einem ehemals glasdurchtränkten, nunmehr chloritisch überwucherten Feldspatmikrolithenfilz, in welcher zahlreiche Einsprenglinge von gedrunenen, breit lamellierten Plagioklasen schwimmen, teils als Einzelkristalle, teils in Gruppen vereinigt. Daneben finden sich gedrungene, in Chlorit-Serpentin und Kalk umgewandelte ehemalige Augitkristalle und, meist zu Putzen aggregiert, der gleichfalls dieser Art zersetzte Olivin; beide Mineralien sind durch charakteristische Kristalldurchschnitte wohl erkennbar. Der im Palatinit und seinen bisher beschriebenen Gesteinsabänderungen so reichliche Bronzit fehlt in unserem Gestein völlig, wie denn auch umgekehrt der Olivin in diesen Gesteinen nicht vorkommt.

Was die Ausbildung des Palatinits zu Weiselbergit geologisch interessant macht, das ist der Umstand, daß das über diesem Lagergestein entwickelte effusive Grenzlagergestein ebenfalls ein Olivin-Weiselbergit ist, der kaum von der weiselbergitischen Randausbildung des Palatinits zu unterscheiden ist. Er wird an späterer Stelle dieser Aufsätze beschrieben werden. — Damit ist die geologisch erwogene Wahrscheinlichkeit einer genetischen Zusammengehörigkeit zwischen dem effusiven Deckengestein und dem Martinsteiner Palatinit auch petrographisch wesentlich erhärtet. Analog zu anderen auf S. 50 erwähnten Fällen halte ich das Olivin-Weiselbergit-Deckengestein nicht nur gleichalterig mit dem Intrusivlagergestein des Palatinits, sondern auch mit ihm in der Tiefe verbunden.

Die Nebenmasse.

In der Nebenmasse des Palatinits (in der Abb. 1 rechts von der eingelagerten Scholle) ist das Gestein unter dem Einfluß der Abkühlung in einer vom Hauptgestein merklich verschiedener Weise zur Verfestigung gekommen (Schliff 689). Man denke sich das Mineralgemenge des Palatinits der Hauptmasse in kleinste Partikelchen von Augit-Feldspatkomplexen zerlegt und lasse sie nunmehr in der zur vorwaltenden Grundmasse gewordenen Zwischensubstanz frei schwimmen, dann erhält man das Strukturbild. Eine zweite Generation von Feldspäten fehlt völlig. Sie steckt in der Substanz der Grundmasse verborgen. Sehr selten trifft man auf recht bescheiden große Einzel-Einsprenglinge von Feldspäten und Augiten. Ihre Neigung aus der Tiefe her, zur Verwachsung miteinander überwiegt scheinbar die Tendenz zur selbständigen Kristallentwicklung.

Von den Feldspäten der Hauptmasse weichen die der Nebenmasse ab durch die geringere Größe und den Mangel an Zonarstruktur (die ja auch nur bei verhältnismäßig langsamer Kristallisation stattfinden kann) und durch die stärkere Unfrische. Sie sind teils, im Innern beginnend, chloritisiert, teils verglimmert. Im übrigen gehören sie ähnlichen kalkreichen Plagioklasen an wie im Hauptgestein.

Die Augitkörnchen, nur selten idiomorph, meist zwischen den Feldspäten eingeklemmt, sind von großer Frische und weichen von denen des Hauptgesteins nicht ab. Auch die Hornblendefetzchen an ihnen fehlen nicht. Vom Bronzit jedoch ist keine Spur mehr zu finden, an ihn erinnern nur noch die zahlreichen Serpentinputzen, in denen der Reichtum des ehemaligen Bronzits an Titan sich in den häufigen Ausscheidungen von Pützchen und Krümelchen von Titanit kundgibt.

Die Grundmasse ist stark mit Eisenerzkörnchen durchspickt und von einem durch chloritische Durchwachsung verursachten grünlichen Stich, im Ganzen noch feldspätiger Natur. Da und dort mengt sich ihr Quarz in den schon bei dem Hauptgestein erwähnten eckigen Durchwachsungen mit Feldspat bei. Nur selten sieht man Anzeichen einer Ausscheidung von rechteckigen, gedrunenen und gerade auslöschenden Feldspatkrystallgebilden. Zumeist besteht die Grundmasse aus dünnprismatischen, büscheligen, radialstrahligen oder eisblumenartigen Feldspatskeletten, die manchmal, nach ihrer gleichsinnigen optischen Orientierung zu schließen, einem einzigen Feldspatgebilde angehören und in der Regel gerade oder nur sehr wenig schiefe Auslöschung zu ihrer Längserstreckung zeigen. Ich möchte sie wie bei den bisherigen Schliffen auf Orthoklas oder Anorthoklas beziehen. — Auch in diesem Schliff durchziehen Apatitnadeln, in bescheidenerem Maße als früher, die Grundmasse. — Der titanhaltige Eisenglanz ist hier bedeutend unfrischer; er ist in seinen Durchschnitten zum Teil aufgeblättert und zeigt eine schmutzibraune Färbung. Sein Titangehalt hat sich hierbei in rings um das Erz angeordneten Körnchen von Titanit ausgeschieden.

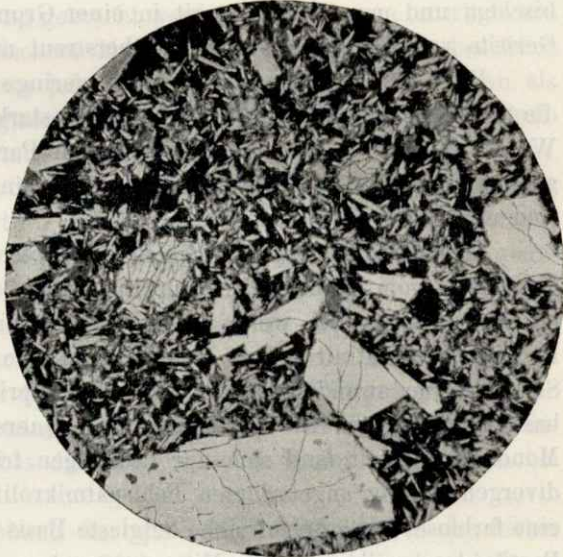


Abb. 3.

Navit aus dem eruptiven Grenzlager von Eulenbis bei Kaiserslautern. (Strukturbild für die melaphyrische Randausbildung der Nebenmasse des Palatinits von Martinstein.)

Dünnschliffbild $\left(\frac{20}{1}\right)$. Gewöhnl. Licht.

Einsprenglinge von hellen Feldspäten und von Augit (z. B. halbwegs vom linken Rand zur Kreismitte) sind in einer Grundmasse eingebettet von hellen Feldspätchen und erzdurchspicktem, daher schwärzlichem Glas. Grauliche Partien Olivinserpentin und zeretztes Glas.

Phot. Dr. M. SCHUSTER.

Im Gegensatz zu der porphyritischen Entwicklung des Palatinits an der Grenze zu den unterlagernden Schichten ist die Ausbildung des Gesteins der Nebenmasse unmittelbar am Kontakt mit den überlagernden Konglomeraten die normale zu einem basaltischen Melaphyr (Navit), ganz entsprechend den melaphyrischen Deckengesteinsformen der Tholeyite. Ein getreues Bild dieses Gesteins gibt, von einem Grenzlagermelaphyr, beistehendes Dünnschliffbild. Das ausgezeichnet porphyrische Gestein (Schliff 815, 815a) enthält in einer Grundmasse aus Feldspatkryställchen, Chlorit und reichlichem erzgekörneltem, bräunlichem Glas zwischen dem Feldspatgerüst zahlreiche Einsprenglinge von Plagioklasen, weniger häufig von Olivin, beide bis zu 2 mm Größe. Die Grundmassebasis ist zu feldspatartig interferierender Substanz entglast. — Die gedrunenen, gut begrenzten Einsprenglingsfeldspäte haben ihre Streifung verloren und interferieren eigentümlich fleckig oder nach Art eines Netzes von dunkel- und hellgrauen Partien, eine Folge ihrer von innen heraus vorgehenden meist chloritischen, zum Teil kalzitischen Umwandlung. Kalk und blaugrüner bis lichtgelber Chlorit

nehmen die Stelle der ursprünglich wohlgeformten Olivineinsprenglinge ein. Eingesprenkte Augite, bzw. ihre Reste konnten nicht sicher erkannt werden. Verhältnismäßig frisch ist der zum Teil durchsichtige Eisenglanz in der Grundmasse. Apatitnadeln fehlen darin nicht.

Die melaphyrische Gangabspaltung des Palatinits.

Zwischen den beiden im Palatinit eingelagerten Schichtschollen ist ein von diesem abgezwiegt, wenn auch im Aufschluß nicht mit ihm zusammenhängender eruptiver Gang eingeschaltet (M. in Abb. 1), der in einigen Proben (Schliff 691 a b, c) genauer untersucht wurde. Er ist ein sehr unfrischer basaltischer Melaphyr vom Navittypus, ein porphyrisches Gestein mit Einsprenglingen von Plagioklas, rhombischem und monoklinem Augit in einer Grundmasse von einem glasdurchtränkten Gerüste von Feldspatmikrolithen, überstreut mit Augit- und Erzkörnchen.

Dieses Gestein ist durch seine geringe Mächtigkeit und seinen Verlauf in die Schieferschollen hinein der Abkühlung stark ausgesetzt gewesen und in ähnlicher Weise wie die rand- und schollennahen Partien des Palatinits zur Entwicklung gelangt. Auf Kosten der Einsprenglinge gewinnt hier die Grundmasse zunehmende Bedeutung.

Die schlanken, an den Enden getreppten Plagioklaseinsprenglinge (bis 2 mm groß) sind vom Kern aus in Chloritisierung begriffen; unter den Pyroxenen wiegt ein rhombischer bei weitem vor, entsprechend der reichlichen Beteiligung von Bronzit im Palatinit selbst. Freilich sind alle Bronzitkristalle in grünen Chlorit-Serpentin umgewandelt, der in den schlank-prismatischen Pseudomorphosen faserig, bastitartig ist und in den achteckigen Querschnitten feinschuppig erscheint. — Monokliner Augit fand sich nur in einigen frischen, fast farblosen Körnchen. Die divergentstrahlig angeordneten Feldspatmikrolithen der Grundmasse werden durch eine farblose, erzkörnchenreiche entglaste Basis verkittet. Daneben finden sich kleine Bastitputzen und reichliche Magnetitkörnchen. — An einigen Stellen bemerkt man ein paar Millimeter große, mit Kalk erfüllte Mandeln. Im Schliff ist stellenweise blutrotes Eisenoxyd angereichert.

Aplitische Gangbildungen.

Nach den bisher gesammelten Erfahrungen sind wohl alle Lagergesteine von Cuseliten und Tholeyiten auffällig oder kaum erkennbar von aplitischen Nachschüben betroffen worden, die wie das Beispiel vom Winterbacher Gestein zeigt, geradezu den Gesteinstypus verwischen können. Dr. O. M. REIS unternahm eine Untersuchung und er konnte in der Tat auch Gangbildungen von geringer Mächtigkeit und vom Charakter von Apliten in der Nebemasse des Klotzes nachweisen.

Das Gestein eines dieser Gängchen, stark chloritisiert, ist äußerlich vom palatinitischen Nebengestein nur durch sein dichteres Korn zu unterscheiden (Schliff 813). Es ist unter dem Mikroskop ein Gemenge von stark gedrungenen, zum Teil isometrischen und ungestreiften Feldspäten mit dazwischengeklemmtem Mikropegmatit

¹⁾ Schliff 690c weicht von den beiden anderen dadurch ab, daß die Feldspateinsprengungen gedrungener sind, der Augit als nunmehr vererzte Stäbchen entwickelt und die erzarne Grundmassebasis zu quarz- oder feldspatartiger Substanz entglast ist. Die skelettartige Entwicklung des Augits, in Pfälzer Gesteinen nicht selten (vgl. Geogn. Jahresh. 1906 S. 33), ist ebenfalls eine Funktion rascher Kristallisation.

und Quarz und mit Chloritputzen, in welches Gemenge mit unscharfen Grenzen gegen die Feldspäte breittafelige, zumeist unlammelierte Feldspäte, wohl Orthoklase, gelegentlich auch sechseckige, kataklastische Quarze eingesprengt sind. Frische bräunliche bis bräunlichgrüne Hornblendeschmitzchen finden sich da und dort eingestreut. Die ungeformten Chloritputzen sind vielleicht auf ehemaligen Augit (Bronzit?) zurückzuführen. Ihr ehemaliger Titangehalt verrät sich in den zahlreichen Krümelchen von Titanit im Chlorit. — Die Orthoklase der Grundmasse sind oft in kaum auflösbar feinem Mikropegmatit abgeformt. Feldspat- und Quarzverwachsungen kommen auch in mehr regelmäßigen, eckigen Durchdringungen vor, genau so, wie im Palatinit der Hauptmasse, ohne daß jedoch ohne weiteres der saure Rest der Zwischenmasse in dem Palatinit mit einer etwaigen aplitischen Intrusion in dieses Gestein hinein in Verbindung gebracht werden darf. Als ein untrügliches mikroskopisches Merkmal von aplitischem Material am Gesteinsaufbau basischer Intrusiva in der Pfalz hat sich, wenn jedes andere Merkmal fehlt, der dann als Zwickelfüllung auftretende Mikropegmatit mit seinen wurmartigen oder schriftzeichenähnlichen Durchwachsungsformen erwiesen.

Von den von mir früher beschriebenen Apliten, denen ich zu Ehren der Rheinpfalz den Namen Rhenopalite gegeben habe, weicht der eben skizzierte dadurch ab, daß er Einsprenglinge von Quarz und Feldspäten und einen ungewöhnlichen Reichtum an ehemaligem Pyroxen (wohl Bronzit) enthält. Dieser Mineralbestand würde ihm eigentlich die Bezeichnung eines Quarz-Bronzitporphyrits eintragen und ihn etwa in die Nähe des Quarz-Biotit-Porphyrits des Lembergs an der unteren Nahe stellen. Auch hier ist die Ausbildung von Einsprenglingen eine Folge der Abkühlung des Nebengesteins, der von den Apliten durchzogene Palatinit scheint zur Zeit des Nachschubes derselben offenbar schon im Erkalten begriffen gewesen zu sein.

Daß Wärmereichtum der Umgebung das aplitische Magma, wie in den bisher bekannt gewordenen anderen Fällen, zur vollkristallinischen Kristallisation bringen konnte, ersehe ich aus einem schmalen aplitischen Äderchen, das einen Schliff des Melaphyrganges durchzieht und das aus einem hypidiomorphen körnigen Gemenge vorwiegend von ungestreiftem und gestreiftem Feldspat und etwas Bastit besteht. Dieser Aplit fügt sich recht gut in das Bild der Rhenopalite ein.

Recht abweichend von dem bisher kennen gelernten Strukturbild von Rhenopaliten aber verhalten sich Proben von braunrötlichen Adern, die Dr. O. M. REIS in der Nähe der eingeschlossenen Schieferscholle beim Abstieg über den Steilhang fand. Beim flüchtigen Ansehen ohne Kenntnis des Vorkommens glaubt man wegen der zahlreichen und bis zu Zentimetergröße gehenden, mit Chalzedon und Kalkspat ausgefüllten Mandeln einen Mandelstein, etwa vom Typus der im eruptiven Grenzlager auftretenden, vor sich zu haben. Der feine Seidenglanz des einsprenglingarmen Gesteins erinnert an den von gewissen Porphyriten aus dem gleichen Grenzlager.

Um so überraschter ist man, unter dem Mikroskop das Gestein fast ausschließlich aus Feldspat aufgebaut zu sehen. Im Gegensatz zu den meist ziemlich grobkörnigen, nicht in Einsprenglinge und Grundmasse geschiedenen Rhenopaliten haben wir es, entgegen dem äußeren Aussehen, mit einem deutlich porphyrischen Gestein zu tun. Kleine, 1 mm Größe kaum erreichende Feldspäte, vorwiegend Orthoklas, aber auch merkwürdigerweise ziemlich basische Plagioklase, gedrungen

und nicht gerade schön kristallographisch begrenzt, in Umwandlung zu Glimmer und Chlorit begriffen, liegen recht lose eingebettet in einer Grundmasse, die aus weit vorwiegendem Orthoklas, nicht allzureichlichem Quarz und wenig aufdringlichem Eisenglanz besteht. Die Orthoklaskriställchen bilden zumeist entweder quarzähnliche sechseckige Durchschnitte oder quadratische, rhombenartige, rechteckig-längliche oder prismatische, oben und unten dachförmig abgestumpfte Längsschnitte, stets mit gerader Auslöschung. Wie schon ihre schöne Kristallgestalt andeutet, liegen sie, ohne sich wesentlich zu beengen, nebeneinander in einer sie verkittenden Substanz, die wiederum zum weitaus größten Teil ein ungestreifter Feldspat ist (was ihm einige Ähnlichkeit mit der feldspätigen Zwischensubstanz des Palatinits verleiht) und nur zu einem geringen Teil aus freiem Quarz oder aus zum Teil kaum mehr unterscheidbaren mikropegmatitischen Quarz-Feldspatdurchwachsungen besteht. Nicht selten hat sich die Feldspatsubstanz der Grundmasse in Gestalt eines schmalen, rötlich bestäubten Saumes an die Einsprenglingsfeldspäte angelagert, von welchen sie sich durch die veränderte Auslöschungsschiefe unterscheidet. Die Grundmasse hat einen grünlichen Stich infolge einer chloritischen Überwucherung der Feldspäte. Über ihr sind meist in Stäbchenform Eisenglanzgebilde ausgestreut.

Der Apatit kommt in Gestalt von langgestreckten Nadeln, zum Teil zerbrochen, vor allem in den Einsprenglingsfeldspäten vor.

Das Auftreten von ungemein zahlreichen Mandeln, die mit Chalzedon und oft mit Kalkspat innen erfüllt sind, wobei dieser das Innere der Mandeln einnimmt, in diesem glasfreien, schmal gangförmigen Gestein ist eine ganz auffällige Erscheinung. Mandelsteinbildung ist ja an Lavagesteinen der Melaphyr- und der Porphyritreihe im Grenzlager keine seltene Erscheinung; auch die Randzonen der basischen, vor allem tholeyitischen Gesteine können sich zu Mandelsteinen unter dem Einfluß der Erkaltung ausbilden; in so schmalen Gängen jedoch wurde die Führung von Mandeln unter den Pfälzer permischen Eruptivgesteinen noch nicht beobachtet.

Mandeln bilden sich bekanntermaßen durch einen plötzlichen, auf rasche Abkühlung zurückzuführenden Abschluß des Entgasungsvorganges im Magma. Bei unserem schmalen Gängchen muß nach der großen Anzahl und der Größe der ursprünglichen Gasblasen, die durch spätere Ausfüllung mit Kieselsäure und Kalk zu Mandeln geworden sind, ein außerordentlich großer Reichtum an gasförmigen Aushauchungen vorausgesetzt werden. In den normalen Rhenopaliten deuten nur die meist kleinen, nicht immer auftretenden miarolithischen Hohlräume auf ehemalige Gasbeimischungen hin. Die Feinkörnigkeit, die porphyrische Ausbildung unseres Aplits und sein Mandelreichtum anstatt der gewohnten vollkristallinisch-körnigen Struktur geben einen hinreichenden Beweis ab für die Annahme, daß diese Gängchen erst in den Tholeyit eingedrungen sind, als dieser schon erkaltet war.

Nach seinem Mineralbestand und der Struktur würde das Gestein den Namen eines Orthophyrs oder, wenn man die Mandelführung betonen will, eines Orthophyr-Mandelsteins verdienen. Die Kenntnis seiner chemischen Zusammensetzung (siehe Analysentabelle IV) verdanke ich meinem Kollegen Regierungsgeologen Dr. A. SPENGLER.

Chemische Verhältnisse.

Es erübrigt noch Einiges über die chemischen Verhältnisse des Martinsteiner Palatinits zu sagen. Seine Zusammensetzung übermittelt uns vor allem H. LASPEYRES (Beitrag zur Kenntnis der Eruptivgesteine im Steinkohlengebirge und Rotliegendem

zwischen der Saar und dem Rhein. Verhandl. d. naturh. Vereins der pr. Rheinlande und Westphalens. Bonn. 40. Jahrgang 1883. S. 376); eine weitere Analyse findet sich bei K. A. LOSSEN (a. a. O. S. 309). Älter ist eine Bauschanalyse an einem offenbar weniger frischen Gestein von C. BREGEMANN (Über die chemische Zusammensetzung einiger vulkanischer Gebirgsarten. KARSTENS Archiv für Mineralogie, Geognosie etc. 21. Bd., 1847, S. 14). Es ist sicher anzunehmen, daß die der Untersuchung unterworfenen Proben aus dem grobkörnigen, in Steinbrüchen gewonnenen Palatinit stammen.

In der folgenden Analysentabelle finden sich die drei Bestimmungsergebnisse angeführt. Ein weiteres dort bezieht sich auf einen der blasenführenden Aplitgänge im Palatinit; die Analyse wurde von Herrn Dr. A. SPENGLER im Laboratorium der Geologischen Landesuntersuchung ausgeführt.

Analysentabelle.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
SiO ₂	56,205	55,05	49,29	69,11	65,00	55,49
TiO ₂ (ZrO ₂) . . .	Spur	1,01	—	—	0,47	1,78
CO ₂	Spur	—	3,54	—	3,15	Spur
Al ₂ O ₃	18,812	16,26	22,34	12,41	13,73	14,57
Fe ₂ O ₃	2,306	3,83	4,43	} 7,46	0,44	8,68
FeO	4,513	3,31	5,20		2,19	0,66
MnO	Spur	—	—	—	Spur	—
CaO	8,462	7,61	10,52	1,72	4,43	0,68
MgO	4,307	5,34	0,64	—	0,82	3,61
K ₂ O	0,869	1,49	0,02	4,66	4,82	7,87
Na ₂ O	2,966	3,37	3,35	4,18	3,70	1,86
H ₂ O	1,677	1,93	0,75	0,37	1,08	3,96
P ₂ O ₅	—	0,20	—	—	0,08	0,27
SO ₃	—	0,05	—	—	0,21	Spur
Organ. Substanz .	—	0,08	—	—	—	—
	100,117 ¹⁾	99,53	100,08 ²⁾	99,91	100,12	99,43

I. Palatinit von Martinstein (An.: H. LASPEYRES).

II. Dasselbe (An.: JACOBS: bei K. A. LOSSEN, S. 309 der im Geogn. Jahresh. 1922, XXXV, S. 162 angeführten Arbeit).

III. Dasselbe, jedoch unfrisch (An.: BREGEMANN).

IV. Blasenführendes Aplitgüngchen im Palatinit (An.: A. SPENGLER).

V. Aplit (Quarzporphyr nach K. A. LOSSEN) im Palatinit vom Götzenfelsen (Norheimer Tunnel) bei Ebernburg (K. A. LOSSEN, Über Quarzporphyrgänge an der Unter-Nahe. Z. d. d. g. G. 43. Bd. 1891, S. 537; An.: HESSE).

VI. Mischgestein von Winterbach (An.: FISCHER bei K. A. LOSSEN, a. a. O. S. 266).

Typenformelberechnung nach A. OSANN³⁾:

	I.	II.	IV.	V.	VI.
s = SiO ₂	61,27	61,17	76,06	74,10	66,69
A = (Na, K) ₂ Al ₂ O ₄ . .	3,74	4,60	7,73	7,53	7,95
C = Ca Al ₂ O ₄	8,32	5,84	0,31	1,62	2,05
F = (Fe, Mg, Ca)O . . .	14,61	17,95	7,86	7,60	13,33
n =	8,37	7,70	5,75	5,38	2,70
k =	1,12	1,07	1,40	1,32	1,02

¹⁾ Luftfeuchtigkeit 1,129. Spuren von SrO — BaO — Li₂O und Kupferkies.

²⁾ In der Uranalyse ist die Kohlensäure zu Kalk und Eisenoxydul geschlagen, das Ferri-Eisen als Magnetit bestimmt.

³⁾ H. ROSENBUSCH-A. OSANN, Elemente der Gesteinslehre, IV. Aufl. 1922, S. 96 ff. — Die Analyse III wurde wegen der Unfrische des Gesteins nicht zur Berechnung herangezogen.

Typenformel:

I.	s_{61}	a_4	c_0	f_{17}	($n = 8,37$; $k = 1,12$).
II.	s_{61}	a_6	c_6	f_{19}	($n = 7,70$; $k = 1,07$).
IV.	s_{76}	a_{15}	c_0	f_{15}	($n = 5,75$; $k = 1,40$).
V.	s_{74}	a_{13}	c_3	f_{14}	($n = 5,38$; $k = 1,32$).
VI.	s_{66}	a_{10}	c_3	f_{17}	($n = 2,70$; $k = 1,02$).

Der Mittelwert beträgt für das Martinsteiner Gestein:

s_{61}	$a_{4,5}$	$c_{7,5}$	f_{18}	($n = 8,04$; $k = 1,10$).
----------	-----------	-----------	----------	------------------------------

Die Typenformel läßt für den Palatinit neben reichlichen Kalknatronfeldspäten (a und c!) eine für ein diabasisches Gestein verhältnismäßig hohe Kieselsäureziffer erkennen. Der sogen. Kieselsäurequotient k beträgt 1,10, d. h. es ist mehr Kieselsäure im Gestein vorhanden, als zur Feldspat- und Fe-, Mg-, Ca-Metasilikatbildung notwendig ist; hierzu würden 55,44 SiO_2 genügen.

Schon bei der Dünnschliffbeschreibung wurde darauf hingewiesen, daß sich in der Zwischensubstanz freier Quarz als allerletzte Ausscheidung befindet; auf ihn und vielleicht auf aplitische Spuren im Gestein ist der Kieselsäureüberschuß zurückzuführen.

In der chemischen Zusammensetzung ähnelt das Gestein von Martinstein dem Palatinit zwischen Wolfstein und Niederkirchen am Odenbach in der Pfalz (vgl. Erl. z. Bl. Kusel 1:100 000, S. 21) und, um ein entfernteres Beispiel heranzuziehen, dem Gabbro vom Torfhaus bei Harzburg [STRENG¹⁾], die beide ebenfalls freien Quarz enthalten. — Die Formeln für das Niederkirchener Gestein (A) und das Harzburger (B) sind folgende:

A.	s_{61}	a_5	c_0	f_{16}	($n = 8,6$; $k = 1,08$).
B.	s_{60}	$a_{5,5}$	c_{10}	$f_{14,5}$	($n = 7,6$; $k = 1,02$).

Wenngleich die blasenführenden porphyrtigen Gängchen im Palatinit von Martinstein in der Struktur ganz entschieden von den Rhenopaliten abweichen, so ordnen sie sich in der chemischen Zusammensetzung doch diesen ganz ungenzungen ein. Der Analyse IV eines dieser Blasengängchen ist diejenige eines typischen Rhenopalits vom Götzenfelsen bei Ebernburg gegenübergestellt (Analyse V). Der letztere Aplit ist nur etwas reicher an Kalkfeldspäten als jener (Plagioklasaplit). Die Typenformeln lassen ihre Verwandtschaft sehr gut erkennen.

Bezogen sich die Analysen I—V auf reine, ungemischte Eruptivgesteine, so gibt Analyse VI von dem im vorigen Kapitel (Geogn. Jahresh. 1922, XXXV. Jahrg. S. 161—165) behandelten Winterbacher Gestein uns die Zusammensetzung eines aus tholeyitischem und aplitischem Magma gemischten Gesteins wieder, das in seinem Gehalt an Kieselsäure und femischen Bestandteilen sich den Tholeyiten nähert, während es in der Beteiligung der Alkalien den Rhenopaliten zuneigt. Die starke, auf die aplitische Durchsetzung zurückzuführende Kalivormacht in den Alkalien drückt sich auch in der sehr niedrigen Zahl für n aus.

So stellt das Martinsteiner Palatinit, wenngleich von den Eruptivgesteinen im bayerischen Anteil des Saar-Nahe-Gebietes durch die ganze Breite der Nahe-Mulde getrennt, ein getreues Spiegelbild zu jenen dar, sowohl was seine Rolle als geo-

¹⁾ Vgl. A. OSANN, Versuch einer chemischen Klassifikation der Eruptivgesteine. TSCHERMAKS Min. u. petr. Mitt. 19. Bd. 1900. S. 425 (a, c und f dort auf 20 berechnet, entgegen der jetzt gebräuchlichen Berechnung auf 30).

logischer Körper als auch sein petrographisches Verhalten anlangt. Neben seiner entstehungsgeschichtlichen Beziehung zu dem Lavagestein des Grenzlagers über ihm ist es wieder das Auftreten von aplitischen sauren Nachschüben in das basische Gestein hinein, das unsere Aufmerksamkeit erregt. Sind diese doch hier zum erstenmal in einem Eruptivgestein jenseits der großen Nahemulde aufgefunden worden.

Das Verbreitungsgebiet dieser meist nur in schmalen Adern in basischen vulkanischen Gesteinen auftretenden Aplite wird immer größer. Ihre ausgedehnte Verbreitung, ihr jüngstes Alter unter den permischen Eruptivgesteinen, der Gegensatz in ihrem Auftreten zu den ihnen stofflich nahestehenden stockartigen Porphyren, die die ältesten eruptiven Äußerungen des Magmas im Saar-Nahegebiet darstellen, die Tatsache, daß Lagergänge, Lager und Gänge von sauren Gesteinen nach Art von Tholeyiten und Cuseliten durchaus fehlen, all das stellt eine Reihe von Fragen auf, deren Beantwortungsmöglichkeit in dem Maße wachsen wird, als wir Schritt für Schritt im Kleinstudium der vulkanischen Bildungen in der Rheinpfalz und deren Grenzgebieten vorwärts schreiten.

Anhang:

Rückschau und Ausblick.

Über Gesteinsvermischung.

Seit einem halben Menschenalter suche ich in meinen petrographischen Arbeiten darzutun, daß das Eruptivgesteinsgebiet der Rheinpfalz und des Nahegebietes eine der eigenartigsten und wenigst bekannten petrographischen Provinzen Deutschlands darstellt, die wie kaum anderswo die Eruptivgesteine in allen bisher bekannt gewordenen Arten ihres geologischen Vorkommens, oft in der prächtigsten Weise, zeigt. Es handelt sich um sehr verschiedenartige Gesteine, die sich von einem Granit, einem Diorit und einem Gabbro, bzw. von einem Gabbro mit dioritischer und granitischer Außenzone ableiten, deren sauerste Vertreter, die Porphyre als Stöcke, deren steigend basischeren, die Cuselite (Augitkeratophyre) und Tholeyite (Diabase) teils als Stöcke, Lager, Lagergänge, Quergänge, teils als lavaartige Deckengesteine auftreten. Sie sind jünger als die Porphyre und wurden — auch die Deckengesteine machen keine völlige Ausnahme — von postvulkanischen Ereignissen betroffen, die sich besonders in einer Durchschwärmung der mächtigeren Vorkommen mit aplitischen Nachschüben (Rhenopaliten) kundgibt, welche stellenweise zu einer Neubildung von ganz eigenartigen Mischgesteinsformen führt, die lange Zeit rätselhaft schienen und noch heute in ihren Konsequenzen nicht überblickt werden können.

Diese merkwürdige Paragenese zwischen den basischen Tholeyiten und Cuseliten mit sauren Apliten, die ein besonderes Merkmal der Pfälzer permischen basischen Eruptivgesteine ist, drückt sich auch in dem im ersten Abschnitt behandelten Winterbacher Mischgestein aus, das stellenweise geradezu den Typus einer nicht normalen Mischung eines basischen und sauren Schmelzflusses darstellt und auch in dem Tholeyit von Martinstein sehen wir die Rhenopalite als eigenartige Fremdlinge aufsetzen, wengleich hier ihre gewöhnliche typusverwischende Tätigkeit dadurch behindert wurde, daß das durchschwärmte Gestein schon verfestigt war, als das saure aplitische Magma in Gangspalten empordrang.

Es ist nun kaum anzunehmen, daß diese Verbindung paläozoischer basischer Eruptivgesteine mit sauren Nachschüben und die Beeinflußung des Gesteinstypus

des Nebengesteins durch die Aplite eine gerade auf die Rheinpfalz und deren unmittelbare Nachbargebiete beschränkte Erscheinung ist. Die Möglichkeit des Übersehens derartig wenig mächtiger Gangbildungen anderswo, besonders wenn sie vielleicht dort aus farblosem Quarz und ebensolchen Feldspäten bestehen, wie das bei den Rhenopaliten aber nur ausnahmsweise der Fall ist, ist bei nicht ganz ins Kleine gehenden an Ort und Stelle vorgenommenen Untersuchungen leicht gegeben. Gar nicht zu vermeiden ist dies aber, wenn die aplitische Durchdringung, wie an gewissen Gesteinen der Pfalz, äußerlich überhaupt nicht erkennbar ist und sich erst unterm Mikroskop als solche erweist.

Gehen wir anderswo an die Untersuchung basischer Gesteine auf aplitische Durchdringung heran, so müssen wir nach den in der Pfalz von mir und Dr. O. M. REIS gemachten Erfahrungen mindestens vier verschiedene Möglichkeiten ins Auge fassen.

1. Eine Verschmelzung eines basischen und aplitischen Magmas in der Tiefe im Zustande der Flüssigkeit beider Magmen. Das neue Gestein entsteht hierbei wie aus einem Gusse und enthält die Gemengteile der sauren und basischen Komponenten nebeneinander, als wären sie zusammen aus einem einheitlichen Schmelzfluß ausgeschieden worden. Die Annahme einer derartigen Verschmelzung in der Tiefe, deren Möglichkeit wohl kaum bestritten werden kann, würde manche Frage der Gesteinstypen vielleicht leichter als bisher lösen lassen. Als in der Tiefe mit Aplitmaterial gemischt sehe ich zum Teil den in großen Brüchen erschlossenen Cuselitstock vom Kiefernkopf am Schneeweiderhof bei Jettenbach, nächst Wolfstein, an, der neben den noch zu erwähnenden anderen Aplitdurchdringungen an manchen Stellen geradezu schlierig mit dem sauren Aplitmagma durchsetzt ist (vgl. a. a. O. 1910, S. 47).

2. Eine während des Erkaltes des basischen Schmelzflusses oder unmittelbar darnach auf dessen ersten Kontraktionsrissen erfolgte Injektion mit aplitischem Material. Sie geschah entweder in Gestalt einer bis ins Feinste gehenden, aber meist deutlich erkennbaren Durchdringung, wobei die Injektion noch während der Erstarrung des Nebengesteins erfolgte, ein Stadium, das den Übergang zu 1. bildet und ebenfalls beim Schneeweiderhof schön beobachtet werden konnte — oder sie beschränkte sich auf den Aufstieg in cm- bis m-mächtigen Klüften, als deren Ausfüllung die Aplite uns nunmehr entgegentreten. Als Beispiele seien die mächtigeren Gänge auf der Höhe des Potschberges bei Jettenbach (Cuselitstock) und die dm- bis cm-starken Gangbildungen in der Umgebung von Niederkirchen am Odenbach und vom Götzenfelsen bei Ebernburg (Tholeyite) angeführt (vgl. Erl. z. Bl. Kusel 1:100000 S. 19 und a. a. O. 1913 S. 253).

In einem je früheren Erkalstadium des basischen Gesteins die Injizierung mit Aplitmagma erfolgt, desto leichter können sich Mischgesteine herausbilden. Gerne pflegen sich an den Gangenden der Aplite derartige hybride Gesteinsformen durch innige Verschweißung beider Gesteine zu bilden. — Aplite, die nach dem völligen Erkalten der basischen Gesteine in ihnen emporgedrungen sind, wie im Martinsteiner Lagergang, sind in der Pfalz seltenere Erscheinungen, als in den anderen bekannt gewordenen vulkanischen Gebieten mit Ganggefölschaften.

Zu diesen Gangbildungen rechne ich auch die Felsitporphyrgänge, welche nach A. LEPPLA das eruptive Grenzlager zwischen Erzweiler und Niederalben nächst der preußisch-bayerischen Grenze durchbrechen (Bericht über die Aufnahmen im Eruptivgebiet der Blätter Oberstein, Kirn und Baumholder. Jahrb. d. pr. geol. Landesanstalt für 1891. Band XII. Berlin 1913. S. LIX).

3. Eine äußerlich nicht erkennbare Infiltrierung lediglich mit magmatischem Quarz, nach Art des Aufsaugens eines Schwammes mit Wasser. Als Beispiele seien die „cuseilitartigen Tholeyite“ oder „Quarz-Tholeyite“ zwischen Niedermoschel und Dielkirchen im Alsenztale genannt. Diese Infiltrierung ist im Gegensatz zu den bisherigen Vorgängen offenbar erst zu einer Zeit erfolgt, als das infiltrierte Gestein schon vorgeschritten zersetzt, vielleicht durch postvulkanische Dämpfe hydratisiert war. Denn der Gasbläschen, feinste, zierlichste Apatitprismen, Erz- und Rutilkörnchen in sich schließende Quarz ist oft in hexagonalen Kristallen in dem zu Chlorit und Kalk zersetzten Augit des Tholeyits abgeformt. Eine Vorstellung von dieser Erscheinung gibt die nebenstehende Abbildung von einem Quarz-Tholeyit vom Reiserberg bei Schallodenbach, den ich in der ersten Zeit wegen seiner Quarzföhrung als Cuselit deutete, bis mir später die postvulkanische Rolle dieses Quarzes erst klar wurde. — Ein äußeres Anzeichen der Quarzinfiltrierung dieser Tholeyite ist lediglich eine hellere grünliche Färbung, nach Art von Cuseliten, die die Möglichkeit einer Verwechslung mit ihnen erleichtert.

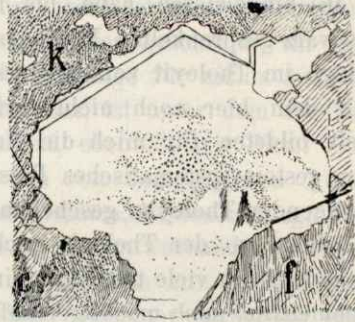


Abb. 4.
Kristallisierte Quarz als Infiltrierung
im Pseudo-Cuselit vom Reiserberg bei
Schallodenbach.

Dünnschliffbild $\left(\frac{52}{1}\right)$. Gewöhnl. Licht.
f = Feldspat. k = Kalzit. c = Chlorit.

4. Eine mehr oder mindervöllige Verquarzung des basischen Gesteines, das unterm Mikroskop nur manchmal noch erkannt werden kann. In diesem Falle sind die Feldspäte gelegentlich kaolinisiert. Hierher gehört der stellenweise ganz in einen eisenschüssigen Quarzit umgewandelte Cuselit des Potschberges in seiner tieferen Zone, der die schon erwähnten mächtigen Aplitgänge auf seiner Höhe föhrt, welche die Quarzitformation durchsetzen, also jünger als diese selbst sind. (Erläut. z. Bl. Kusel S. 76 und „Das quarzitisierte Eruptivgestein des Burgturmfelsens von Moschellandsberg“ a. a. O. 1913. S. 246.)

Hier taucht dieselbe Frage auf, wie sie auch für die Deutung des „Pfahls“ im Bayerischen Wald gilt, ob die mächtigen Quarzbildungen aus einer heißen Lösung oder einem Schmelzfluß kristallisiert sind. Die Beantwortung dieser Frage ist schwer, weil zwischen der hydatogenen und der magmatogenen Quarzausscheidung bekanntlich Übergänge vorhanden sind und weil völlig sichere Kriterien zur Unterscheidung bisher fehlen.

Der Quarz der Quarzdiabase.

Sehen wir uns nach Beispielen von Vermischungen stark basischer und stark saurer Eruptivgesteine im noch flüssigen Zustande in der Literatur um, so ist wohl eines der schönsten die durch G. S. COSTORPHINE bekannt gewordene Typenvermischung zwischen Quarzporphyr und Trapp (ophitischem Basalt) bei Bannan Head auf der schottischen Insel Arran. Das Mischgestein besteht nach dem Lehrer Costorphines E. WEINSCHEK, Grundzüge der Gesteinskunde, 1906, S. 72 „aus einer innigen Durchmischung der mikropegmatitischen Grundmasse des Quarzporphyrs mit dem ophitisch struierten Trapp, welche trotz der vollkommenen Vermengung ihre Individualität bewahrt haben. Die Erscheinung muß so gedeutet werden, daß der Quarzporphyr sich über den noch schmelzflüssigen Trapp ergossen hat, so daß an der

Berührungsstelle die Mischung beider stattfand...“ „Durch diese Mischung... ist aber nun kein normales intermediäres Gestein hervorgegangen, sondern ein im höchsten Maße anormales Mischgestein...“.

Dieselbe Erscheinung der Typenvermischung hätte m. E. stattfinden müssen, wenn, wie das ja denkbar ist, der flüssige Quarzporphyr den noch flüssigen Trapp durchbrochen hätte, oder wenn beide in größerer Tiefe zusammengetroffen wären.

Das schottische Mischgestein entspricht, worauf ich schon früher (a. a. O. 1910, S. 46) hingewiesen habe, bis in mikroskopische Einzelheiten verfolgbare den rot-schwarz-gesprenkelten Mischgesteinen, die sich am Auskeilenden der Rhenopalitgänge im Tholeyit von Niederkirchen durch Mischung des flüssigen Aplitmagma mit dem hier noch nicht verfestigten basischen Nebengestein einstellten. Lange Zeit bildeten für mich die Handstücke dieser Gesteine in der Gesteinssammlung ein gesteinsystematisches Rätsel. Was in der oberen Region des sich eben verfestigenden Tholeyits geschehen konnte, war ungleich leichter in der größeren Tiefe möglich, wo der Tholeyit noch mehr schmelzflüssig und in der das Aplitmagma noch nicht in viele tausend kleine Gänge zersplittert war, sondern als ein mächtiger Schmelzfluß auch mächtiger auf die Tholeyite einwirken und sie umgestalten konnte.

Ein größerer Quarz- oder Mikropegmatitgehalt in einem basischen Gestein ist immer eine höchst auffällige Sache und bisher nur gezwungen erklärbar gewesen. Wohl oder übel mußte man sich mit der Existenz von sogen. Quarzdiabasen in größerer Verbreitung abfinden. Hierher gehören die von dem Schweden TÖRNEBOHM¹⁾ zuerst nachgewiesenen Quarzdiabase im südlichen Schweden (Schonen), welche meistens als Gänge im Gneis auftreten, aber auch, so bei Tomarp und Konga klint, durch untersilurische Schichten setzen oder gar wie beim letzten Ort, als Lavadecken sich über Graptolithenschiefer ausbreiten. Dieser Quarzdiabas hat (R. ROSENBUSCH, Mikr. Physiogr. d. mass. Gesteine. IV. Aufl. S. 1265) eine recht erhebliche Verbreitung nicht nur in Schweden, sondern auch in Frankreich, Nordamerika, Vorderindien und Grönland. „Allenthalben ist das Charakteristische und zugleich Auffallende der oft große Reichtum an zierlichen granophyrischen Quarzfeldspataggregaten, wie man sonst gewohnt ist, sie nur in Granit- und Quarzporphyren zu beobachten.“ ROSENBUSCH stellt übrigens irrigerweise auch den schon geschilderten Quarzdolerit von Bennan Head zu diesen Gangdiabasen. Aus Deutschland zitiert ROSENBUSCH nur ein Vorkommen von Quarzdiabas, intrusiv im Devon bei Hartenrod.

Wenn ROSENBUSCH die granophyrischen Aggregate unzweifelhaft aus einem typisch basaltischen Magma bei sehr langsamer Verfestigung auskristallisieren läßt (S. 1267), so vermag ich ihm hierin nicht zu folgen. Nach den vorliegenden Beschreibungen handelt es sich offenbar um Fremdlinge, die aplitischen Ursprungs, in das noch flüssige Diabasmagma eindringen, ja vielleicht sogar sich, wie in der Rheinpfalz, in der Tiefe mit dem basischen Magma mischten. Wären die diabasischen Gemengteile mit den granophyrischen zusammen ausgeschieden worden, so würden manche Erscheinungen der Kontaktveränderung der Diabasminerale, wie die Umbildung von Augit in Hornblende an der Grenze zum granophyrischen Bestandteil nicht verständlich sein, die ich hingegen in den Rheinpfälzer Gesteinen bezeichnenderweise am Kontakt von Augiten mit Apliten bemerkt habe. Die Führung von Apatit-

¹⁾ A. E. TÖRNEBOHM, Über die wichtigeren Diabas- und Gabbrogesteine Schwedens. Jahrbuch f. Min. usw. 1877. S. 258.

nadeln im granophyrischen Gemenge oder im Quarz ist, wie ich noch zeigen werde, kein Beweis für die primäre Natur der sauren Bestandteile dieser Diabase. Aber auch von JAGGAR zitiert ROSENBUSCH eine Äußerung (S. 1268), die dieser Forscher über die granophyrischen Aggregate in Quarzdiabasen ausspricht: „We thus conclude, that granophyric intergrowth of quartz and felspar in a diabas is not necessarily evidence of the primary nature of this minerals“.

Als einen Anhaltspunkt für meine Ansicht möchte ich aber doch eine Mitteilung von TÜRNEBOHM¹⁾ bringen, in der er eigentümliche Gesteinsveränderungen an mit den Quarzdiabasen zusammen auftretenden Hyperiten beschreibt, im Anschluß an quarzerfüllte Spalten. Ich halte diese Quarzgänge für nichts anderes als Aplitgänge. Denn, genau wie in der Pfalz beobachtbar, ist unter dem Einfluß des Quarzanges der Augit in Hornblende umgewandelt, ebenfalls mit Biotit vergesellschaftet, und auch hier stellen sich, wie in den von dem gleichen Autor beschriebenen Quarzdiabasen, Aggregate von Quarz und frischem, farblosem Plagioklas ein, der sich merklich von dem, zumeist nur mehr in Resten vorhandenen Feldspat des Hyperits unterscheidet — ein Spiegelbild zu den von mir beobachteten Erscheinungen in der Pfalz. TÜRNEBOHM macht für diese Gesteinsveränderung eine Zufuhr von Kieselsäure als wesentlich verantwortlich.

Kehren wir nach dieser nicht belanglosen Parallele mit den Quarzdiabasen wieder in unsere Rheinpfalz zurück, so können wir diesen freilich kein Tholeyit-Aplit-Mischgestein, in welchem die Bestandteile beider Magmen säuberlich getrennt nebeneinander vorkommen, gegenüberstellen. Diese Mischbildungen haben hier geologisch keine große Bedeutung. Um so großartiger haben wir aber in dem Cuselit des Kiefernkopfs ein Beispiel einer magmatischen Vermischung offenbar in der Tiefe vor uns, wobei ich bisher als sich mischende Komponenten einen Augitkeratophyr (Cuselit) und einen Aplit (Rhenopalit) auffaßte. Meine Untersuchungen führten mich aber zu noch weitergehenden Annahmen.

Die Cuselite — Mischgesteine.

Aus besonderen Gründen möchte ich hier, gedrängter durch den Mangel an Raum, als ich vorhatte, den von mir seit Jahren gehegten, aber bisher noch nicht beweisbaren Gedanken näher ausführen, daß auch die Cuselite, mit denen man in den Lehrbüchern der Gesteinskunde bisher eigentlich nichts Rechtes anzufangen wußte, letzten Endes nichts anderes als Mischgesteine darstellen zwischen einem diabasischen und aplitischen Magma, deren innigste Vermischung zu einem neuen Gesteinstypus führte, welcher wie wir später sehen werden, kein Gegenüber in anderen Eruptivgesteinsprovinzen hat. Manche Eigentümlichkeiten dieser Gesteine, nicht nur ihre Quarzföhrung sondern auch ihre ganz unerklärliche Unfrische selbst in großer Tiefe gegenüber den oft so prächtig erhaltenen Tholeyiten ließe sich aus einer im gewissen Sinne autometamorphen Mineralverbindung erklären, die nicht normal zustande gekommen, sich wiederum zu zersetzen strebt. In der Tat läßt sich durch Mischung gleicher Anteile eines normaltholeyitischen und eines normalrhenopalitischen Gesteins ein Gestein erzeugt denken, das chemisch vollkommen einem Cuselit entspricht.

In der nachstehenden Tabelle mögen zum Nachweise dieser interessanten Tatsache angeführt sein: 1. die OSANN'schen Werte von S, A, C und F, sowie n aus

¹⁾ a. a. O. S. 384.

zehn Normaltholeyiten und das Mittel daraus, 2. dieselben Zahlen und ihr Durchschnitt von drei Normalapliten, 3. dieselben Wertzahlen und ihr Mittel in elf Cuseliten, 4. das Mittel der Durchschnittswerte von Normaltholeyiten und Normalapliten, welche die Werte für A, C und F für das gedachte Mischgestein sind, 5. die Nebeneinanderstellung dieser Werte und der Durchschnittswerte von Cuseliten, um ihre Übereinstimmung zu zeigen, und endlich 6. die OSANN'schen Stammgruppen und Projektionswerte für die in Betracht kommenden Gesteinstypen.

1. Normaltholeyite ¹⁾ von:	S	A	C	F	n
a) Niederkirchen (Sattelberg)	59,72	6,97	7,06	12,22	8,4
b) Niederkirchen	60,99	4,37	7,79	14,69	8,6
c) Rauschenmühle b. Ndkchn.	60,62	5,43	7,69	13,14	8,3
d) Relsberg	58,09	3,39	7,90	19,36	7,1
e) Relsberg	59,50	3,94	6,32	19,98	7,7
f) Kreimbach	64,34	4,33	8,58	16,04	6,9
g) Schmittweiler	62,74	5,73	6,31	13,18	7,4
h) Martinstein	61,17	4,60	5,84	17,95	7,7
i) Norheim	55,90	6,13	5,00	21,84	9,0
k) Schaumberg bei Tholey	54,92	4,11	6,70	23,46	7,1
	597,99	49,00	69,19	171,86	78,2

Demnach Mittelwert:

$$S = 59,80 \quad A = 4,9 \quad C = 6,92 \quad F = 17,19 \quad n = 7,8$$

2. Normalaplite ²⁾ von:	S	A	C	F	n
l) Niederkirchen (Sattelberg)	79,10	8,35	0,44	3,35	4,6
m) Niederkirchen (Sattelberg)	80,94	8,49	1,33	0,75	4,5
n) Potschberg	80,15	7,13	2,50	2,63	5,7
	240,19	23,97	4,27	6,73	14,8

Demnach Mittelwert:

$$S = 80,06 \quad A = 7,99 \quad C = 1,42 \quad F = 2,24 \quad n = 4,9.$$

3. Cuselite ³⁾ von:	S	A	C	F	n
o) Remigiusberg (1)	66,63	5,43	5,51	11,67	5,9
p) „ (2)	65,96	5,55	5,46	12,01	6,9
q) „ (3)	67,99	5,22	4,82	11,77	5,6
r) „ (4)	65,29	6,33	4,75	12,55	6,7
s) „Steinhübel“ bei Hoof	65,14	5,01	5,49	13,87	5,1
t) Theisbergstegen (Rem.-Berg)	66,00	7,38	2,74	13,71	6,5
u) „Herrnburg“ b. Oberstauenbach	70,73	7,48	2,62	9,45	6,7
v) „	67,46	9,02	2,12	10,27	8,4
w) „	68,13	9,35	0,96	10,50	8,9
x) „Schneidchen“ bei Erdesbach	70,19	7,77	3,17	7,93	7,1
y) Spiemont bei St. Wendel	65,45	5,55	7,43	8,59	7,4
	738,97	74,09	45,07	122,32	75,2

Demnach Mittelwert:

$$S = 67,18 \quad A = 6,73 \quad C = 4,10 \quad F = 11,12 \quad n = 6,8$$

¹⁾ Die Bauschanalysen der Gesteine a—f finden sich in den Erläuterungen zum Blatt Kusel 1:100 000 S. 10 u. 12, die Analyse zu g ist noch nicht veröffentlicht; die Analyse zu i ist bei H. LASPEYRES, Kreuznach und Dürkheim, Z. d. d. g. G. 1867. 19. Bd. S. 854 zu finden und in meinen Beiträgen usw. III. Die Eruptivgesteine im Gebiet des Blattes Donnersberg 1:100 000, Geogn. Jahresh. 1913. XXVI. Jahrg. S. 241 angeführt. Die Analyse k steht in den Erläuterungen zu Blatt Ottweiler der preuß. geol. Karte 1:25 000 S. 31.

²⁾ Die Bauschanalysen hierzu finden sich auf S. 31 der Erläut. zu Blatt Kusel 1:100 000.

³⁾ Die Bauschanalysen zu o—x finden sich a. a. O. 1910 S. 53; die Analyse zu y in Erläut. zu Blatt Ottweiler d. pr. geol. Karte 1:25 000, S. 27.

4. Summierung:	S	A	C	F	n
Normaltholeylit (Durchschnitt, vgl. 1.)	59,80	4,90	6,92	17,19	7,8
Normalaplit (Durchschnitt, vgl. 2.)	80,06	7,99	1,42	2,24	4,9
	139,86	12,89	8,34	19,43	12,7

Demnach Mittelwert aus beiden:

$$S = 69,93 \quad A = 6,45 \quad C = 4,17 \quad F = 9,72 \quad n = 6,3$$

5. Vergleich zwischen:	S	A	C	F	n
Cuselit (Durchschnitt, vgl. 3.)	67,18	6,73	4,10	11,12	6,8
und Theoretischem Mischgestein aus Tholeylit und Aplit (vgl. 4.)	69,93	6,45	4,17	9,72	6,3

Es ist ersichtlich, daß das theoretische Mischgestein aus einem Normaltholeylit und einem Normalaplit vollkommen mit einem Cuselit in Übereinstimmung zu bringen ist.

6. OSANN'sche Stammgruppen und Projektionswerte für:

	S	A	C	F	a	c	f	n
Tholeylite . . .	59,80	4,90	6,92	17,19	5	7	18	7,8
Rhenopalite . .	80,06	7,99	1,42	2,24	20,5	3,5	6	4,9
Mischgestein . .	69,93	6,45	4,17	9,72	9,5	6	14,5	6,3
Cuselite . . .	67,18	6,73	4,10	11,12	9	6	15	6,8

Die auf 30 umgerechneten Stammgruppen, nunmehrigen Projektionswerte a, c und f, lassen die Übereinstimmung zwischen dem errechneten Mischgestein und einem Cuselit noch besser erkennen, besonders wenn man die Dreiecksprojektion (S. 73) betrachtet.

Tholeylite und Rhenopalite sind normale Abkömmlinge von Tiefengesteinen, mit welchen sie im chemischen Bestand übereinstimmen. Sucht man auf Grund des petrochemischen Befundes nun nach den zu ihnen gehörigen Tiefenmagmen, so entspricht der durchschnittliche Tholeylit einem Gabbro etwa vom Typus Gröba nach OSANN, der Rhenopalit einem Granit vom Typus Big Timber Creek, während das Mischgestein und der Cuselit, wenn sie normale Gesteinsbildungen darstellten, auf ein granitdioritisches Muttergestein, vom Typus Mt. Stuart, bezogen werden könnten.¹⁾

Ich komme demnach für die Cuselite zu dem Schlusse, daß sie intratellurische Mischgesteine darstellen aus einem gabbroiden und einem granitisch-aplitischen Magma. Ohne Hinzutreten des letzteren wären sie als Tholeylite, also als diabasische Gesteine in die Schichten als Intrusivgesteine eingedrungen oder über diesen als Deckengesteine erstarrt. Noch während der Kristallisation dieser im wahren Sinne nicht normalen Gesteine und meist unmittelbar hernach wurden sie von aplitischen Nachschüben durchschwärmt. Nunmehr läßt sich auch am leichtesten in Einklang bringen, warum die Cuselite im wesentlichen nur in der Gegend des Königsberges vorkommen, gerade dort, wo die stärkste Durchschwärmung der Eruptiva mit Apliten beobachtet worden ist. Die mächtigsten Rhenopalitgänge treten auf der Höhe des Cuselits vom Potechberg auf und wieder ein Cuselit, der des benachbarten Kiefernkopfs, ist aufs prächtigste mit Aplitmagma schlierig durchtränkt und mit Gängen davon durchhäutert. Auch die Tatsache, daß im Niederkirchner Palatinit-(Tholeylit)-Massiv sich cuselitische Abspaltungen finden, daß gemeinsam mit Apliten ein Cuselitgang den Palatinit durchsetzt (a. a. O. 1906) läßt sich nun leicht in Über-

¹⁾ A. OSANN, Der chemische Faktor in einer natürlichen Klassifikation der Eruptivgesteine. I. Abhandl. d. Heidelberger Ak. d. Wiss. 1919. 8. Abhandlung.

einstimmung mit meiner Vorstellung bringen; sie sind örtliche und der Lage nach höhere Mischbildungen zwischen Apliten und Tholeyiten von derselben Art wie sie die aus einer viel tieferen Vermischung heraus entstandenen Cuselite darstellen.

Die merkwürdige Erscheinung, welche K. A. LOSSEN von dem Intrusivlager-Cuselit von Herchweiler-Pfeffelbach erwähnt, wonach dieses Gestein in der Mitte als Tholeyit entwickelt ist, neben dem auch kali- und natronreiche Gesteinsausbildungen (Augitsyenitporphyr genannt) nicht fehlen und die er als Folge ungleichartiger Erstarrung deutet, wird nunmehr ebenfalls verständlicher. Das ursprüngliche Gestein war in der Tiefe gabbroider Natur und wäre als reines Tholeyit-intrusivmagma in die Schichten eingedrungen, wenn es nicht noch in der Tiefe, mit aplitischem Material gemischt, teilweise zu einem Cuselit umgewandelt worden wäre, der nun mit dem Tholeyit zusammen in die Schichten als Intrusivkörper eindrang. Daß sich in dem tholeyitischen Anteil des Lagers auch noch aplitische Ausscheidungen finden, habe ich schon a. a. O. 1910. S. 46 Anm. 2 erwähnt.

So würde die von mir angenommene Erscheinung der Magmenvermischung in der Tiefe den Weg angeben, der, von mir schon immer gesucht, von den Cuseliten zu den Tholeyiten führt. Der Führer auf diesem Wege ist das an der Erdoberfläche sich so unscheinbar äußernde Aplitmagma. Daß das entstandene Mischgestein keratophyrischen Charakter hat, tut hierbei nichts zur Sache, wie denn die Keratophyre ihre eigenartige Stellung immer mehr und mehr verlieren und zu Abspaltungen aus Kalkalkalitiefengesteinen werden.

Es wäre freilich ein großer Irrtum anzunehmen, daß die Magmenvermischung in der Tiefe stets zu gleichen Teilen stattgefunden hätte. Nur da, wo diese Vermischung vielleicht zufällig in dieser Art sich vollzogen hat, bildete sich der Typus „Cuselit“ heraus, wo aber das aplitische Material an Menge hinter dem gabbroiden bzw. diabasischen zurückblieb, entstand wohl ein Gestein von der Art der schon erwähnten Quarztholeyite des Alsenztales. Alle möglichen Übergänge sind somit zwischen Tholeyiten und Cuseliten denkbar und da diese nicht selten ein diabasischkörniges oder divergentstrahliges, der ophitischen Diabasstruktur angenähertes Feingefüge besitzen, so ist die sichere Entscheidung, ob man es mit einem quarzdurchtränkten Tholeyit oder schon mit einem Cuselit zu tun hat, auch heute noch nicht leicht, manchmal vielleicht ohne Kenntnis der geologischen Verhältnisse gar nicht möglich.

Mischgesteine in größerer Verbreitung, in denen der aplitische Bestand über den tholeyitischen herrscht, sind mir nicht bekannt geworden, wenn ich von den nicht sicher als eruptiv zu deutenden Verquarzungen besonders des Cuselits vom Potechberg absehe. An Aplitgängen sind im Kleinen derartige Bildungen jedoch nicht selten zu studieren.

Drückt sich im intrusiven Gesteinskörper der nicht normale Mineralbestand der Cuselite schon durch ihre große Unfrische aus, so verwischt sich dieser vollkommen da, wo dieses Mischmagma zum oberflächlichen Erguß kam. Die Effusivformen der Cuselite sind typische andesitische Porphyrite mit mehr oder minder keratophyrischem Charakter, wie schon H. ROSENBUSCH erkannte. Auch sie sind durch Zwischenformen, von welchen eine beim Martinsteiner Gestein beschrieben worden ist, mit den Effusivformen der Tholeyite, den basaltischen Melaphyren, verbunden.

Aber die porphyritischen Lavabildungen haben nicht nur nach den Melaphyren hin ihre Verbindungsglieder, auch mit den stockartig auftretenden Porphyren sind sie über dem Porphyrit des Lembergs hinweg strukturell und chemisch verbunden.

Ich habe in meiner Arbeit über die Cuselite des Übergangs vom Cuselit zum Quarzbiotitporphyrit des Lembergs, im Gestein vom „Schneidchen“ bei Erdesbach, Erwähnung getan — nunmehr ist der Kreis geschlossen, die innige Verwandtschaft sämtlicher basischer und saurer Gesteine miteinander aus der großen Fülle der verwirrenden Erscheinungen herausgeschält. Der Weg bis zu dieser Erkenntnis war ein weiter, reich an Irrgängen und beschwerlich. Was ich vor 16 Jahren zu Beginn meiner Untersuchungen der Eruptiva der Rheinpfalz (a. a. O. 1906 S. 6 Anm. 1) in der „ist“-Form sagte, kann ich mit Fug und Recht als vergangen sagen: „Oft war es schwierig, zu erkennen, ob bei einem vorliegenden Mischtypus eines Gesteins es sich um einen normalen, durch die natürlichen Verwandtschaftsverhältnisse bedingten Übergang zwischen zwei Gesteinen handelte, oder ob nur eine im Schmelzfluß stattgehabte mechanische Vermengung zweier nicht zunächst (oder überhaupt nicht) verwandter Gesteinsdifferentierungen vorlag.“

Cuselite in der Lausitz?

Mit der Verarbeitung der einschlägigen Literatur begriffen, die im Kriege, während meiner Abwesenheit im Felde, erschienen ist, stoße ich auf eine Arbeit von P. J. BEGER, „Beiträge zur Kenntnis der Kalkalkalireihe der Lamprophyre im Gebiet des Lausitzer Granitlakkolithen“, Neues Jahrb. f. Min. usw. 40. Beil.-Bd., 1916, S. 583 ff., der zu meiner Überraschung den Typus der Cuselite, in Verbindung mit Kersantiten, als Ganggefölgenschaft des Granits aufgefunden zu haben angibt und mit Analysen belegt. So sehr ich erfreut wäre, dem mir wohl vertrauten Gesteinstypus auch anderswo, wenigstens in der Literatur, zu begegnen, kann ich mich der BEGER'schen Annahme weder aus der Gesteinsbeschreibung und den Abbildungen, noch aus dem chemischen Befund heraus anschließen. Seine Cuselite führen den Namen zu Unrecht: ich halte sie, kurz gesagt, für postvulkanisch quarzinjizierte diabasartige Gesteine, die mit den von mir beschriebenen Quarztholeyiten des Alsenztales in der Rheinpfalz übereinstimmen.

Aus der Arbeit BEGERS ist nicht mit Sicherheit zu entnehmen, welche authentischen Gesteine und Dünnschliffe von Pfälzer Cuseliten ihm zum Vergleich dienten. Der große Unterschied in der Ausbildung der Lausitzer Gesteine von der der pfälzischen Cuselite ist ihm aber nicht entgangen. Er schreibt: „Infolge ihres mittleren Kornes gleichen die Lausitzer Cuselite zwar keineswegs solchen wie vom Remigiusberge bei St. Wendel (soll heißen »bei Kusel«, Anm. d. V.), infolge ihrer Armut an Augit bei verhältnismäßig reichlichem Vorhandensein von primärer Hornblende und primärem Glimmer auch nicht denen des Spiemonts, dafür stehen sie aber dem Kersantit weit näher als jene, trotz ihres durchaus abweichenden Habitus“ (S. 600). Von den Kersantiten unterscheidet sie vor allem die Armut an femischen Bestandteilen. „Häufig sind überaus zarte, myrmekitische Verwachsungen von Feldspat — meist Plagioklas — und Quarz. Sie füllen die Zwickel zwischen den sperrig gestellten Feldspäten und enden oft ohne Grenze im freien Quarz. Dieser ist verhältnismäßig reichlich und bemerkenswerterweise gar nicht selten idiomorph... Er führt als Einschlüsse viel Apatit, wodurch seine primäre Natur erwiesen ist. Die sperrig gestellten Plagioklasleisten mit der reichlichen Zwickelfüllmasse von Myrmekit und freiem, bisweilen sogar idiomorphem Quarz bieten im Verein mit der Armut an dunklen Gemengteilen und deren Besonderheiten ein so kersantitfremdes Bild, daß man an eine Verwandtschaft beider Gesteine kaum denken würde ohne Kenntnis der reihenhaften Übergänge“ (S. 602—603).

Da nun BEGER selbst die Unterschiede zwischen den Lausitzer Gesteinen und den Cuseliten der Pfalz treffend hervorhebt, muß man sich fragen, wie er zu der Bezeichnung „Cuselit“ für seine Gesteine kommen konnte. Die Antwort lautet: Ihre anscheinend primäre Führung von Quarz, der auch den Pfälzer Gesteinen eigen ist, von Myrmekit (der in diesen als gesteins-eigen aber bisher noch nicht beobachtet worden ist) und ihre enge Verbindung mit Kersantiten, wodurch sie sich trotz ihres von diesen durchaus abweichenden Aussehens als solche erweisen.

Die ganze Strukturbeschreibung der Lausitzer Cuselite läßt sich fast wörtlich auf die von mir (a. a. O. 1913, S. 241) beschriebenen quarzführenden Tholeyite des Alsenztales bzw. auf aplitdurchtränkte Tholeyite anwenden. Genau wie BEGER beschrieben und sehr lehrreich abgebildet hat, füllt der Quarz in den eben genannten Pfälzer Gesteinen nicht selten idiomorph und mit Apatitnadeln erfüllt die Zwickel der sperrig gestellten Plagioklase aus (Abb. 4 S. 65), ein Gestein erzeugend, das BEGER strukturell ohne weiteres zu seinen „Cuseliten“ rechnen würde. Bei den Alsenzer Pseudocuseliten handelt es sich um eine äußerlich in keinerlei Anzeichen sich ver-ratende postvulkanische Injektion vorwiegend mit Quarz in den in seinem Augitbestandteil schon vorgeschritten zersetzten Tholeyit hinein; trotz seines Apatit-reichtums ist der Quarz demnach nicht als primär, d. h. als gesteins-eigen anzusprechen.

Ich bin der festen Überzeugung, daß es sich bei den Lausitzer „Cuseliten“ nur um Pseudocuselite handelt, Kobolden in der Gesteinswelt, die auch mich seinerzeit bei der Bestimmung weidlich neckten. Ich halte die BEGER'schen Cuselite für ehemalige Diabase, den Alsenztholeyiten entsprechend, die einer äußerlich nicht erkennbaren Injektion mit Quarz unterlagen, vielleicht zu einer früheren Zeit als bei den entsprechenden Gesteinen der Pfalz. In dieser Ansicht bestärkt mich die BEGER'sche Notiz (S. 639—640). „Der Cuselit steht der femischen Reihe (erg. »der Kersantite«) als salisches Glied gegenüber. Er gleicht darin den Plagiapliten (plagioklasreichen Apliten, Anm. d. V.), mit denen er auch große Ähnlichkeit in der Mikrostruktur hat.... Gleichwohl ist er keineswegs den Plagiapliten gleichzusetzen.... Vor allem ist an mehreren Orten zu beobachten, daß Plagiaplite den Cuseliten als jüngere Nachschübe folgen können....“ Es ist zu bedauern, daß uns BEGER nicht über die Mikrostruktur von aplitdurchäderten „Cuseliten“ berichtet; ich glaube, er wäre bei der sehr großen Genauigkeit seiner Untersuchungen vielleicht doch zu Schlußfolgerungen gelangt, die sich meinen Ergebnissen bei der Untersuchung der Pfälzer Cuselite und Pseudocuselite wohl angenähert hätten.

Ziehen wir nun zum Schluß noch die chemischen Analysen von zwei Lausitzer „Cuseliten“ zur Beweisführung meines Gedankens heran (BEGER, S. 650), die ich nach der OSANN'schen Methode umgerechnet habe, so finden wir für:

	S	A	C	F	a	c	f	n
„Cuselit“, Mannsberg ¹⁾	60,36	5,48	5,42	17,66	6	6	18	7,0
Desgleichen	60,24	5,37	5,76	17,46	6	6	18	7,3
„Cuselit“, Dürrhemmersdorf	54,82	2,42	7,40	25,43	2	6	22	8,8

Es handelt sich hier offenbar um zwei sehr verschiedenartige Gesteine, die ohne weiteres nicht miteinander in Zusammenhang zu bringen sind. Scheiden wir das mit anderen Gesteinen schwer zu vergleichende Gestein von Dürrhemmersdorf aus und stellen wir nur die Mittelwerte der beiden sehr gut übereinstimmenden

¹⁾ Bei Steinigt-Wolmsdorf (Sekt. Schirgiswalde, Sachsen).

Zahlen für das Gestein vom Mannsberg bei Steinigt neben die eines durchschnittlichen Tholeyits aus der Pfalz!

	S	A	C	F	a	c	f	n
„Cuselit“, Mannsberg . . .	60,80	5,43	5,59	17,56	6	6	18	7,2
Tholeyitdurchschnitt . . .	59,80	4,90	6,92	17,19	5	7	18	7,8

Wie bei den Pfälzer quarzinjizierten Tholeyiten kommt auch beim Mannsberger Gestein der relative Quarzreichtum nicht so zum Ausdruck als man nach dem mikroskopischen Bild vielleicht annehmen möchte. Im übrigen ist die Übereinstimmung der Werte mit denen eines Pfälzer Tholeyits so augenfällig, daß ich sie als Schlußstein zu meinen Ausführungen hierher gesetzt haben möchte.

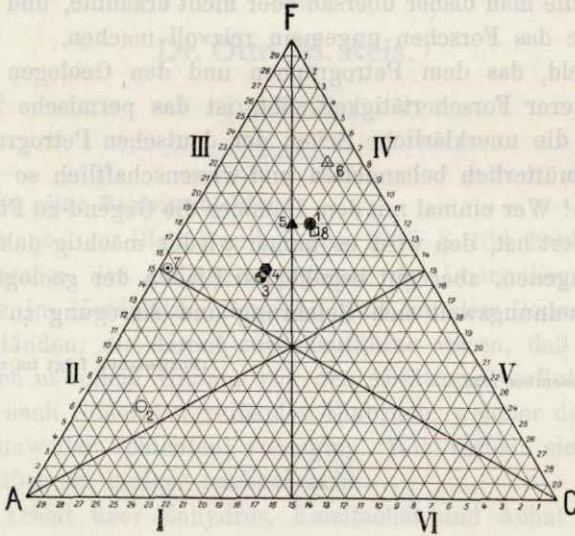


Abb. 5.

Darstellung der OSANN'schen Projektionswerte für Tholeyite (1), Rhenopalite (2), für das theoretische Mischgestein aus beiden (3), für Cuselite (4), (1—4, vgl. S. 69), für den „Cuselit“ von Mannsberg (5), den „Cuselit“ von Dürrhemmersdorf (6), (5 u. 6, vgl. S. 72), für den blasigen Aplit von Martinstein (7, vgl. S. 62) und den Martinsteiner Palatinit (8, vgl. S. 62).

Die Projektionsorte der Gesteine verteilen sich folgerichtig auf die drei Sektoren II, III und IV. Die alkalienreichen Aplitte haben ihren Ort im Sektor II, A angenähert, die basischen eisenoxydulreichen (F!) Tholeyite projizieren sich im Sektor II (mit dem Projektionsorte fällt fast der des Martinsteiner Tholeyits (8) zusammen) und die zwischen beiden stehenden Cuselite (4) und das mit diesen im Projektionsort fast zusammenfallende Mischgestein (3) nehmen ihre Orte im Sektor II (Mittlerer Gehalt an Alkalien, Kalkoxyd und Eisenoxydul) ein. Daß die Lausitzer „Cuselite“ nicht dem Typus der Rheinpfälzer gleichnamigen Gesteine entsprechen, ist aus den Projektionsorten 5 und 6 ohne weiteres ersichtlich. — Die abseitige, durch Kalkmangel, aber verhältnismäßigen Eisenoxydulreichtum bewirkte Stellung des blasigen Aplites von Martinstein (7) in der Dreiecksprojektion ist beachtenswert.

Schlußwort.

In meiner schon öfters herangezogenen Arbeit über die Cuselite (1910) glaubte ich sie in ihrer Eigenschaft als Kersantite endgültig begraben zu haben. In der vierten Auflage von H. ROSENBUSCHS „Elemente der Gesteinslehre“, Stuttgart 1922, feiern sie jedoch wieder eine fröhliche Urständ. Prof. Dr. A. OSANN, der neue Bearbeiter, hat die alte ROSENBUSCH'sche Fassung der Cuselite als Kersantite fast wörtlich in die neue Auflage übernommen (S. 330). Meine Arbeit über die Cuselite, der OSANN zwei Cuselitanalysen entnahm, konnte ihn offenbar zu einer Änderung der bisherigen Ansicht nicht bewegen, zumal aus der Lausitz aufs neue der Kersantitcharakter der Cuselite betont wurde, von welchen OSANN eine der oben erwähnten Analysen bringt. Daß sie zu Unrecht als Analyse eines Cuselits dort

steht, genau so wie die des Winterbacher Mischgesteins, darauf und auf die Folgerungen für den Begriff der Cuselite überhaupt brauche ich den von mir verehrten Meister nun nicht mehr hinzuweisen.

Immer mehr und mehr entledigt sich die Petrographie der Eruptivgesteine der Fesseln einer starren Systematik. Alles ist hier so im Fluß, teils bewirkt durch die Umstände der Kristallisation aus dem Schmelzfluß, teils durch nachträgliche Vorgänge, daß es nachgerade unmöglich geworden ist, eruptivpetrographische Untersuchungen nach einzelnen Dünnschliffen, selbst reichlichen Handstücken, vorzunehmen, wenn nicht zu gleicher Zeit das geologische Vorkommen der Gesteine genauestens berücksichtigt wird. Damit weitet sich der Gesichtskreis, Beziehungen werden offenbar, die man bisher übersah oder nicht erkannte, und Ausblicke werden geschaffen, welche das Forschen ungemein reizvoll machen.

Und ein Feld, das dem Petrographen und den Geologen noch reiche Gelegenheit zu weiterer Forschertätigkeit gibt, ist das permische Eruptivgebiet der Rheinpfalz. Möge die unerklärliche Scheu der deutschen Petrographen vor diesem bisher recht stiefmütterlich behandelten und wissenschaftlich so reizvollen Gebiete endlich schwinden! Wer einmal mit dem Hammer die Gegend zu Füßen des Donnersberges durchwandert hat, den wird es immer wieder mächtig dahin ziehen, um auf den viel verschlungenen, aber gut begehbaren Pfaden der geologischen und petrographischen Erscheinungswelt sich Belehrung und Anregung zu holen.

(Fortsetzung folgt im nächsten Jahreshefte.)

Eingereicht 1. Dezember 1922.



Das oberrotliegende Grenzlager im Haardtgebirge, seine Stellung und seine Einschlüsse.

Von

Dr. Otto M. Reis.¹⁾

(Mit 1 Tafel.)

Das Grenzlager und seine Begleitschichten.

In Erläuterungen zu Blatt Zweibrücken 1903 S. 134 habe ich die Ansicht geäußert, daß zwischen der Auflagerungsgrenze des Oberrotliegenden im Haardtgebiete und jener im Nordpfälzer Bergland und um den Donnersberg erhebliche Unterschiede beständen, die darauf zurückzuführen wären, daß das Ablagerungsbecken nicht gleich in vollem Umfang von den Absätzen überflutet wurde, sondern erst nach einem nach Süden vorgreifenden Einbruch, welcher dem Mittleren Oberrotliegenden (Winnweiler Schichten) voranging. Wie verhält sich nun hierzu das Grenzlager? Darüber sei einiges nachgebracht.

In meiner Arbeit über Enhydros, Kalzitachat und Achat (Geognost. Jahreshfte 1916—18) stammt die gesamte Feldbeobachtung, welche für die Behandlung der ganzen Achatfrage ausgänglich und grundlegend war, zum größten Teil aus der Nordpfalz (Nahetalmulde-Südflügel und Donnersbergmulde-Nordflügel) unter Heranziehung von Beobachtungen und zahlreichen Sammlungsstücken aus dem rheinischen Nordflügel der Nahetalmulde (besonders Oberstein). Der Südflügel der erweiterten Donnersbergmulde, die Haardtmulde, wurde nur in einzelnen Sammlungsstücken (1917/18 S. 195 u. 279) berücksichtigt; auch hierüber sollen Lücken ausgefüllt werden.

Die im Norden nicht wenig mächtigen Hochsteiner Schichten über den Oberen Lebacher und Olsbrücker Schichten und unter dem eigentlichen Grenzlager, an welches dort noch ein höheres Lager mit mächtigen Sedimenten im Liegenden, das Hochsteiner Porphyritlager, sich anschließt, fehlen im Süden der Pfalz in eigentlichem Sinn; wir haben hier ein Grenzlager, das von Konglomeraten überdeckt ist, welche denen der Winnweiler Schichten entsprechen, den oberen mächtigen Porphyirkonglomeraten, bei Duchroth-Talböckelheim den mächtigen Porphyritkonglomeraten. Diese Grenzlagerströme²⁾ legen sich unmittelbar an den einzelnen Stellen der Entblößung ihrer unteren Grenzfläche auf das Grundgebirge bei Albersweiler

¹⁾ In dieser Abhandlung sind mehrere Analysen von Dr. Ad. SPENGLER und Dr. U. SPRINGER angeführt.

²⁾ Vgl. A. LEPPLE, Über das Grundgebirge der pfälzischen Nordvogesen (Haardtgebirge) in Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. Bd. XLIV, Heft 3.

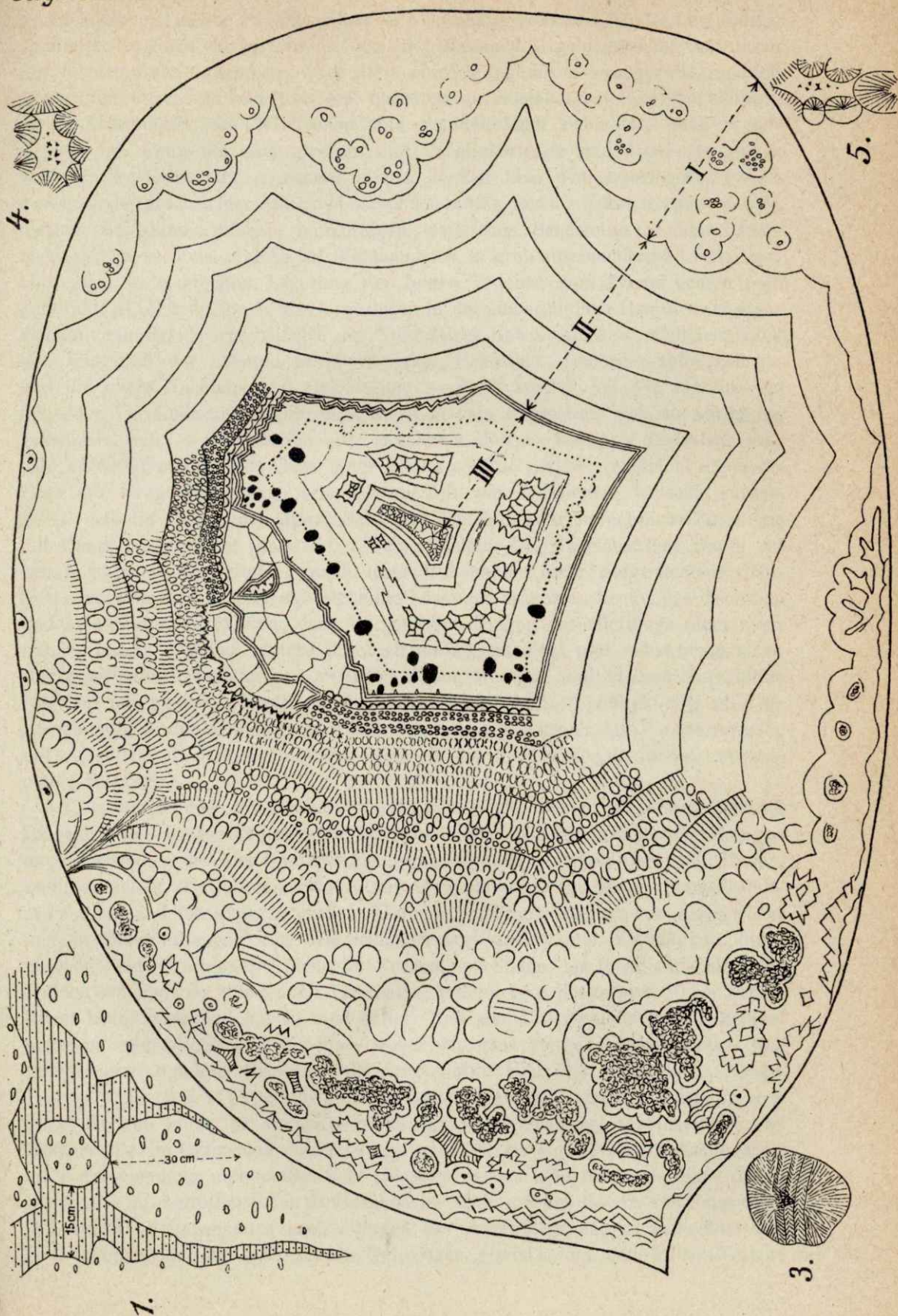
und bei Waldhambach; A. LEPLA erwähnt hier eine lockere zum Teil von Magma eingeschlossene Arkose an der Sohle des Ergusses. An anderen Stellen beweisen ganz besonders auffällige Geröllagen aus Grenzmelaphyrgesteinen die ausgiebige Zerstörung von Teilen solcher Lavaströme, ihrer Unterlagen mit Gneis, Granit und altzeitlichen Schiefen und Grauwacken, und die Umlagerung der Zerstörungsschutte. Die alterdzeitlichen Gesteinsrippen im Untergrund des Rotliegenden treten am Haardttrand nicht so sehr wegen der tieferen Entblößung durch die Rheintalspalten zu Tage, sondern besonders infolge der mit dem westnordwestlichen Einfallen des südlichen Muldenflügels der Trias und dem südwestlichen Einfallen der Muldenachse notwendig verbundenen Emporhebung. Bemerkenswert ist das auf diesem Muldenflügel gelegene Auftreten des Zechsteins; es darf seine Verbreitung annähernd dem Verlauf des Bodens der damaligen marinen Bucht entsprechend als das Auslaufen des Muldentiefsten (Synklinale) zwischen Odenwald und Schwarzwald zur Zechsteinzeit betrachtet werden, welches in nachtriadischer Zeit beträchtlich nach Süden verlegt wurde. In der gleichen Gegend der Zechsteinverbreitung liegt auch an der Grundfläche des Oberrotliegenden die Verbreitung des Grenzmelaphyrs; von diesem wissen wir aus dem Norden der Pfalz, daß er in den Beckentiefen aufstieg und sich in und neben der Muldenachse ablagerte.

Wir haben bei Albersweiler auch die größte Mächtigkeit des Oberrotliegenden von Norden und Süden her am Haardttrand, also die größten Tiefenausfüllungen (vgl. A. LEPLA, Geogn. Jahresh. 1888 S. 45 oben, S. 60); da keine Verwitterungsschicht hier unter dem Grenzmelaphyr erkenntlich ist, so dürfte die Gegend vorher eine hochgelegene Abtragungsfläche gewesen sein, welche tektonisch eingebrochen ist. Es muß auch hier das eingetreten sein, was wir im Norden der Pfalz als die Ursache der mittleren Gewölbeerhebung mit zwei angelagerten Schichtenmulden in den Karbon- und Permkarbonschichten angesehen haben, welches dort auch die Ursache der Gewölbedurchstockung mit Eruptivgesteinen und der Ergüsse in den Permkarbonmulden war. Im Süden der Pfalz haben wir Karbon und Unterrotliegendes nicht; wir können daher nur von einem Einbruch des Grundgebirges selbst reden und von Porphyriteffusionen in den Einbruchsenken, welche aus den durchbrochenen Graniten und Gneisen, die an Festigkeit gegenüber der Zeit des Durchbruchs der Kersantite gegen oben etwas verloren haben, recht viel grobe Quarzkörner an die Porphyrite abgegeben haben.

Ein großer Teil der Schuttmassen des südlich der neu entstandenen Donnersbergmulde gelegenen schmalen älteren Landgebiets — auch der südlich von Neustadt am Haardttrand zu Tage tretende Strich — hat in Süd-Nord nach dieser Mulde durch Abgabe von Granit-Porphyr-Abfall die Soeterner bzw. Hochsteiner Schichten bilden helfen.¹⁾

Am Abschluß dieser Soeterner Schichten haben wir im Nordpfälzer Bergland eine sehr starke tektonische Änderung mit einer steileren Aufrichtung der jungen Gewölbeflanken, welche die zu Tage tretenden Teile der Lavadurchstockungen und auch die letzten Oberflächenströme einer rasch wirkenden Uferbrandungszerstörung aussetzte; diese ist zunächst noch den Folgen der Ausgleichungs-Wasserwirkungen nach den entstandenen Oberflächenveränderungen zu verdanken und wurde unterstützt durch die

¹⁾ Der bei Bad Dürkheim erbohrte Porphyrit (vgl. Ber. d. Oberrh. Geol. Vereins 1910 S. 42 bis 43 Fig. 12) gehört offenbar noch zur Donnersbergmulde des Oberrotliegenden; das im Basalttuff von Forst gefundene Oberrotliegendegestein scheint aus dem Transgressionsgebiet dieser Schichten über der Effusivgrenze dieser Mulde zu stammen.



wirklich jetzt erst richtig zu Ende gehenden Abkühlungszerklüftungen der Lavaströme. Ähnliche Vorgänge dürfen wir in den südpfälzischen Urgebirgssenken mit ihren Porphyritergüssen annehmen; auch diese wurden tektonisch bewegt und randlich angegriffen durch die hier jetzt erst nachweisbar entstehenden Rotliegendabsätze, deren Abteilungen, die Winnweiler und Standenbühler Schichten, auch in der Gegend von Annweiler nachzuweisen sind. Möglicherweise sind dabei die ersten, vielleicht wenig mächtigen Absätze in den Senken über den Grenzlagern, welche man noch den Hochsteiner Schichten zurechnen müßte, rasch zerstört worden; es sind hierher die glimmerreichen, feinkörnigen, weißlichen Sandsteine in dem Grenzmelaphyr zu rechnen, welche bei Waldhambach in grob auseinandergerissenen Zerklüftungen in wagrechter Lagerung der feinen Teilchen zum Absatz kamen (vgl. Tafelfigur 1). Wir dürfen so das Grenzlager in der südwestlichen Haardt wenigstens dem unteren Grenzporphyritlager der Nordpfälzer Gewölbeflanken, vielleicht auch mit Einschluß der höheren Porphyrite (vgl. Hochstein, Duchroth-Talböckelheim und die obere Nahetalmulde) gleichstellen — diese können bei der randlich erfolgenden Verminderung des Stromlagers auch vom Hangenden her zur Abtragung gekommen sein. — Wir dürfen aber annehmen, daß sie bei ihrer Tiefenlage sehr bald entweder unter Wasser bzw. unter dessen Absätze gerieten (vielleicht schon infolge der Eruptionsvorgänge selbst), zum Teil von Sedimenten bedeckt wurden, welche wie die Absätze der älteren Soeterner Schichten sehr beträchtliche Zuschüsse mit Quarz und Feldspat von weiter her erhielten. Die Magmenströme waren daher nicht in vollem Umfang nach ihrer Ruhenahme einer tiefgreifenden Oberflächenverwitterung ausgesetzt, welche die Lösungen ergänzte, die zu den Zeolithen und Achatbildungen führten; dazu ist vor allen Dingen das allerdings nicht mehr frische Gestein, welches letztere führt, zu massig, zu dicht und selbst heute allzuwenig zerklüftet; Beziehungen zwischen Blasenfüllungen und kleinen Zerrklüften bestehen nur ganz vereinzelt und sind nicht unzweideutig; endlich tritt hier die Erscheinung in den Konglomeraten auf, wie in der Nordpfalz, daß Porphyritgerölle mit vollentwickelten Blasenfüllungen schon in den tiefsten Konglomeraten auftreten (vgl. z. B. S. 96).

Die Entstehung der Blasenfüllungen gehört also schon der ersten Zeit der Diagenese der Lavaströme an. Wir konnten in dem Kirchmohrer Porphyritkonglomerat feststellen, daß hier Quarzpseudomorphosen nach Aragonit, Baryt und Blasenzeolithen schon als Gerölleinschlüsse auftreten; derartige Chalzedon-Quarz-Pseudomorphosen fand ich auch in großen Klumpen im Grenzmelaphyr von Albersweiler und in Blasenfüllungen von Waldhambach (vgl. unten). Die Verhältnisse, unter welchen beide Grenzlagerbereiche im Norden und Süden der in älterer Zeit beide Mulden voneinander trennenden Landbarre, welche eine Breite von 20 km gehabt haben kann, gestanden haben, sind daher, trotz der Unterschiede in der Reihenfolge, im wesentlichen die gleichen, wobei wir ganz von den Karbonatpat- und Quarz-Amethystgängen absehen wollen (vgl. „Mineralien der Rheinpfalz“, Geogn. Jahresh. 1918/19 S. 171), welche mit den letzteren Achatfüllungen gleichzeitig sind. Baryt ist nun auch für die „Mineralien der Rheinpfalz“ bei Waldhambach und Münchweiler im Grenzlager nachgewiesen und darf als wohl postvulkanische, thermale Ausscheidung nicht außer acht gelassen werden. Der Nachweis eines Barytgängchens in oberrotliegenden Sandsteinen im Schlottuff des Basalts von Forst zeigt, daß Mineralisierungen auch noch während des Oberrotliegenden so nahe über dem Grundgebirge auf die tiefliegenden Grenzlager gewirkt und den Mineralbestand

der Ergußgesteine verändert haben können, daß nicht das heutige wechselnd ungünstige Aussehen des Gefüges des Porphyrits ganz der — wenn sie überhaupt vorhanden war — doch nur sehr kurz andauernden Oberflächenverwitterung zugeschrieben werden müssen (S. 80, IV. Abs.).

Es scheinen auch, wie ich bei Talböckelheim-Duchrot und Wendelsheim nachwies, mehrere Eruptionsdecken übereinandergesetzt zu sein; in einem Bruch O. von Münchweiler liegen offenbar zwei Ströme übereinander, deren Deutung als Hauptströme naheliegt. Im Waldhambacher Tal ist in einem neueren Aufschluß unten ein blasenreiches Lager mit großen Blasen zu sehen, welche eine großwulstige unregelmäßige Oberfläche hat; über dieser folgt wieder ein dichteres, blasenärmeres Gestein, welches oben klein- und längs verzogen-plattblasig ist; die Blasen sind hier bis zum Verschwinden zusammengedrückt d. h. stark abgekühlt und hatten den größten Teil der Spannung verloren. Neben der Abkühlung des Magmas, welche eine starke Blasenbildung bzw. ihre Erhaltung im Gestein mit sich bringt, ist an dieser Oberflächengrenze doch die eigentliche Entgasung nach außen noch ziemlich gehemmt durch einen Druck von oben bei noch stattfindender Beweglichkeit der Stromkruste; ich bemerke, daß diese Tatsache, die auch im Norden der Pfalz beobachtet ist, auch von A. LEPLA (Deutsch. geol. Ges. 1892 S. 419—420) am Dach des Gesamtstroms von Waldhambach erwähnt und mit den Ergußgesteinen des Saar-Nahe-Gebiets verglichen wird. Ich denke mir diese Belastung durch eine Wassersäule hervorgebracht; bei so dünnen Blasenwänden und so massenhaften Blasen und der nachzuweisenden Tatsache der bestehenden Beweglichkeit des Ganzen müssen an der Obergrenze des Stroms nicht geringe Druckwirkungen geherrscht haben, die auch an der Untergrenze der Ströme herrschten, durch die Belastung des Stromes selbst dargestellt sind. Wenn daher mehrere Ströme auch in dem Haardtgebiet übereinander gefolgt sind und auch hier die Wahrscheinlichkeit einer beträchtlichen Wasserbedeckung besteht, so ist auch die Schlußfolgerung berechtigt, daß sich die Magmen mehr unter der Nachwirkung der Effusion selbst, dem Einfluß von Magmenachschüben und ihrer Wiedererwärmung und allen sogen. postvulkanischen Folgen für den Mineralbestand und -zustand befanden, als unter den Folgen einer langandauernden unmittelbar subaerischen Verwitterung;¹⁾ hiezu sei auf S. 96 verwiesen.

Auffällig ist, daß ein großer Teil der Grenzlagerbegleitmineralien und -gesteine der Winnweiler Schichten der Nordbecken im Haardtbecken fehlen (Hygrophilit) oder höchst unbedeutend sind; von den Tonsteinen findet sich nur eine gar nicht typische und sehr geringfügige Lage im Hangenden der Konglomerate bei Albersweiler; solche Tonsteine enthalten zwischen Winnweiler und Heiligenmoschel zahlreiche und wohlerhaltene Pflanzenreste, zum Teil auf steinige Trockeninseln von Porphyr, zum Teil auf Sumpfbiete hinweisend.

Dolomitische Sandsteine sind in der Südostpfalz in der überlagernden Sandstein- und Schiefertondeckung häufig, die in den Standenbühler Schichten aber fehlen; in der Albersweiler Konglomeratdeckung (Winnweiler Schichten), woselbst in der Nordpfalz auffallende graue Kalk-, Dolomit- und Jaspisbänke auftreten, sind solche W. von Hainfeld (Rotzberg) nur in wenigen schwachen und kurzen Schmitzchen von Jaspis führendem Dolomit angedeutet. A. LEPLA erwähnt (Geogn. Jahresh. I S. 41) in den Konglomeraten von der Kaiserbachmühle (W. Klängenmünster) ein rotes kieseliges Bindemittel (vgl. etwas Ähnliches in dem thermalen Mineralisierungsgebiete

¹⁾ Daß Blasengesteinstücke von Porphyrit sich im Wassertransport leichter zurunden als Granit, Gneis und Tonschiefer ist, auch ohne Annahme vorheriger Verwitterung, verständlich.

bei Imsbach unter den Jaspis- und Dolomitbänken!) Die mit diesen Bänken in der Nordpfalz vergesellschafteten Acanthodes-Kalksteinbänke fehlen in den Südostbecken ganz. Die Beibehaltung derselben Tiertypen (*Pleuracanthus*, *Acanthodes*, *Amblypterus* etc.) in nahestehenden Gattungen im Bereich zwischen Odenwald und Höcherberg in den Breitenbacher Schichten, Unteren Kuseler Schichten, oberen Unteren Kuseler Schichten, Obere Kuseler, Untere und Obere Lebacher und den Winnweiler Schichten beweist trotz nicht unerheblicher Verwandlungen die zeitliche und räumliche Kontinuität des nördlichen Binnenbeckens einerseits und die Neuentstehung der südlichen Senke andererseits, an welche sich in der höheren Abteilung mit dem Auftreten roter dichter Dolomite (bei Ramberg 30 m unter der Buntsandsteingrenze) und endlich des Zechsteins selbst die sich allmählig durchsetzende Verbindung mit dem Zechsteinmeere vorbereitet. Daß mit dem Abschluß der Zechsteinformation eine gewisse Unterbrechung stattgefunden hat, das beweist mir der Umstand, daß ich bei Birkenhörd (Fuß des Birkenkopfs unterhalb der Unteren Bs.-Brüche) in den obersten Schichten ein tonreiches Konglomerat aus abgerollten Sandsteinbröckchen mit Pegmatitfeldspäthen, Quarz und abgerollten Dolomitbrocken fand, von welchen letztere ich als typischeren Zechsteinabbruch ansehe; die oben erwähnte Dolomitbank bei Ramberg ist nicht so typischer Dolomit (vgl. unten). Dieses Konglomerat möchte ich dem schon von LEPPLA bei Lambrecht erwähnten (1881 S. 45) 50 m unter dem Hauptbuntsandstein, d. h. unmittelbar unter dem Unteren Buntsandstein befindlichen Quarzkonglomerat vergleichen.

Zu den zuletzt erwähnten Gesteinen von Birkenhörd seien folgende von Dr. U. SPRINGER gefertigte Analysen mitgeteilt:

1. Das Gestein der Geröllage besteht aus a) Unlöslichem SiO_2 8,10%, Al_2O_3 4,63% und Fe_2O_3 1,84%; b) in HCl Löslichem: SiO_2 0,29, Al_2O_3 und Fe_2O_3 0,36%, FeO 0,13%, MnO 0,63%, CaO 23,19%, MgO 18,82% K_2O 0,69%, Na_2O 0,96%, Glühverlust (CO_2) 40,41%, H_2O 0,20%; die Karbonate betragen FeCO_3 0,20%, MnCO_3 1,03%, CaCO_3 41,39%, MgCO_3 39,36%, etwa 82% des Gesteins.

Vergleicht man hiermit die Analyse des Zechsteindolomits vom Hohenberg bei Albersweiler in Geogn. Jahreshefte 1888 S. 60 Anm., so erkennt man die große Ähnlichkeit der Gesteine, welche darin eine gewisse Unterschiedlichkeit erkennen läßt, daß der Gehalt an CaO durch Zersetzung des Dolomits verringert ist; es kann dies bei einem schon permischen Zechsteingeröll, das trotzdem wenig zersetzt ist nicht erstaunlich sein.

2. Das Gestein der bei Ramberg austreichenden Bank besteht aus SiO_2 57,91%, Al_2O_3 13,22%, Fe_2O_3 1,88%, FeO 0,18%, MnO 0,34%, CaO 7,25%, MgO 5,08%, CO_2 12,24%, H_2O 1,18%; die Karbonate betragen FeCO_3 0,18%, MnCO_3 0,35%, CaCO_3 12,94%, MgCO_3 10,62%, etwa 24% des Gesteins.

Durch den Vergleich der beiden Analysen ist der Unterschied zwischen dem vorwiegend chemisch ausgeschiedenen Dolomitgestein und einem nur dolomitischen Sediment ersichtlich.

Was das Auftreten von Jaspis (Carneol etc.) im Rotliegenden betrifft, so wird sein Ursprung auf einfache Verwitterung von Silikatgesteinen in aridem Klima zurückgeführt; ich glaube aber, daß das Vorkommen der eisenreichen Kolloide nicht ohne ausnahmsweise chemische und physikalische Beihilfen, z. B. Strömungszerstäubungen und wärmere Soolen (vgl. meine Ausführungen in Erläut. zu Blatt Donnersberg S. 137 und Blatt Zweibrücken S. 126) zu verstehen ist. Während Jaspis

und Dolomit an verschiedenen Stellen auftreten, wo die Grenzlagergesteine fehlen oder sehr zurücktreten, sieht man die gleichen Ausscheidungen als Achat in den denselben allgemeinen klimatischen Bedingungen ausgesetzten Gneisen, Graniten und Tonschiefern selbst nie¹⁾; die Achatbildung ist eine innere Angelegenheit vorzugsweise der Melaphyr(Porphyr)ausbreitungen dieser Gegend.

Wie derartige Erzeugnisse reiner Verwitterung aussehen, das scheint mir in den im Geogn. Jahresheft 1918 S. 65—66 u. S. 921, S. 247—254 beschriebenen Opalen zwischen den Säulen eines Dolerits dargestellt zu sein, während die dabei nahe unter oder in der Verwitterungskruste vorkommenden Blasen im Säulennern ganz leer sind; damit sind auch eigenartige Tonfüllungen als Oberflächenkolloide verbunden, über deren kennzeichnende stoffliche Zusammensetzung eine Analyse von Dr. A. SPENGLER in Erläut. z. Blatt Brückenau zu finden ist.

Die Mineralfüllungen der Blasen der Porphyritlager können aber nicht gut auf Oberflächenwirkungen zurückgeführt werden, ebensowenig wie die mit ihnen mineralisch gleichwertigen Amethyst-Quarzgänge mit Dolomit und Baryt. Was sich als Unterschied der südpfälzischen Funde mit der Art der in der Nordpfalz zu beobachtenden Achate herausstellen wird, mag auf die etwas schnellere Erkaltung der Ströme wegen ihrer geringeren Mächtigkeit und wegen des Mangels einer rascheren, dichteren und mächtigeren Schichtbedeckung zurückgeführt werden.

Die bei den Porphyriten der Südostpfalz von A. LEPPLA betonte Gesteinsumwandlung ist übrigens einerseits ein ziemlich allgemeines Kennzeichen der diagenetischen Umwandlung der Porphyrite (vgl. auch z. B. das Verhalten der Kuselite, dieses Jahresheft S. 67), andererseits ist sie auch eine sehr viel jüngere und gehört den Einwirkungen von der tertiären bzw. diluvialen Oberfläche aus an. Ein von einer tiefer aufgeschlossenen Fundstelle im Kaiserbachtal von mir eingesammeltes Gestein hat Dr. WURM genau geprüft und findet außer einer gewissen Zersetzung der größeren Feldspateinsprenglinge und einer häufigen Umwandlung von Schwefelkiesformen in ein, wie ich hervorheben möchte, kristallisiertes, nicht amorphes Eisenhydroxyd die übrige Grundmasse sogar verhältnismäßig frisch; besonders frisch scheinen die Feldspäte des Rings, welcher den Augitfaser-Kranz um die Quarzfremdlinge regelmäßig umgibt und zwischen welche sich nach LEPPLA noch Restquarz angesiedelt hat, der ja in geringem Umfang im Gestein nach diesem Forscher auftritt.

Das Auftreten der Blasen im Grenzlager.

AUG. LEPPLA hat in seiner mehrerwähnten Schrift die Bedeutung der Blasen für die Effusivfrage hervorgehoben. — Nur selten sind, wie es scheint zunächst der Oberfläche der Ströme, die Blasen leer und ohne jene mineralische Ausfüllung, welche als Steinkern der Blasenhöhlungen zu bezeichnen ist; die volle Erhärtung des Magmas muß schon zur Zeit des Bestehens der durch hochgradige Wärme stark aufgeblähten Gas- bzw. Dampfspannung eingetreten sein, welche die Innenfläche der Blase in Einzelheiten modelliert und festgehalten hat.

Die Oberfläche des Steinkerns der Blasen (Blasenfüllung) bietet den Abguß der Blaseninnenfläche; sie steht im Gegensatz zu den Blasen des Grenzlagers der

¹⁾ Daß solche Gesteine etwa nicht geeigenschaftet wären, durch Verwitterung Kieselsäureabsätze zu erzeugen oder festzuhalten, dagegen sprechen die eben erschienenen Ausführungen von ERICH KAISER über Kaolinisierung und Verkieselung als Verwitterungsvorgänge in der Namibwüste Südwestafrikas, Zeitschr. f. Kristallographie 1923 S. 140.

Nordpfalz, welche meist sehr grubig ist; dies ist nur selten in geringem Umfang der Fall; sie ist sogar meist glatt; es kommt das von der geringen Zahl der Einsprenglinge her, welche bei der Blasengasspannung, die auf die beweglichere Grundmasse zurücktreibend wirkt, dadurch auf der Blaseninnenfläche stärker hervortreten; an ihrer Stelle tritt auf dem Steinkern je ein Grübchen hervor, dessen Vertiefung sich in das Innere des Achatgefüges fortsetzt.

Was die Blasenform im Grenzlager der Haardt betrifft, so ist sie im großen und ganzen viel weniger kugelig als flach abgeplattet; Formen, wie sie im Geogn. Jahresh. 1916 S. 145 Fig. 19b, c u. d u. a (untere Hälfte) abgebildet wurden, sind sehr häufig, aber auch im Querschnitt rundum, zweiseitig gleichmäßig flachgewölbte mit völlig ebenem Boden; nur an einer einzelnen Stelle fand ich die Ausebnung nach oben vollkommen, wie ich dies auch bei Oberstein vereinzelt im Anstehenden feststellen konnte als eine Angleichung aufsteigender Blasen an ein schon erhärtetes Stromdach (vgl. Geogn. Jahresh. 1918 S. 30), wobei natürlich der Gasdruck in einer Auswölbung nach unten ausweicht. Sonst zeigt sich immer das Gegenteil: bei Aufwölbung nach oben die Ausebnung des Bodens als Oberfläche des noch im statischen Ausgleichungsfluß befindlichen beweglichen Magmas gegen den Gasinhalt. Diese magmastatische Wirkung konnte sogar bei schon begonnener Achatausscheidung in einer nicht geringen Eindrückung des Bodens mit Zertrümmerung des hier befindlichen Teils der I. Generation des Achats in verschiedenen Formen und Fundorten nachgewiesen werden (Geogn. Jahresh. 1916/17 S. 225—231, Fig. 39, Taf. V Fig. 23 und Taf. VI Fig. 9). Solches kann natürlich nur beim Nachlassen der Gasspannung im Blaseninnern eintreten und auch nur so weit als es die bestehende Spannung zuläßt.¹⁾ — Fast bei allen Formen der Südosthaardt läßt sich eine gewisse Einbiegung des Bodens nach oben erkennen; sie ist nicht überall gleichmäßig und beweist die schon strich- und streifenweise stärkere Erhärtung und geringere Biegsamkeit des Magmas. Die „Einseitigkeit“ der Blasenform nach einer Längsachse ist dadurch bedingt, daß sich in der letzten Zeit vor Eintritt völliger Unbeweglichkeit des Magmas, erwirkt durch ein ineinandergreifendes Gebälke von Kristallanlagen, noch in einer tieferen Lage unter der Abkühlungsfläche des Stromes eine gewisse Bewegung des Magmas äußert; in der Richtung dieser Bewegung ist die Blase verzogen und verlängert; es zeigt sich „vorne“ unten meist eine ausgeprägte scharfe Kante durch eine gewisse Starrheit der unteren Dachflur. Dasselbst ist auch durch diese Bewegung in und parallel der Lagerungsebene ein starker Wärmeentzug anzunehmen, welcher einen Erhärtungsvorsprung verursacht. An der entgegengesetzten „hinteren“ Seite macht sich die Gasspannung im Auftrieb noch bemerkbar; hier ist auch noch der Boden der Blase etwas emporgehoben, die Bodenkante ist gerundet; es ist die Seite der größten Höhe der Blase; nach dieser strömt auch vorzüglich die Wärme, welche dem Boden, den Seitenkanten und dessen vorderer Zuschärfung entzogen wird und dort einen Erhärtungsvorsprung steigert, während die Wölbungsanteile trotz ihrer Wölbung und der größeren Nähe der Abkühlungsfläche flüssiger und plastischer bleiben. Mit der zugeschärften Seite der Bodenkante finden auch keine Verschmelzungen von Blasen mehr statt; sehr nahe neben- und hintereinanderliegende, von welcher eine größere vordere die hintere ausgiebiger schützt, treten wohl mit der mittleren unteren Flur zusammen (vgl. Geogn. Jahresh. 1916/17 Taf. V Fig. 23); häufig ist aber das Zusammenfließen

¹⁾ Vgl. auch Geogn. Jahresh. 1918 S. 30 § 9—10.

übereinanderliegender Blasen zu beobachten. Die merkwürdige Blasenform, wie sie aus Geogn. Jahresh. 1916/17 S. 145 als Fig. 20 wiedergegeben ist, habe ich auch an einer Stelle von Waldhambach gesammelt. Diese Form beweist ein starkes Emportreiben der unteren größeren Blase mit eintretender vertikaler Verlängerung, das Anstoßen an ein höher liegendes kleineres Bläschen mit schon etwas weniger nachgiebigem Boden, welche die Wölbungskappe der unteren Blase, woselbst bis zu einer gewissen Höhe der fast zylindrischen Seitenfläche¹⁾ eine völlige Biegungsfähigkeit vorhanden blieb, von oben eindrückt; durch den Auftrieb wird das Magma zwischen beiden verdrängt, bis zu einer Haut gespannt und endlich tritt mit deren Sprengung in mehr und weniger beschränktem Umfang Vermischung der Blaseninhalte ein, wobei aber der zwischen den beiden Blasen noch bestehende Magma-rest als Scheibenring in der ferneren Erhärtung etwas verzögert sein dürfte. Die im Querschnitt flach keil- bis zapfenförmige Magmaringscheibe wird bei engster Verschmelzung der Blasen zuletzt zu einem Ringwulst, denn die Umbiegungs-kanten zu den Seitenflächen erhärten rascher und bleiben bei der Ausgleichung an der Verschmelzungsgrenze ziemlich unverändert. Dieser häufige Ringwulst erscheint auf der Außenfläche der Steinkernfüllung als Furche (vgl. S. 226 Fig. 39 c—f Geogn. Jahresh. 1916/17). Ist der Boden der oberen Blase schon zu hart, so zeigt sich der Fall Fig. 19. Von Waldhambach habe ich Großblasen gesammelt mit vier über und seitlich übereinanderliegenden flachen Teilblasen, an welchen die zugeschärften Teile der Bodenkante nach einer Seite liegend übereinander herausragen und die Verschmelzungen hauptsächlich mit den oberen und seitlichen Wölbungs-teilen stattfanden.

Wir haben in Geogn. Jahresh. 1916/17 S. 208 Fig. 41 (S. 223) dargelegt, daß diese wulstigen oder faltigen, Kamm- bis Ringscheiben-artigen Vorragungen in den Blasenraum sich auch an dem Innengefüge der Füllungen in den sogen. „Septal-
unterbrechungen“ äußern, worauf wir auch unten noch zurückkommen.

Am angeführten Orte (S. 275 Fig. 47, 1 u. 2) wurde auch ein ganz seltener Fall besprochen, wonach in das Innere einer einheitlich größeren, durch Verschmelzung entstandenen Blase sehr beträchtliche Stücke der magmatischen Zwischenwände der kleinen Blasen hineingerieten: abgeschnürt, abgebrochen und eingeschlossen wurden; in Fig. 47, 1. hat es sogar den Anschein, als ob hierbei auch ein erhärtetes Stück geradlinig abgesprengt wäre; dies führt zur Besprechung einer sehr auffälligen und häufigen Erscheinung in dem Grenzlager von Waldham-bach und Münchweiler, welche in kleinem Maßstab Geogn. Jahresh. 1916/17 S. 146 oben (Taf. IV Fig. 1 u. 4) behandelt wurde. In sehr vielen dieser Blasenfüllungen finden sich größere geradlinig begrenzte, im Querbruch drei- und viereckige ringsum freie Stücke des umgebenden Porphyritgesteins; an mehreren Stellen ist ein Zu-sammenhang mit der seitlichen Blasenwand deutlich sichtbar; kleine Abschnürungen von Lavagestein in verschiedenen Stufen am ausgebneten Böden — durch die Ausebnung einer vorherigen Rundung beim Nachlassen der Spannung — sind mehrfach zu sehen. Diese Anzeichen erübrigen jede weitere Erörterung über eine andersartige Entstehung dieser Bruchstücke, welche zum Teil am oder zunächst am

¹⁾ Anders ist es da, woselbst die Bewegungsmöglichkeit der Blasen mit der des Magmas in der Senkrechten liegt, z. B. in schmalen Basaltschlotten der Rhön, woselbst ich zylindrische Blasen von 20 cm Länge und 2 cm Durchmesser mit ebenem Boden kenne. Die in Geognost. Jahresh. 1916/17 S. 12 abgebildeten Röhrenverschmelzungen nach oben mit Umbiegung an einem höheren Erhärtungs-dach gehören in diese Erscheinungsreihe.

Boden liegen, zum Teil vielleicht in höher aufragenden Spitzen, zum Teil auch in späteren Abbröckelungen von der jüngeren Füllung umwachsen sind.¹⁾ An dem erwähnten Stück mit flachem Dach und nach unten eingetieftem Boden liegen die Lavagesteinsbruchstücke in diesem tellerförmigen Bodenraum.

Bei der erwähnten Entstehung größerer Blasen aus kleinen und bei hinzutretenden Gasentbindungen ist auch daran zu denken, daß ungleichmäßige Erhärtungen durch die bei der Gasentbindung entstehende Abkühlung im Innern des Magmas auftreten müssen; der Magmalagerstrom stellt in Temperatur und Viscosität keine gleichmäßige Flüssigkeitssäule, sondern eine „schlierig“ unregelmäßige Masse dar.

Die Blasenfüllungen.

Von den in der Nordpfalz und im Nahetal unterschiedenen Blasenfüllungsarten habe ich den Kalzitachat²⁾ nicht einmal in den bei Niedermohr beobachteten geringen Ansätzen dazu auffinden können; dagegen an einzelnen Stellen in größerer Zahl und beträchtlicherer Größe Karbonatfüllungen mit zurücktretenden Kieselsäureausscheidungen, welche eine bemerkenswerte Abänderung des von mir festgestellten Aufbaus erkennen lassen (Münchweiler); daneben typischeren Vollachat aus einem einfachen Wechsel von Jaspis- und weißlichen Bändern mit Quarz ohne die im Nahetal so häufigen durchscheinenden lichtbläulich milchig getönten und die zarten Schönheitswechsel der dortigen Ausbildung verursachenden Einschaltungen; es fällt daneben der geringere Umfang an Delessit bzw. Seladonit auf.

I. Die Jaspis-Achatfüllungen (Albersweiler und Kaiserbachmühle).

1. Von Albersweiler habe ich eine Blasenfüllung, wie die in Geogn. Jahresh. 1916/17 S. 211 abgebildete doch etwas flacher und mit oberer seitlicher Eindrückung von einer höher liegenden schon festeren Blase her (S. 82); I. und II. Generation ist am Boden sehr dünn; durch einen Druck von dort her sind in sehr früher Zeit Teile der innersten Schichten der II. und vielleicht (S. 88) der III. Generation bis zur Decke herauf abgesplittert und zum Teil in die Höhe ragend, von dem 1—3 mm dicken einheitlichen Mittenquarz regelmäßig umwachsen. Der Fund hat nicht ganz, aber doch eine ähnliche Bedeutung wie die l. c. S. 226—231 angeführten mit Stücken der I. Generation in der II. Generation; jedenfalls erweist es, daß die innersten Schichten der II. Generation schon hart waren, als sich hier der Mittenquarz bildete, daß dieser hier nicht einfach als eine der Chalzedonbildung gleichzeitige Innenrandfazies betrachtet werden darf.

2 Von Albersweiler stammt ein Blasenpaar, von welchem das größere viermal so lang und zweimal so hoch ist; es hat abgeflachten Boden und zugeschärfte vordere Unterkante; die I. Generation ist bei der einen etwas über 2 mm, bei der anderen nur etwas unter 2 mm dick; dieses Unverhältnis beweist, daß hier eine überschüssig vorhandene Menge des Lösungstoffes für die I. Generation der kleinen Blase mitgewirkt hat, welche von Form und Größe des Blasenraums unabhängig

¹⁾ Vereinzelt wurde außer im Kalzitachat auch im Vollachat von Oberstein ein derartiges Stück Geogn. Jahresh. 1908 S. 51 u. 86 b Taf. II Fig. 13 behandelt; die Einschlüsse in der I. Generation sind zum Teil verkieselte Eruptivgesteinsscherben, welche auch Geogn. Jahresh. 1906 in Taf. III Fig. 9 u. 10 vorliegen.

²⁾ Es mag vielleicht einerseits darin seine Begründung haben, daß die Karbonatfüllungen vorzugsweise aus Dolomit bestehen, daß andererseits eine nicht unerhebliche gleichzeitige Beteiligung kolloider Kieselsäure beim Kalzitachat vorauszusetzen ist, welche bei den Münchweiler Karbonatfüllungen zurücktritt.

ist; bei einfachem Diffusionsvorgang wäre nicht ersichtlich, warum derartige Schichtungsunterschiede bei so eng benachbarten Blasenräumen eintreten sollten (vgl. Geogn. Jahresh. 1916/17 S. 142).

3. Einfache Arten von Waldhambach sind solche mit dünner fast ungegliederter I. Achatgeneration und mit einer II. Generation mit etwas größeren halbkugelligen Anfangskörperchen nach Art der Abbildung Geogn. Jahresh. 1916/17 S. 85 Fig. 8, S. 97 Fig. 14, Taf. IV Fig. 1. Bei einem anderen Stück fand sich am abgeflachten bzw. etwas nach oben eingedrückten Boden und nur hier eine Dolomitlage in unregelmäßigen Aufwachsungen, die von einer erheblich dünneren Jaspislage abgeschlossen ist und am Dach die Grenze gegen das Gestein bildet.

4. Mit gewöhnlich einfach gegliederter I. Generation und einer II. Generation mit kleinen Anfangshalbkügelchen, deren Chalzedonentwicklung durch eine außerordentliche Quarzbildung ungewöhnlich vermindert ist. Hier ist deutlich, daß Wechselbeziehungen zwischen I. und II. Generation nicht bestehen, dagegen eher zwischen Quarzmittenfüllung und Chalzedon der II. Generation (vgl. indessen oben Nr. 1).

5. Hochgewölbte Blase mit flachem Boden, an dessen einer Ecke, von Dolomit umwachsen, zwei fast rechtwinkelig zueinander gestellte eckige Porphyritbruchstücke liegen. In der I. Generation oben und unten (hier häufigere) Faltungen aus Seladonit und anhängenden kleinen Karbonatrhomboëderchen (vgl. Geogn. Jahresh. 1916/17); drei Generationen.

6. Bruchstück mit gewöhnlicher Septalscheide, Beziehung zur Oberflächenfalte abgebrochen, sehr feine Bänderung, jedoch auch im Pigment nicht mehr ursprünglich.

7. Auffällig sind im Kaiserbachtal die tiefroten, nur weiß gebänderten Achate; ich habe sie in einfach gewölbten Bodenblasen wie auch in zusammengesetzten mit eingedrückten Bodenansätzen und mit scharfen Umbiegungskanten versehenen Stücken gesammelt. Nicht selten ist die Tatsache, daß die Bodenlagen hinsichtlich des Aufbaus besonders beschaffen sind. So sitzt in einem einfachsten Fall unter der Mittenfüllung der Druse auf den Bodenlagen weingelber Kalkspat, der an der scharfwinkeligen Vorder- und der gerundeten Hinterkante gleichmäßig die Wand etwas emporwächst und an einer (einer Verschmelzung entsprechenden) Vorbiegung der letzteren wiedererscheint, während vom Dach und der Hinterwand her eine Opallage des Jaspiswechsels unten auskeilt; darauf sitzt in der Mitte ein oben und unten wachsender völlig abschließender Quarz. Gegen das eine spitzere Ende der Blase liegt aber nur von oben wachsender Quarz gegen den gleichen Kalkspat, welcher hier auf einer noch älteren Opalschicht aufsitzt, während die nachfolgenden Opal- und Jaspisschichten der Mitte der Blase nur von oben und der Seite her beistoßen und neben unter der Kalzitlage auskeilen. Hier zeigt sich im Mitten-Achataufbau der Gegensatz zwischen oben und unten. Das gleiche gilt für einen zweiten Fund einer von der Seite und von oben her zusammengewachsenen Blase wenigstens für einen unteren Querschnitt, wobei eine gewisse Einseitigkeit in der Verteilung des Kalkspats und bei spitzwinkelig nach unten nach dem Kalzit — gemäß der scharfen Bodenkante! — umbiegenden Achat eine Bevorzugung des stumpfen Eckes durch ersteren bemerkt wird. Dies steigert sich nach oben, indem der Chalzedon nach der Gewölbehöhe ganz auskeilt und auf der Umbiegungskante seine stärkste Entwicklung hat (wie sich das auch bei dem ersten Fund andeutet). Neben dem Gegensatz von oben und unten äußert sich hierin auch eine nicht nur gelegentliche Unterschiedlichkeit zwischen der hinteren und vorderen Seite, wohl hervorgebracht als Folgen der Verschmelzung und der ungewöhnlichen Ausscheidungsbedingungen (vgl. unten).

Das mikroskopische Bild des Bodens 10 mm ist: I. Generation: Bodengebröckel verkieselten Porphyrits von Jaspis verkittet, darüber gut erhaltene Karbonatrhomboëder und Moosachatdurchschnitte, erstere ringsum mit gleichmäßigen Jaspis-schichten umgeben (keine Eisen- bzw. Pigmentdiffusion) als Schlußschicht der I. Generation. Als II. Generation: zuerst dickschichtiger Jaspis, dann dünne Opallage mit Karbonatrhomboëdern, Jaspis; dicke Opallage mit Chalzedon abgeschlossen; Karbonatrhomboëder in Jaspis gut erhalten, obere Jaspisschicht, feingebändert mit Anfangskörperchen, pigmentfreier Chalzedon, zwei Lagen mit Rhomboëderchen, gelber Bodenkalkzit. Die Karbonatrhomboëder der I. Generation reichern sich auch nach der hinteren stumpfwinkligen Bodenkante an.

8. Mindestens 3 seitlich verschobene, übereinander liegende, mit ausgesprochenen Bodenflächen versehene und verschmolzene Blasen zeichnen sich durch sehr feine, leider in Pigmentumwandlung veränderte Bänderung aus. Die II. Generation zeigt nach außen zunächst der Umbiegungskanten (Boden — Dach) als erste auch Gesteinsbruchstücke über völlig ausgeglichener Bodenflur umwachsene Lage einen feinkörnigen Dolomit, der nach oben und nach innen zu auskeilt. In der I. Generation sind hier bemerkenswerte häufige Seladonitstalaktitoiden deutlich und fast gleichmäßig von oben und unten, besonders stark aber in dem Dolomit-Winkelraum zwischen Boden und Dach, weniger stark oben und unten an einem Verschmelzungskeil. Alle diese fadenartigen Gebilde erweisen sich hier als Querbrüche von flächenhaften Wänden, welche zum Teil steil aufsteigen, aber sich auch rechtwinkelig flach umbiegen. Auf der Oberfläche des Steinkerns der Blase treten diese Seladonitgewächse in einem Netz von gleichmäßigen grünen dünnen Linien, wie von einem Netz von Sprüngchen ausgehend, auf. Wir kommen darauf zurück.

9. In nächster Nachbarschaft einer Füllung mit tiefroter I. Generation mit dichtem Jaspis und mit in Halbsphärolithen aufsitzendem Chalzedon II. Generation mit Quarz und Dolomit als Letztbildung ist eine größere Füllung gesammelt mit einseitig starker Entwicklung von Stalaktoiden in der I. Generation und engstens damit verbundener dünnen Abschlußkruste von Dolomitkriställchen mit Quarz, welche vom Chalzedon der II. Generation umwachsen sind. An einer Stelle daneben sind auf beiden Seiten mit diesem Abschluß (als Zwischenbildung zwischen I. und II. Generation) eine große Anzahl bis 1 cm langer und 1 mm dicker seitlich flach zugeschärfter Kriställchen verbunden, welche nur Baryt sein konnten; sie sind außen von dichtem Quarz-Chalzedon pseudomorphosiert und inwendig noch zum Teil von Karbonat erfüllt. Ähnliche Umwandlung von Baryt wurde auch in der Nordpfalz an mehreren Orten festgestellt (vgl. Geogn. Jahresh. 1916/17 S. 289).

10. Wir haben in Geogn. Jahresh. 1916/17 S. 231—240 ausgeführt, daß bei späteren Durchsinterungen der Achatknollen (wohl unter Druck) das Vordringen des Eisenoxyds als Pigment, des Kieselsäure auflösenden und als Opal ausscheidenden Umwandlungsvorgangs an den in der Richtung entgegenstehenden Winkelspitzen des Lamellengefüges eine vorwiegende Beschleunigung erfahren. Ich habe nun bei Waldhambach eine Blase gefunden, welche den Vorgang an sich selbst im ganzen Umfang erweist; sie stand der Lösungsdurchsinterung mit der scharfwinkligen Bodenkante entgegen; man sieht die Strukturumwandlungsstreifen von jener Kante als Durchmesserlinie in Halbkreisbögen auf dem Boden und auf dem Dach nach dem dicken Teil der Blasenhülle und -füllung vorrücken. Die Umwandlung ging durch den ganzen Blasenkörper hindurch, in welchem die karbonatische Füllung ausgelaugt ist.

11. Im Münchweilertal finden sich in der hangenden Hälfte des Bruchs vereinzelte Blasenfüllungen mit völlig ausgeflachtem Dach und nach unten ausgebauchter Bodenhöhhlung (vgl. oben S. 81). Die Füllung besteht hier unten aus einem zum Teil große Gesteinsbruchstücke und -falten umhüllenden Dolomit, der im vertieften Bodenteil überwiegt, nach einer Seite auskeilt und nach oben freie Kristallendigungen besitzt, welche von Chalzedon mit nachfolgendem Quarz der II. Generation umwachsen sind; Chalzedon und Quarz sind nach der zugespitzten Dachkante recht verdickt und verdünnen sich nach der Mitte des Dachs sehr; die Restfüllung ist wieder Dolomit, der an einzelnen Stellen den hangenden Quarz-Chalzedon durchbricht; Beziehungen zu der umgedrehten Blasenform konnten bei der Unvollständigkeit der Erhaltung leider nicht festgestellt werden.

12. In der unteren Flur des darunter liegenden, riesenhafte Dolomitblasen (vgl. unten) führenden, auch reichlich blasigen Porphyritlagers fand sich vereinzelt eine Chalzedonblase, welche als einzige zur Prüfung gesammelt wurde und auch eine hohe Berücksichtigung verdient; sie ist in der Tafel Fig. 2 skizzenhaft dargestellt.

Einseitig von einer geringen vorderen unteren Blasenverschärfung (links) ausgehend liegt in einer deutlich abgegrenzten Generation I eine Anhäufung von stalaktitoidischen Seladonitgewächsen, welche nach dem Dach und Boden auskeilt und auf der steil gerundeten Hinterseite der Blase wieder etwas stärker auftritt. An der Vorderwand ist dieser Anhäufung eine gleichmäßig geschlossene, später gut chalzedonisierte Karbonatrhomboöderkruste vorhergegangen. Das Innere der stalaktitoidischen Gewächse, zwischen welchen auch chalzedonisierte Rhomboöderchen gruppenweise eingestreut sind, ist von körnigem Chalzedon ersetzt; Restlücken zwischen den Gewächsen sind bei diesem Vorgang von regelmäßiger Chalzedonbänderung zum erstenmal erfüllt; der Vorgang gehört der II. Generation an, der an der zugeschärften Vorderseite (vgl. S. 81) eine erhöhte Wirkungsstärke besessen hat (vgl. auch Geogn. Jahresh. 1916/17 zu Tafel V Fig. 1 und 2). An der seitlichen oberen Grenze der vorderen Anhäufung zieht von oben her eine quere Septalscheide ins Innere, welcher eine nach der Vorderkante gesteigerte Oberflächeneinbiegung entspricht.

Die eigentliche Generation II hat nur ganz im Anfang in geringem Umfang einseitig nach innen gerichteten radiaalfaserigen Bau; es zeigt sich bald eine Neigung zu nebeneinander gestellten schmalen Säulchen mit doppelseitig fiederiger Stellung der Faserung und daneben vereinzelt eingestreut und umschlossen wirkliche, etwas verlängerte Ooide, wie ich sie Geogn. Jahresh. 1916 Taf. IV Fig. 18 von einer Chalzedongangfüllung im Grenzlager von Dennweiler, Taf. V Fig. 20 und Textbeilage zu S. 218 von einer noch in anderer Hinsicht merkwürdigen Blasenfüllung vom Gangelsberg bekannt machte (ich meine hier nicht die pseudoolithischen, glaskopfähnlichen Fast-Kugelbildungen, mit welchen viele II. Generationen beginnen; diese leiten nirgends zu Ooiden über).

Die einzelnen Achatlagen beginnen alle mit längeren sphärolithischen Fiederfasersäulen und enden mit einer gestreckten faserigen Randleiste, welche nicht allzu scharf nach innen absetzt und etwa den faserigen Saumleisten beim Kalzitachat und nicht selten Chalzedonachat entsprechen.

Gegen die Mitte der inneren Füllung bestehen die Bänder aus weniger scharf begrenzten Reihen kleinerer Ooide, drei bis vier hintereinander in einem Band,

zuerst noch größer und eng gedrängt, dann kleiner und weniger eng, schmalere Bänder bildend; der mehr gestreckt faserige Randabschluß fehlt und zuletzt tritt ein schwächeres hell-feinkörniges Band auf; endlich erleidet eine Reihe wieder etwas größerer Halbsphärolithe (sogen. Anfangskörperchen) ohne Fortsetzung zu einer gestreckten Faserung einen unvermuteten Abbruch. Die rundlichen Oolithkörnchen haben keinen engen Zusammenschluß, die Zwischenräume sind oft etwas heller feinkörnig, oft strahlig verlängert ausgefüllt.

Daraufhin beginnt aber eine dritte Generation (vgl. Geogn. Jahresh. 1916/17 S. 290—296, S. 270, S. 206), welche bei vielen Chalzedonachaten der Haardt deutlich ist, zuerst mit drei Dünnschichten, sodann in regelrecht gestreckt faseriger Ausbildung. In dieser III. Generation treten nur einzelne Ooide mit rundum deutlicheren sphärolithischem Fasergefüge erst in einer ganz bestimmten Lage inner- bzw. oberhalb der Anfangsgrenze auf; hier sehe ich zum erstenmal, daß bei dieser Ooidgestaltung eine feine Körnelungsbänderung (s. unten) durch die nach innen vorspringende Faserausstrahlung (in noch weichem Zustand) nach innen vorgezogen und -gebogen, dabei aber in der ursprünglichen Dicke und Dichtigkeit der Körnelung entsprechend vermindert wird; es ist dies ein Beweis, daß das Körnerband noch weich war,¹⁾ daß das Oolithkorn vor der übrigen Faserkristallisation auskristallisierte, was auch daraus hervorzugehen scheint, daß es etwas an der Winkelbegegnungslinie der straffen und strahligen Faserung rundlich über diese herausragt. Jedenfalls war nach innen zu die Möglichkeit eines Ausweichens der bei der Kristallisation vorgetriebenen Bänder gegeben.

Zunächst der Stelle, woselbst die Septalscheide (sogen. Einzugskanal) hereinstrebt, tritt über (innerhalb) der bezeichneten Grenze eine breite körnige Quarzbildung auf, welche sich als zu der rechtmäßigen Gefügeeinschaltung dadurch gehörig erweist, daß die ersten Dünnschichtchen der III. Generation die Quarze nach innen gleichmäßig in ihren starken Vorsprüngen und zwar an ihrer gegenüber den vorherigen Schichtlinien ganz veränderten Grenze umsäumen. Die Quarze springen aber in entgegengesetztem Sinne auch nach außen (rückwärts) vor; es werden dabei zwei der vorherbeschriebenen ooidischen Bänder völlig aufgelöst und entfernt, eine nur teilweise und haben auch noch in tiefen zackigen Spitzen die vierte ausgefräst und Auflösungsrückstände angereichert; während die Quarze sich seitlich unmittelbar anlegen, ist in die entstandenen Lücken zwischen den Quarzen und den alten Bändern der II. Generation auch noch in vollster Deutlichkeit in Zahl der Schichtchen, Faserung, Dichte und Wechsel die erwähnte erste Dünnschichtenbildung und der Anfang der Hauptschicht der III. Generation eingewachsen; sie haben die Lücken soweit möglich erfüllt.²⁾ Der Quarz ist also auch nach der entgegengesetzten Seite in die regelrechte Folge allerdings als Ausnahme völlig eingeschlossen. Die Ausnagung ist in radialer Richtung rascher nach außen vorgezogen als in seitlicher und tangentialer.

¹⁾ In den Oolithkörnern der Außenlage der II. Generation zeigt sich an einzelnen Stellen eine der Bänderung entsprechende mittlere Lagenabteilung, welche auch nahelegt, daß diese Bänderung älter war und in der Richtung der Durchmesserfasern des Oolithkorns dadurch erhalten blieb, daß hier der Urbänderung entsprechend die Faserkristallisation eine Förderung bzw. Beschränkung (Tafelfig. 3) erhielt; in der Tat ist hier entsprechend den Bändern die Faserfiederstellung nach außen vorgerückt.

²⁾ Dies bedeutet, daß innerlich vor dem sogen. Einzugskanal die Quarze sich in einer den Winkelraum überspannenden Linie nach innen abgrenzten und so lange nach rückwärts wuchsen als die hierzu nötige Lösung herbeizog; bei Eintritt der Chalzedonausscheidung war der Auflösungsraum mit Quarz noch zum Teil unausgefüllt und schloß sich mit Chalzedon.

Was wir aus dieser wichtigen Tatsache schließen müssen, ist das folgende: Zwischen zwei Generationen, welche in ihrem letzten Endabschluß und in ihrem Neubeginn eine höchst kennzeichnende Gefügeform annehmen, hat eine Zwischenkristallisation stattgefunden; diese hat den Boden ihres Ansatzes zum Teil weggelöst, zum Teil angenagt; dieser Boden, d. h. die Letztschicht der II. Generation ist darum in seinem jetzigen Zustand schon völlig abgeschlossen und erhärtet gewesen. Zu diesem Vorgang steht die Septalscheide in einer Beziehung, an ihrer Stelle ist die dünnste Schicht nach außen zu durchdringen; wir haben sogar nachgewiesen, daß an solchen Schichtzuspitzungen Opalausscheidungen und -zuführungen lange nach Ausfüllung der Blasen am tiefsten vordringen (Geogn. Jahresh. 1916/17 S. 233 Fig. 41 d, Taf. VI Fig. 10, 1918 Taf. I Fig. 3 und oben S. 82).

Es liegen also hier mindestens drei Generationen vor, welche als Absetzungen im Achatgefüge und als Nachschubzeiten von Lösung betrachtet werden müssen; für die I. Generation haben wir in vier Fällen nachgewiesen, daß Bruchstücke davon in den regelrechten Aufbau der II. Generation eingeschlossen wurden, ja daß auch Resorptionen an der Grenze der I. Generation eintraten (vgl. Geogn. Jahresh. 1918 S. 51 Fig. 3 und 1916/17 Taf. V Fig. 3). Wahrscheinlich sind noch weitere Pakete von Schichten in der Erhärtung voneinander durch nicht bloß als Erholungszeiten zu deutende Unterbrechungen voneinander geschieden; ich erinnere nur an die Loslösungen, Umkehrungen und Anhäufungen von Anfangskörperchen der Faserstrahlungen, die ich oben erwähnte. Innerhalb dieser ist von mir für die Erklärung der Achatbänderung angenommen, daß das Ergebnis des sogen. DAUBRÉE'schen Versuchs zur Anwendung kommen müßte, welchen LIESEGANG für die Achatbildung ausdrücklich ablehnte. Indessen habe ich auch das LIESEGANG'sche Phänomen der Pseudoklasbänderung in der Runzelbänderung oder sogen. Drilling des Chalzedons (vgl. S. 101) nachgewiesen.

Es ist noch nachzutragen, daß das Mineral zum größten Teil ziemlich gleichmäßig eisen- und opalhaltiger Chalzedon ist bis auf die kleinen schmalen hellen Zwischenrümchen der II. Generation zwischen den Ooiden, deren feinkörnige Ausscheidung bis auf die Restlücken zwischen den Kristallspitzchen völlig glashell ist. — Gegen Ausgang der III. Generation treten im Chalzedongefüge helle eisen- und opalfreie, fast viereckige körnige Felder auf, in welche die Körner das gleichmäßige längsfaserige Mitten-(Gesamtdrusen-)Wachstum verlassen, sondern für sich Drusen-anordnung erhalten; das Hauptwachstum — am Außenrand faseriger Quarzin! — ist also nach dem Innern der Feldchen gerichtet, wo das Quarzin in mit den Spitzen nach der Feldchenmitte gerichteten Quarz übergeht; auch das ist eine Ausnahme, jedoch dem obenbeschriebenen Zwischen-Quarzwachstum und dem Oolithwachstum entgegengesetzt. Auch eines der jüngsten Faserschichtchen vor dem Mittenquarz ist in Gesamtheit Quarzin. — vgl. S. 102. —

Das Pigment ist in den Schichten der II. Generation an die Innenseite, aber auch an den Außenpol der Ooide und ihrer Reihe gebunden, nicht an die gestrecktfaserige Randbreite der Einzelbänder; es hat offenbar eine Verlagerung und Verstärkung erfahren. Jedenfalls ist die Pigmentrundkappe an der Innenseite der Druse häufiger und hat hier nicht selten eine kegelförmige, feinkörnige, helle Spitzkappe aufsitzen (Tafelfig. 5); an einzelnen Stellen reihen sich mehrere solcher heller Körnchen strahlig eng hintereinander und erzeugen Gebilde, wie ich sie in Geogn.

Jahresh. 1916/17, Taf. V Fig. 13 und Textbeil. zu S. 218 Fig. 1 von dem gleichfalls oolithischen Achat von Duchroth abbildete.

Eine weitere Eigentümlichkeit zeigen die Dünnschliffe des merkwürdigen Fundes; in der III. Generation treten dem Halbmesser nach verlängerte eiförmig gerundete ganz helle Flecken von 0,5 mm Länge auf, in welcher eine ziemlich allgemein in allen Generationen auftretende sehr feine dunkle Körnelung, welche auch fein lagenweise verstärkt ein Bänderungsbild erzeugt, sehr zurücktritt; diese Körnelung erinnert in der Form an die allerdings ungleich größeren dunklen Zwischenlückchen zwischen den hellen Quarzinkriställchen. Nach einer unten beschriebenen sehr guten Erhaltung von gebändertem Jaspis aus der nächsten Umgebung des vorliegenden Fundes sind die Körnchen oder Lücken ursprünglich von rotem Pigment (mit Opal?) eingenommen und scheinen eine erste Form der Pigmentverteilung aus einer ursprünglich gleichmäßigen, noch feineren Ausbreitung gewesen zu sein; diese Bänderung aber ist nach der Außenseite auf eine große Strecke hin (eine Seite des sechseckigen Umfangs der III. Generation) von den Formen der dicht zusammengeschlossenen Zwischenquarze abhängig, kann also keine Diffusion von außen nach dem LIESEGANG'schen Schema sein, sondern nur eine innere Regelung nach DAUBRÉES Versuch; auch jede verdrängende Einwirkung wachsender Quarze von außen in etwa weiche Innenmasse ist mit vollkommener Beweiskraft ausgeschlossen. In dieser dunklen Bänderung sitzen die hellen Eierfleckchen, wobei jene nicht ganz, aber fast unterdrückt wurde. Ihre Form setzt die Faserstruktur in gewissem Umfang voraus; zu beiden Seiten der Winkel-halbierenden Faserbegegnungslinien (1918 S. 41) stehen die längeren Achsen der eiförmigen Flecken in Gegenwinkelstellung zueinander, d. h. sind der Faserung nach gerichtet. Einen gewissen Mittelpunkt der erwähnten weißen Flecken bildet ein kleines Körnchen, nicht viel größer als die Pigmentflecken, mit einem gelben Ockerhof, der auf eine Zersetzung eines Eisensalzes, vielleicht Markasit, hinweist. Die Körnchen sitzen noch erkennbar in einer der erwähnten etwas dunkleren Schichtlinie; sie müssen mit einer Ausfällungsauslösung für Kieselsäure nach dem Abschluß der Faserkristallisation auf einen besseren Zusammenschluß der Faserpitzen und einer Verminderung des Pigments hingewirkt haben. Da nun die Form das Vorhandensein der Faserung voraussetzt und die vollendete Auskristallisation mindestens soweit der eiförmige Flecken nach innen reicht, so ist dies ein Beweis eines noch nach jener weiters stattgefundenen Lösungsdurchzugs, ebenso wie dies sonst die Umwandlung der feinen Urpigmentierung in das eiförmige, der Faserung nach verlängerte Großpigment beweist und die Bänderungsfugung unter dieser Voraussetzung auch wieder das querverlängerte Scheibchenpigment verursacht (vgl. Geogn. Jahresh. 1916/17 S. 191—204).

Wegen der hervorragenden Wichtigkeit des Fundes für die Entstehungsgeschichte der Achate ist ein schematisches Bild desselben in fünffacher Vergrößerung beigelegt. Das Stück befand sich in ziemlich steiler Lagerung mit der Spitze links nach unten gerichtet, die untere flache Linie bezeichnet den Boden, die breite gerundete Kante die Umbiegung des Bodens nach der steilen Hinterseite der hoch gewölbten Blase.¹⁾ Das oolithische Gefügebild ist leider auch nur ganz schematisch. Ein mittenständig geführter Dünnschliff gibt auch viele dem Seitenrand genäherte exzentrische Durchschnitte mit wenig ausgeprägter Oolith-

¹⁾ Es finden sich auch unter den benachbarten Dolomit-Jaspisblasen ganz vereinzelte hochgewölbte Blasen in steiler Stellung mit weniger ausgeprägten Böden.

umgrenzung. Die Quarzeinschaltung an der Grenze der II. und III. Generation wird in diesem Querschnitt von der mehr röhriigen Septalscheide nicht erreicht. Die eiförmigen Bleichungskörperchen sind zum Unterschied von den Ooiden schwarz gehalten; letztere sind in Generation III auf eine Bandgruppe beschränkt.

Als Unterschied dieses Fundes von dem in Geogn. Jahresh. 1916/17 S. 178, 218 und Beilage zu S. 218 und Taf. V Fig. 20 und Fig. 11—13 dargestellten Bruchstück sei folgendes hervorgehoben: Der Jaspisfärbung und der inneren Dolomitfüllung nach könnte das Stück auch dem Haardtgrenzlager angehören. I. und II. Generation sind beidemale im Chalzedon scharf getrennt; die II. Generation wird fast sofort nach einer sehr feinen Bänderungsflur oolithisch, die Oolithe sind auch schichtmäßig gereiht und angeordnet, wenn auch in viel engeren zahlreicheren Reihen; die Quarz- oder Quarzinpfeilerchen scheinen bei beiden Funden verschiedenen Ursprungs zu sein; bei dem Münchweiler Stück sind sie interglobular gelegene Zwischenräume, bei dem Duchrother Stück bestehen sie aus kugeligen Körpern selbst, welche beide von außen nach innen statt von innen nach außen zuwachsen (d. h. drusig). Bei dem Duchrother Stück finden eigenartige trichterförmig nach innen zu gestaltete Entfärbungsräume statt, welche den klein eiförmigen der III. Generation des Münchweiler Stücks entsprechen. Die merkwürdigen keulen-, kisten- und kugelförmigen Aufbauten von Halbooiden des Duchrother Stücks fehlen bei dem von Münchweiler.

Von einem seitlichen Auslaufen von Chalzedon mit zerteilten Lagen in der Dolomitfüllung eines Septalraumes ist bei dem neuen Fund nicht die Rede. Ein gemeinsames Merkmal ist ein gewisser Kieselsäuremangel und eine Neigung zur Auflösung des Zusammenschlusses. Eine streng abgesetzte Mitteldruse fehlt bei dem Duchrother Stück, was wohl auf das Vorwiegen des Dolomits im Anfang der III. Generation zurückzuführen ist und einen Übergang zu den Dolomitblasenfüllungen von Münchweiler bedeutet (vgl. S. 91—95).

Es kennzeichnet den Mangel der zentripetalen Durchkristallisation, daß in den Seitengrenzen der an Opal und Eisenoxyd reicheren Oolithzusammenpackungen, welche steile, gleichstrahlige, meist aber auseinanderstrahlige Seitengrenzen haben, daß sich an diesen Grenzen die Ausgangsmitten von Halbooiden befinden, welche nach den Mitten der erwähnten Gruppenformen auswachsen und hier kleinste Quarzdrusige Zwischenkugelfüllungen bilden. In solchen säuligen Gruppengestalten sind auch Quarzdrusige Kugelteile von an Opal und Eisenoxyd reicheren Ooiden (und Stücken von solchen) verwachsen, welche ich als langsame Ausscheidungen in verdünnten wirklichen Lösungen betrachte und zwar als Spaltungsreste aus der raschen, Opal und Eisenoxyd an sich ziehenden gelartigen Ausfällung; diese treten auch in den mehr erwähnten kegelförmigen Räumen auf, welche an Pigment und Opal arm sind, was ich auf Wärmeausstrahlungskegel und ihre Beiwirkungen zur Erhaltung eines ursprünglichen Lösungszustandes zurückführe; hierbei findet durch die frühere Ausfällung in den vollständigeren Nachbarregionen noch ein Lösungsentzug statt, welcher die drusige Auskristallisation von außen nach innen und die völlig anders gestalteten, meist schlanken Ooidverwachsungen verursacht.

Es seien noch ein paar Funde besprochen, welche einen Übergang bilden zu den Karbonat-Jaspisfüllungen:

13. Zuerst ein Bruchstück einer großen flachgewölbten, mit ebenem Boden versehenen Blasenfüllung: I. Generation: Am Boden und Dach feinkörniger rotbrauner

Dolomit mit Einschluß von eckigen Porphyritstückchen, abgeschlossen durch eine diese Kriställchen dicht überkrustende Jaspislage von nur 1 mm, welche an der Umbiegungsstelle von Boden und Dach, wo der Dolomit noch außen fehlt, die Außenwand der Füllung selbst bildet. — II. Generation: Kleinkörnig beginnender und großkristallinisch endender, zuerst lichtgelblicher Dolomit, welcher eine rhomboëdrisch abgesetzte, feinschichtig kappenartig wachsende milchige Außenrinde hat, die öfters unten Manganspatfärbung annimmt. — Nach der Bodenseite und nach dem Dach zu folgt darüber nochmals feinkörniger Dolomit mit Quarz, welche hie und da wie schriftgranitisch verwachsen sind, während in der Mitte der Wölbung reiner Quarz dem Dach genähert, wie nach oben verdrängt, die großen Rhomboëderformen mit der weißlichen Rinde kurz- und starkstengelig überkrustet. — Es zeigt sich hier in jeder Abteilung ein Unterschied in der Ausbildungsweise zwischen oben und unten.

14. Bruchstück einer Doppelblasenfüllung, sehr ähnlich jener in Geogn. Jahresh. 1916/17 Fig. 20 abgebildeten in Größe und Form, nur ist der Boden nicht so eben und quer abgeplattet, sondern so weit erkennbar schief seitlich; die untere Füllung ist nur halb erhalten. Die Füllung besteht unten als I. Generation aus einem bräunlichen Dolomit mit kleinen Delessit (Seladonit?) gewachsen, darüber als II. Generation feinkörnig geschichteter Dolomit, der nach oben in Manganspat-artig gefärbten mit regelmäßigen Endflächen versehenen Dolomit übergeht (also in freier Oberfläche gewachsen war); schließlich graubräunlicher feinkörniger Dolomit überdeckt; auf der entgegengesetzten nach oben gerichteten Längsseite fehlt die I. Generation völlig. Letzterer Fund von Waldhambach leitet über zu den eigenartigen Karbonat-Jaspisfüllungen von Münchweiler.

II. Karbonat-Jaspis-Blasenfüllungen von Münchweiler.

In Geogn. Jahresh. 1916/17 S. 253—254 habe ich darauf hingewiesen, daß auch die Karbonatfüllungen in Lavablase meist eine I. Generation erkennen lassen, in welcher Boden und Dach deutlich ist, daß sie nicht selten mit Stalaktitoiden von Delessit am Boden und Dach versehen sind und daß eine darauffolgende Karbonatspatfüllung möglicherweise einer neuen ausfüllenden Wucherung des Zwischenkalzits oder auch damit vereiniger II. Generation gleichzustellen sei.

Die I. Generation ist in den Funden bei Münchweiler meist an den abgeflachten Boden und dessen seitliche Umgebung gebunden, besteht aus einem meist rötlichen Karbonatspat, in dessen mittlerer bis unterer Höhe nicht selten eine Kieselsäurelage entweder horizontal oder auch in schwachen Biegungen, mit denen der Blasenwand gleichlaufend und an der gerundeten Blasenkante aufsteigend, oben (und unten) auch die zugeschärften Kanten eine Strecke begleitend, eingeschaltet ist; sie ist opalführend und enthält Brauneisen, so daß man stellenweise von Eisenkiesel reden könnte; ähnliche Kieselsäureeinsprengungen treten auch näher an der Obergrenze der Bodenlage auf, zugleich mit einer Erhöhung der rotbraunen Färbung des Karbonats. Die Seladonitgewächse sind kurz, beginnen auch erst über der Kieselsäurelage, behalten in ihrer Entwicklung eine gewisse Höhe bei und sind mit dünnen Karbonatausscheidungen aufwärts gewachsen, treten auch im Gewächs selbst gegen das fein beigemengte Karbonat zurück; ihre Form ist Schalenbruchstückartig. — Die rote Färbung besteht unter dem Mikroskop in ganz unregelmäßigen amorphen Eisenoxydeinschlüssen in rhomboëdrischen Spaltflächen und -ecken; sie machen den Eindruck eines an diesen stattgefundenen oder eingedrungenen

bzw. etwas herangewanderten Auflösungsrückstandes (vgl. Analyse), als ob vor der späteren Ausfällung eine Art Umwandlungsunterbrechung einer älteren Stufe stattgefunden hätte. — Zu betonen ist, daß die zuerst gleichmäßig kleinkörnige Kristallisation gegen den oberen Abschluß der roten Lage oft sehr regelmäßig wird und dieser eine regelmäßige Reihe zusammenhängender, mit der stumpfen Ecke nach oben gerichteter, gleichmäßig zugewachsener Rhomboëder darstellt.

In der Mehrzahl der Fälle ist die rote Karbonatlage ungefähr dem Boden entsprechend abgeschlossen. Es sind aber auch Funde gemacht, woselbst sie sich nach oben umbiegt oder auch nach einer der Umbiegungskante entsprechenden Unterbrechung von neuem auf kurze Strecke im Dach auftritt oder sich auf die Wölbung von unten her fortsetzt; dies findet zugleich mit Resten der Kieselsäurelage statt, die, wie erwähnt, auf dem unteren Teil des Dachs der zugeschärften Bodenkante in voller Stärke auftreten kann. Die Bodenlage der verschiedenen Bildungen ist daher nicht etwa lediglich ein sedimentartiger Niederschlag aus einer Abschwemmung, hat mit dem Fluß der Schwere und der Flüssigkeitsausgleichung nicht unbedingt und allein etwas zu tun, sondern es müssen erheblich andere Umstände dabei noch wirksam sein, welche wir noch berühren werden.

Die obere Hälfte der Blasenfüllung ist meist gleichartig mit weißlichem, nicht gleichmäßig kristallisiertem großspätigen Karbonat erfüllt; die beiden Füllungsarten wurden auch chemisch untersucht.

Nach der Analyse der unteren (U) und oberen (O) Füllung, welche Dr. U. SPRINGER ausführte, ist das Karbonat ein Dolomit, an welchem sich Mangankarbonat beteiligt. Unlösliches U. (unten) $2,92 \text{ F}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ und 15,65 Kieselsäure; O. (oben) 3,61. Lösliche SiO_2 U. 2,70; O. 3,55. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ U. 0,41; O. 0,29. FeCO_3 U. 0,09; O. 0,31. MnCO_3 U. 1,38; O. 2,33. CaCO_3 U. 39,18; O. 42,66. MgCO_3 U. 36,57; O. 44,84.

Die untere, an unlöslicher Kieselsäure ungleich reichere Schicht ist zugleich die stärker gefärbte; hierin ist ein Hauptgegensatz der beiden Dolomitgenerationen gegeben.

Sehr häufig finden sich nun an der Grenze dieser beiden Dolomitgenerationen tiefrote Einschlüsse von Jaspis; sie treten nicht wesentlich und streng in nach innen hohlen Schalen auf, wie beim eigentlichen Achat, sondern in mehr nach innen gewölbten, seitlich abgesetzten Wülsten, ebenso nicht in streng konkordanter Bänderung, sondern unterbrochen oder bloß an den seitlichen Ecken der mehr oder minder wagrechten Grenzfläche der I. Generation. Wenn sie — was seltener ist — an der Wandoberfläche ansetzen, dann erkennt man, daß sie die Form von zum Teil nicht ganz geschlossenen Kieselringen haben; dies ist natürlich nur soweit möglich, als die Anwachsfläche eine seitliche Ausdehnungszunahme bietet; häufig ist diese aber beschränkt und darnach ein stärkeres Dickenwachstum deutlich.

Ob diese Kieselring-artigen Einschaltungen auf der inneren Oberfläche der I. Generation aufsitzen, an deren Seitenrändern, an den Seitenwänden oder an von oben herabhängenden Gesteinszapfen als Resten von bei der Blasenverschmelzung verschwundenen Zwischenwänden, oder in fast senkrechter Stellung, fast stets läßt sich erkennen, daß eine innen gerichtete Oberfläche pigmentfrei und kristallisiert ist, daß häufig die Jaspis- oder Jaspis-Quarzausscheidung auf einer gerundeten Oberfläche von weißem Dolomit sitzt und von Dolomit nach innen zum vollständigeren Blasenraumabschluß ohne deutliche Quarzmittenfüllung überwachsen ist.

Unter dem Mikroskop erscheint in guter Erhaltung der Kieselringe folgende Gesetzmäßigkeit; nach der Blasenwand zu ergibt sich fast stets eine Schichtung

von Chalzedon; nach der Blasenmitte zu tritt in den gleichen nach oben umgebogenen Schichten und diese zusammenfassend Quarz auf; es ist genau das gleiche Verhältnis, wie ich es bei Enhydros in Geogn. Jahresh. 1916/17 Taf. V Fig. 9 und 10 S. 184—185 und 1918 Taf. II Fig. 9* dargestellt habe. Dabei ist folgendes zu beobachten: Auf der Wandseite legt sich der Chalzedon sicher an fertig ausgebildeten Dolomit an; hier dringt nun der Chalzedon am Rand in Schnüren und Schlingen feinsten Chalzedonansätze in das ältere Karbonat ein, wie ein Mycel in faulendes Holz; eine benachbarte Randzone ist gelegentlich mit quer verlängerten Körnchen von Dolomit als kleinsten Auflösungsrestlingen erfüllt.

Außer den regelmäßigen Chalzedonwulstringen treten aber auch zahlreiche unregelmäßig verteilte in den Dolomit ein und umschließen hier und da wohl größere Rhomboëderchen, aber in der Regel gestaltlich unselbständige, völlig regellose Reste davon in allen Größen; auf der Wandseite tritt also mit vereinzelt Ausnahmen eine umfassende Resorption des vorgebildeten Karbonates ein, wie solches auch von mir bei den Kieselringen fossiler Zweischaler (Geogn. Jahresh. 1918 S. 55 § 96) behandelt wurde; es wurde damals dargestellt, daß sich an der Grenze vieler Schalen, ein auflösungswiderstandsfähiger blätteriger Aragonit und der Gesteinskalzit — vielleicht durch Gesteinserschütterungen — eine Fuge bildet, in welcher die Kieselsäure eindringt und besonders auf Kosten des Aragonits mit Resorptionsrestlingen in den Schalenkörper hineinwächst. Es wurde dabei auch schon darauf hingewiesen, daß bei Enhydros auf der Wandseite das gestaltende Eindringen der Kieselringwülste in den älteren Mordenitfilz Resorptionen voraussetzt, welche bei der Widerstandsfähigkeit dieses Minerals (vgl. Geogn. Jahresh. 1916/17 S. 84) eine erhebliche Lösungskraft besitzen mußten.

Bemerkenswert ist, daß der Chalzedon bei seiner wilden Durchwachsung des Dolomits offenbar dessen ältere Färbungsunregelmäßigkeiten in wechselnder Weise aufnimmt und gelegentlich in ganz unausgeglichenen Bändern auch noch die widerstandsfähigeren Spalt-, Kristallflächen und -ecken des Karbonats — vielleicht eben wegen eines vorhandenen Eisenoxydschutzes — nachformt; das Bild sieht nicht entfernt nach einer sogen. rhythmischen Diffusionsbänderung aus. Auf der Quarzseite fehlt die Färbung völlig; wir kommen darauf zurück.

Die weiße Farbe des Dolomits kommt von einer großen Zahl von Undichtigkeiten von unregelmäßig zackiger und verzerrter Form, welche ich für Hohlräume halte; sie sind nicht selten in einer Richtung verlängert; Fremdkörper sind es deswegen nicht, da bei der Behandlung mit schwachen Säuren kein Rückstand bleibt; es ist undichter Zusammenschluß bei der Kristallisation eines vielleicht anfänglich fast amorph ausgeschiedenen Karbonats, vielleicht auch nur darauf hinweisend, daß $MgCO_3$ in Lösung auf Kosten einer voluminöseren labilen Modifikation der $CaCO_3$ entstanden ist (vgl. LINCK in DOELTERS Mineralchemie), weshalb vielleicht auch hier ein Kalzitachat völlig fehlt.

Wie eine Bänderung von Ausfällungen von Eisenoxyd in ganz ursprünglichem Gepräge sieht aber die Färbung in den Kieselringen aus; sie besteht aus etwa $1\ \mu$ großen schwach verlängerten, unregelmäßig begrenzten, wie kurzfasrigen spitzigen Körnchen, die in Massenansammlung ein Band von rund $\frac{1}{15}$ mm in allmählicher Färbungsverstärkung bis zu einem Verdichtungsrand oder mit zwei solchen Rändern und einer mittleren Dichteverringern hervorrufen; Fugen sind nicht vorhanden, aber ziemlich scharfe Abgrenzungen. — Vgl. S. 89 Z. 12—13. —

Wovon ist die Bänderung abhängig? Das Bild, das ich z. B. beschreibe, ist eine

Füllung in einem Winkelraum zwischen älteren Dolomitekristallen, an welche die Jaspisbänderung seitlich abstößt und die Ecken der Rhomboëderchen scharf abgießt (hier ohne Resorption); nur zwei Kristallecken im Winkelscheitel werden von dem ersten Band noch abgegossen; das nächste Band ist ein Quarzlager, wie solche absatzweise noch zwei folgen, die unregelmäßig gestellten Quarzkristalle werden von den nächsten Jaspisbändern an den Ecken nur etwas abgerundet umhüllt, so unverkennbar, daß in jedem der Fälle der Quarz vorher fest vorhanden gewesen sein muß. Das den Quarz umhüllende nächste rotbraune Bändchen ist an den Spitzen wie in den Winkeln gleich breit und gleich dicht, so daß etwa von dem Einwachsen einer Kristallspitze in eine noch plastische Masse mit der notwendigen Erzeugung von Zerrungen und Dehnungen einer schon vorher erfolgten Pigmentausfällung nicht geredet werden kann. Die Quarze sind vorhanden und selbstverständlich fest da gewesen, wie im obigen Falle (S. 89) und die Bänderung ist jünger und an sie anschließend. Durch die dichten Quarzlagen kann aber Eisenoxyd in Diffusion nicht eindringen. Wenn die Bänderungsform daher eine Appositionsfolge an die Quarzlage ist, dann ist sie eine Differenzierungsfolge aus einem ursprünglich gleichmäßig verteilten Pigment durch eine von den Unebenheiten der Quarzkruste erfolgte Ausstrahlung (vielleicht Wärme), welche auf das Eisenoxyd wirkte; zahlreiche derartige physikalische Vorgänge in dichteren Flüssigkeiten und Luftarten, welche die Erscheinung der flimmernden, zitternden, in kleinsten Zwischenräumen an- und abschwellender Vorwärts- bzw. Verteilungsbewegung haben,¹⁾ können hier angezogen werden.

Das wenigstens gelegentliche Wachstum von außen und oben nach innen und unten in den Dolomitblasen ist nicht nur durch ein großes Stück bewiesen, in welchen ein nach unten hängender Verschmelzungszapfen durch Jaspis und Quarz nach unten umwachsen ist, sondern auch durch eine Riesenblase von 30 cm Länge, 15 cm größte Breite und 7 cm größte Höhe, welche in der Mitte zwischen zwei Magmenzapfen von der Blasenwand nach unten auseinanderstrahlend gestellte Baryttäfelchen enthält, welche nicht nur von weißem Dolomit völlig umwachsen sind, sondern auch hiermit benachbart und gleicherweise eng umwachsen eine wolkige Ansammlung von feinstrahligen wie schwebenden Putzen rötlicher Faserkriställchen aufweist, welche sich optisch scharf abheben von Dolomit oder Quarz und an Zeolithe erinnern; die rote Färbung sitzt den Kriställchen äußerlich auf.

Die chemische Untersuchung durch Dr. U. SPRINGER hatte folgendes Ergebnis: a) in Salzsäure unlöslich 59,48% BaSO₄, 1,36% Al₂O₃, 0,68% Fe₂O₃, 0,70% SiO₂; b) in Salzsäure löslich 1,92% CaSO₄, 0,33% SiO₂, 0,14 Al₂O₃ + Fe₂O₃, 0,49% MnCO₃, 19,00% CaCO₃, 16,41 MgCO₃, 0,10% H₂O, 0,12% SO₃, zusammen 100,73%.

Nach dieser chemischen Feststellung handelt es sich um einen feinen, ziemlich ausgebreiteten Filz von Barytfäserchen in einer die I. Generation kennzeichnenden Umhüllung von Eisenoxyd-reichem Dolomit. Die ganze Masse scheint bei der Ausbildung der II. Generation mit großen wasserklaren Baryttäfelchen und reinerem Dolomit nach innen verdrängt und umwachsen worden zu sein; es liegen hier offenbar zwei dem allgemeinen Aufbau entsprechende Generationen von Baryt

¹⁾ Ich habe in Geogn. Jahresh. 1912 S. 69¹⁾ auf einen Fall aufmerksam gemacht, welcher dem von Blasen in Magmen naheliegt; es läßt sich die Beobachtung leicht vervielfältigen, wenn man z. B. verschließbare, mit heißem Wasser gefüllte, so erwärmte Gefäße ausgießt, sie nicht zu scharf zupropft und abkühlen läßt; es tritt immer ein streng absatzweises Nachsaugen von Luft ein, welches sich durch Zischgeräusche am feuchten Pfropfen regelmäßig kundgibt.

vor, während sonst die II. Generation sich in einer Verkieselung des Schwerspats der I. Generation äußert.

Im großen und ganzen kann eine gewisse Ähnlichkeit dieser Dolomit-Blasenfüllungen mit Enhydros nicht in Abrede gestellt werden, besonders wenn man einzelne Fälle in Betracht zieht, wobei z. B. über einer Bodenlage aus Chalzedon-Opal mit Mordenitresten eine breite und dicke Auflagerung von wasserhellem Kalkspat folgt, die an den Seiten in geringem Umfang von den Wülsten der Kieselringdecke wie ausgenagt überlagert ist und ohne Chalzedonzwischenbildung gemeinsam mit dieser von Mittenquarz überwachsen ist. — Wir haben hier nur statt einer vollkommenen Kieselringdecke, welche ich schon 1916 als unter Kieselsäuremangel entstanden erklärte, eine stärker nach oben gewachsene raumabschließende Karbonatfüllung mit noch geringfügiger werdender Kieselringbildung, eine Annäherung an die Verhältnisse bei Münchweiler, welche aber eisenreich sind.

Was die Dolomitbildung bei nach unserer Ansicht entstandenen Blasensteinen betrifft, so ist zugegeben, daß Dolomit in Thermalwässern oder bei steigend erhöhter Temperatur und Druck unter geeigneten Umständen pneumatolytisch bei Einwirkung von $MgCO_3$ auf leicht und schnell lösliche labile Kalkmodifikationen¹⁾ entstehen kann (S. 93 u. 96—97).

III. Gangfüllungen im Grenzlager.

Ein Zeolithgang aus dem Grenzlager bei Albersweiler, bis 4 cm dick, einseitig nach oben mit Porphyritbrockenfüllung quer abgeschlossen, hat eine ganz dünne I. Generation aus Chalzedon (1 mm Höchstmaß) mit wechselnd dicker Erstbildung von Dolomit. Die Innenfüllung besteht aus dicken, wenig zahlreichen und sehr zahlreichen dünnen längsschief und querschief gestellten Stengelchen von Skolezit oder Natrolith (vgl. Geogn. Jahresh. 1918/19 Talböckelheim, Wendelsheim u. s. w.), welche mit rötlichem Jaspis überkrustet sind; ihre Kristallkörper sind ausgelaugt, Hohlräume und Zwischenräume mit von außen nach innen wachsendem Quarz und zuletzt noch mit Dolomit bzw. Kalkspat erfüllt; das Zeolithmineral ist noch in dem Quarz der Pseudomorphose in kleinen zahlreichen Körnerresten (Geogn. Jahresh. 1916/17 S. 286—287) eingeschlossen. An einem Stück tritt als Randbildung des Gangs eine bis 3 cm dicke Anschwellung einer weißlichen tuffigen Masse auf, welche aus hauptsächlich Quarz, Feldspat und Glimmer und vielleicht feintonigen Beimengungen besteht. In dieser Masse treten nun — offenbar in Lücken zahlreicher Austrocknungszerrungen²⁾ — zwei Generationen eines Achats auf, von welchen eine Substanz in der Außengeneration vielleicht eine tonige Ausscheidung, die andere faseriger Chalzedon und Quarzin ist; Quarz tritt auch in körnigen Ausfüllungen auf, welche wahrscheinlich mit dem Letztquarz der Kristallhohlräume und Zwischenräume der anliegenden Zeolithfüllung im Mittenraum der Kluft gleichzeitig ist. — Im Anhang hierzu verweise ich auf die am Schluß gegebene kurze Darstellung der Porphyregeoden aus dem Liersbachtal.

Ein mit Sprüngen sehr durchtrümelter Porphyrit von einem Bruch auf der

¹⁾ Ursprünglich labile Kalkmodifikation — Anzeichen von Vaterit — habe ich bei der Entstehung von Kalzitachat nachgewiesen; allgemein verbreitet scheint gallertiges Kalkkarbonat beim Kalzitachat mitgewirkt zu haben.

²⁾ Vgl. z. B. die mit Chalzedon erfüllten Zerrungsrisse im Opal von Steinheim — Geogn. Jahresh. 1920 S. 250.

rechten Seite des Kaisersbach-Tälchens unterhalb Waldhambach, woselbst sonst schöne Chalzedondrusen auftreten, hat als Erstbildung Dolomit und Kalzit mit Jaspisfunken, vereinzelt eine weißliche Chalzedontraube mit Quarz, darüber Kalzit (auch mit kleinen Jaspisfunken), der auf freien Kristallendigungen von außen milchigem Schwerspat ohne weiteres dicht über- und umwachsen ist; die Endzwischenräume dieses Minerals sind mit wasserklarem Kalkspat erfüllt.

In Albersweiler fand ich dagegen Baryt auf einem schwachen karbonatisch gebundenen Spaltenbelag aufsitzend, frei in die Spalthöhlung ragend und teilweise von zwei Generationen Kalkspat umwachsen; dies Vorkommen zeigt weniger die allgemein gültigen Absetzungen des Wachstums der Blasenfüllungen.

Mehrere Gänge von Jaspis mit Dolomit als Salband von den Kaisersbachtalbrüchen gleichen hinsichtlich der Jaspisfüllung außerordentlich dem Jaspis nahe liegenden Blasenfüllungen; beide sind aber völlig unabhängig voneinander; eine Zufuhrspalte zu Blasenfüllungen habe ich noch nicht beobachtet.

Die Gangfüllungen entstehen zum Teil in sehr alter Zeit in rings blind endigenden Zerrungsklüften und stehen als solche unter der Einwirkung der Ansaugung (vgl. Geogn. Jahresh. 1916 XXIX. S. 36—37) von Lösungsbeständen im Nachbargestein; sie müssen die gleichen Schicksalsunterbrechungen wie die Blasenfüllungen zeigen. Jüngere, spätere Gesteinsspaltenfüllungen im Porphyrit sehen erheblich anders aus und sind an Mineralausscheidungen ärmer; Baryt und Zeolithe, von welchen beiden in den Blasenfüllungen von Kaiserbachermühle (I. Generation) und Münchweiler (II. Generation) Nachweisung geschehen ist, fehlen in ihnen. Über die Bedeutung von Baryt in Achatmandeln vgl. Geogn. Jahresh. 1916. XXIX. S. 37—39.

Eine Blasenfüllung vom Modenbach.

Von Dr. AD. SPENGL.

Die Untersuchung einer von Dr. O. M. REIS gesammelten Blasenfüllung in großen Melaphyrgeröllen aus dem Rotliegendkonglomerat vom Modenbachertal zeigte in dem äußerlich an Steinmark erinnernden Material einen hohen Gehalt von Schwefelsäure sowie noch freien Schwefel, wie er bisher in ähnlichen Bildungen noch nicht beobachtet wurde.

Die Gesamtanalyse des Melaphyreinschlusses ergab Kieselsäure 42,45%, Tonerde Al_2O_3 31,44%, Eisenoxydul FeO 1,23%, Kalk fehlt, Magnesia MgO 0,80%, Kali K_2O 4,78%, Natron Na_2O 1,04%, Schwefelsaures Anhydrit SO_3 8,26%, Freier Schwefel S 0,56%, zusammen 100,56%.

Nun erinnerte die Zusammensetzung dieses Melaphyreinschlusses in qualitativer und quantitativer Hinsicht außerordentlich an jene der Solfatara di Puzzuoli bei Neapel,¹⁾ wovon eine Gesamtanalyse des Vergleiches halber hier angeführt sei: Solfatara di Puzzuoli (lufttrocken): Kieselsäure 50,62% (hiervon in 10%iger Kalilauge Unlösliches 7,69%, lösliche Kieselsäure 42,93%), Tonerde 16,23%, Eisenoxyd 0,77%, Kali 3,88%, Schwefelsaurer Anhydrit 9,90%, Schwefel freier 3,46%, Wasser bei 105° C. 2,36%, Kristallwasser 12,78%, zusammen 100,00%.

In der rezenten Bildung der Solfatara ist das Gestein weitgehend zersetzt auf Kosten des Abtransportes von Kieselsäure, Kalk und Magnesia, wogegen ein höherer

¹⁾ Zentralbl. f. Min. 1919 S. 35.

Gehalt an diesen Bestandteilen in dem Melaphyreinschluß lediglich für eine unvollkommene Zersetzung des Gesteins spricht, wie sie stärker, bei den nur in geringer Menge und rein örtlich zur Verfügung stehenden Schwefelsäurebildnern, nicht zu erwarten ist.

Interessant ist, daß sich auch in der Melaphyrfüllung ein wenn auch geringer Gehalt an freiem Schwefel nachweisen läßt, welcher als Überbleibsel einer einstigen stärkeren Schwefeldampfentwicklung aufzufassen ist, welche fast gleichzeitig mit der vulkanischen Eruption eintrat. Nachdem der Schwefel größtenteils in Schwefelsäure übergeführt war, findet er sich in der heutigen Blasenfüllung als basisches Tonerdesulfat.

Die vorstehenden Ergebnisse lassen den Schluß zu, daß es sich bei gewissen Zersetzungserscheinungen im Melaphyr um eine der Solfatara ähnliche paläozoische vulkanische Erscheinung handelt.

Achat-Septarien im Porphyr (Grenzlager, vgl. Nachtrag).

Oben (S. 95) wurden kleine Achatfüllungen in Austrocknungs- oder Vergelungszerreißen einer tonsteinartigen Spaltenfüllung von Albersweiler erwähnt.

Es ist hier die Stelle, über eine Art Achatknollen zu sprechen, welche in Porphyrmagmen und zwar Oberflächenströmen mit feinstem Lagerungs-(Fluidal-)gefüge auftreten, im Sphärolithporphyr vom Typus Grünberg im Liezbachtal in Baden; ich habe davon 1892 bei Besichtigungen mit F. SCHALCH neun verschiedenartige Stücke gesammelt. A. SAUER 1894 und F. SCHALCH 1895 berichteten darüber in Erl. zu Bl. Geggenbach und Bl. Petersthal-Reichenbach. Die Knollen kommen daselbst in den tieferen Lagen der zwischen 60 und 100 mächtigen Porphyrdecke vor, der neben dem feinen Fluidalgefüge auch bis erbsengroße Sphärolithe von Quarz in dichter Lagerung enthält; diese werden als Quarzpseudomorphosen nach ursprünglicheren Magmasphärolithen angesehen. Neben diesen Sphärolithen enthält das Gestein auch große Geoden-artige Einschlüsse, welche nach meinen Einsammlungen auf Lösungszusammenziehungen im Fluidalgefüge des sich abkühlenden Magmas, sogar mit Aufquellungen der feinsten Lagerungsschichtchen zurückzuführen sind, noch vordem die Sphärolithenbildung eintrat, welche sich erst an die rundlich kuchenförmige, gehärtete Oberfläche der Geoden engstens anschloß. Die weitere Abkühlung etc. des Magmas verursachte im Innern der auch nach SAUER keine Sphärolithe führenden Geodenknollen ganz septarienartige Zersprengungen zum Teil nach der Rundung der Geodenoberfläche, zum Teil nach dem Lagerungsgefüge, zum Teil quer dazu; nach diesen wurden Lösungsreste aus dem Körper der Geode und dessen Umgebung angesaugt. Das Ergebnis ist entweder eine drusige Quarzkruste mit Eisenoxyd auf den Wandflächen der Sprengfugen oder eine Jaspis-Chalzedonkruste mit einer Druse nach innen gerichteter Quarzkriställchen nebst Eisenglanz und Goethit oder über einem Randbelag von dunkelblaugrauem Chalzedon als I. Generation, eine Innenfüllung von feinstens achatartig gebändertem, Opalführenden milchig bläulichen Chalzedon als II. Generation. Dabei sind gelegentlich auch von der I. Generation rings eingeschlossene Bündel eines chalzedonisierten stengelig-faserigen Zeoliths zu erwähnen. Wir haben hier eine völlige Gleichheit mit dem Aufbau der Blasenachate und die Gewißheit einer sehr frühen Entstehung der Hohlräume und ihrer Lösungsansaugung. Was die Gleichheit besonders hervorhebt, ist der Umstand, daß hier als Anfang der II. Generation auch Horizontal-schichtung in Flüssigkeitsspiegellagen des Achat zu beobachten ist, welche ganz

vereinzelt auch in den Blasenachaten der Nordpfälzer Mulde (Olsbrücken) aufgefunden wurde (Geogn. Jahresh. 1918 Taf. II Fig. 13 S. 50—51). A. SAUER faßt die Sphärolithisierung des Porphyrlagers mehr als Folge eines Zerfalls der teils wohl glasigen, teils mikro- bis kryptokristallin-felsitischen Porphyrmasse auf, welche allerdings sehr früh, schon unmittelbar nach der Ausströmung beginnen kann.

Allgemeine Ergebnisse.

Über meine Auffassung hinsichtlich der Entstehung der Achatfüllungen in den Blasenräumen und in Gangklüftchen von basischen und sauren Lavadecken besonders des Saar-Nahe-Gebietes habe ich nicht nur in Geogn. Jahresh. 1918/19 S. 28—89 § 1—181 eine größere, sondern auch in der Übersicht der Mineralien und Gesteine der Rheinpfalz (Geogn. Jahresh. 1918/19 S. 203—205) eine kürzere Zusammenfassung gegeben. Die Ausfällung und mineralische Ausscheidung wird aufgefaßt als Folgen der allmählichen Verminderung des inneren Gasdrucks infolge von starker Abkühlung des hochgespannten heißen Blaseninhalts bei festgewordenen Blasenwänden, der Umwandlung dieses Ausdehnungsdrucks in Spannung und der dadurch bewirkten Ansaugung der im Gestein vorhandenen Lösungs- und Gasreste, welche also als erste diagenetische Umwandlung in dem sich zur Festigkeit einrichtenden Gesteinsgefüge unter allmählicher Erhaltung entsteht. Letztere kann auch wieder unterbrochen sein durch Neubedeckung des erkaltenden Stromes mit heißen Lavaströmen und durch die postvulkanischen Vorgänge, welche um so nachhaltiger wirken können, je näher der Strombereich den Aufstiegsalten gelegen ist; es stehen diese regelmäßigen Absetzungen in Beziehung zu den mineralischen Ausscheidungsabteilungen (Generationen), von welchen es drei oder auch mehr geben kann.

Wir haben nun oben mehrere wichtige Beispiele zu den früheren hinzugefügt (S. 83 und S. 87), welche beweisen, daß die Mineralausscheidungen der älteren Abteilungen schon in gewissem Umfang fest und bruchfähig waren, ehe die jüngeren begannen bzw. zur Festwerdung einsetzten; daß die älteren erst mit dem noch möglichen Durchzug der Lösung zum Teil ihre endgültige Erhärtung und den Durchzugsabschluß erhielten, zum Teil aber auch bei diesem Durchzug durch Umwandlung und Stofffortführung verändert und wieder durchlässig werden konnten. Diese Vorgänge werden immer noch unter postvulkanischen bis thermalen Einflüssen begriffen, nicht unter der Wirkung einer subaerischen Verwitterung kurzweg, deren Entfaltungsbereich sie allerdings nahe berühren.

Wenn zwar der verminderte Gasdruck in den unter Abbröckelung erhärteter Teile der Seitenwand endlich rings festgewordenen Blasen zu einer allgemeinen Nachsaugungsspannung führt, welche besonders bei der I. Generation durch gewisse und rasche Gasentlastung der rings eindringenden Lösung zu einer ziemlich gleichmäßigen Ausflockung bzw. Ausfällung leitet, so werden bei langsamerem späteren Lösungsnachzug auch die Einzelheiten des Wärmeverlustes gemäß der Blasenform mitwirken. Ein Blasenraum mit flachem Boden und schon nur mäßig gewölbter Decke wird an letzterer stärker gerundeten Fläche nach oben eine größere Abkühlung erfahren als an dem flachen Boden; dieser Unterschied wird sich schon bei der anfänglich beginnenden Füllung mit Kieselsäurelösung bemerkbar machen; letztere wird besonders in der Wölbung der Blase rascher abgekühlt und das von oben abfallende kühlere Gas- und Dampfmenge wird auch die Entgasung der Flüssigkeit dort etwas beschleunigen, auch wird die kolloidale Lösung als Gel an der dach-

förmig mehr und weniger steilen Wand festgehalten, während noch flüssigere Teile nach der wärmeren Bodenflur abtriefen; je nachdem kommt es vor, daß von der Wölbung mehr abfließt und der Boden einen dickeren Belag erhält oder auch, wie nicht selten, umgekehrt, daß der Belag vom Boden mehr oder weniger hoch die auch steileren Seitenwände noch hinaufreicht, auch an der Decke und Vorragungen der Seitenwand stellenweise festgehalten wird. Oder es kann begegnen, daß in dem Umbiegungskantenwinkel zwischen Dach und Bodenflur die ganze Gelmasse nach oben und unten innen auskeilend festgehalten wird. Dies wäre besonders dann der Fall, wenn bei vorhandenem mehr und weniger ausgeprägtem fluidalen Gefüge eine schichtmäßige Wärmeableitung im Sinne der Bodenfläche nach außen lebhafter gefördert wird. Die Winkelstelle zwischen Bodenflur und Dachfläche ist für das Gefüge wichtig. Ich besitze eine Blasenfüllung (Uruguay) mit ausgeprägter Bodenfläche; auffällig ist in der II. Generation Bodengegend eine die Bodenfläche an Umfang weit überschreitende hoch hinaufreichende Horizontalschichtung in dicken Flüssigkeitsspiegellagen, welche seitlich an die gewölbte Wand dünne Ableger aufwärts schicken; zuletzt tritt der Mittenquarz der II. Generation auf, vom Gewölbe her bis nach innen geschlossene Kristallmasse, dagegen unten der Bodenschichtung entsprechend und hinten an dem gerundeten Blasenteil weiter hinaufreichend sehr wenig geschlossener Quarz und mit breiten kristallfreien Lücken, welche nun durch weiße, annähernd horizontal geschichtete Opallagen erfüllt sind; darüber scharf abgesetzt eine vollständige III. Generation. — Bemerkenswert ist nun, daß in der II. Generation vorne die Trennung zwischen oben und unten haarscharf durch die Halbierende des Kantenumbiegungswinkels (60°) begrenzt ist; es ist dies eine Einigungslinie zwischen den verschiedenen Einflüssen auf die Auskristallisationen am Boden und am Dach besonders zunächst der vorderen scharfen Kantenumbiegung und ihrer bemerkenswerten Verschiedenheiten. Während die Horizontalschichten am Anfang der II. Generation meist wie Flüssigkeitsspiegel sehr ebenflächig sind, erscheinen die der Mittenquarzentstehung entsprechenden flachbogig mit großem Krümmungsradius begrenzt und leiten von fern zu den hochbogigen mit kleinem Krümmungsstrahl über.

Soweit das Eindringen von Kalklösung oder Kalkspatbildung möglich ist und keine rasche Abscheidung als Vaterit oder Gel mit Kieselsäure zur Kalzitachattbildung oder zu Kalkzeolithen führt, welche an den Wänden festgehalten werden, so wird diese nach dem Boden zu vollständiger abtriefen, wodurch das vorwiegende Auftreten selbständiger Lagen von Karbonatauskristallisationen hier erklärlich ist. Bei selten fehlendem Kieselsäuregel wird Karbonat auch an den Seitenwänden festgehalten, soweit es nicht gelartig ausgefällt und von sich aus weniger beweglich ist.

Es wurde weiter festgestellt, daß bei Blasenverschmelzungen in noch nicht vorgeschrittenem Zustand der Grundmasseauskristallisation mehr oder weniger umfangreiche Teile der die Blasen ursprünglich trennenden Magmenwand bei einem dem Verschmelzungsvorgang entsprechenden Zurücktreiben des Magmas eine fluidale Richtung des Gefüges verursachen, welche für die Ableitung von Wärme bevorzugter sein muß, und auch von Anfang eine gewisse Abströmungsrichtung einleiten, welche hier für die Entstehung der sogen. Einfluß- (vielmehr Abzugs-) kanalschlitze (Septaleinschaltungen) maßgebend sind; hiermit ist eine Grundbedingung der mineralischen Ausscheidung in den rings geschlossenen Blasenräumen gegeben.

Was die Kristallisationsform der Ausscheidung betrifft, so wirkt hier offenbar immer noch die andauernde einseitige Ansaugung nach innen, welche Platz schafft

für die Aufnahme von Lösung und Abfuhr des Mittels und die Überwindung der steigenden Widerstände des Einzugs von außen her; dabei wird die bei der Auskristallisation sich stets wieder von neuem bemerkbar machende Verstrahlung der Faserbündel von außen nach innen verursacht, welche bis in die Spitzen der letzten innersten Quarzkristalle maßgebend ist; sie ist schließlich bei ständiger Lösungszufuhr besonders in den Faserbündeln seitlich völlig raumabschließend und ohne andersartige Zwischenfüllungen.

Es ist aber auch die Möglichkeit zu erwägen, daß die einseitige Abkühlung sehr langsam wirkt und zeitweise ganz nachläßt, daß dabei dann weniger Kieselsäure angesaugt und Lösungsmittel abgetrieben wird, das Gefüge weniger dicht wird; so scheint der Fall gegeben zu sein zur oolithischen Ausscheidung, zu einer Verlagerung der Anfangskörperchen von der Außengrenze der Schichtchen nach deren Innerem, von einem viel verteilten Abzug der Kieselsäure zur Quarzbildung, zur zeitweisen Abwendung von einem Mittenquarz, ja sogar in der Nähe der Abzugsquerscheiden (Septalunterbrechungen) zu rückwärts gewendeter, mit Auslaugungen dahin verbundener Quarzentstehung. Es könnte das auch einen Übergang zu dem entgegengesetzten Zustand bilden, zu einem von oben wirkenden Lösungsdruck mit verstärktem Zuzug von Lösungskomponenten (Kalkkarbonat) für Dolomitbildung von der Verwitterungsdecke her, dagegen zeitweise zurücktretenden Ansaugungswirkungen.

Für das Vorhandensein von gelegentlich bald nachfolgenden erheblichen Druckwirkungen zeugt auch das Auftreten des bei dem oolithischen Achat von Duchroth festgestellten Eindringens von Karbonatlösung durch Haarspältchen in das Oolithgefüge hinein mit Kieselsäureauflösung bzw. von Bildung dichtgestellter Karbonatkriställchen mit randlichem Einschluß von Opal im Karbonat und Umwachsung der Chalzedonoolithkörner; jedenfalls eine seltene Erscheinung, welche ausnahmsweise wirkender Annahmen bedarf (vgl. Geogn. Jahresh. 1916/17 S. 218 Fig. a—f).

Die drusig zuwachsenden Zwischenkugelfüllungen bei dem Münchweiler Stück sind aus dem Mangel an zentripetalem Zug und an Nachschub von dicker Lösung, bei Vorhandensein von mehr Lösungsmittel zu erklären; während bei einseitig auskristallisierendem gewöhnlichen Achatchalzedon die nach innen verstrahlenden Faserbündel engstens seitlich sich aneinander anschließen, fehlt bei dem oolithischen Wachstum mit Zwischenkugellücken die gleichmäßig erhaltene Lösungsdurchzugsrichtung und der ausreichende Lösungsgehalt. Die Zwischenräume werden ohne mittenstrahlige Faseranordnung mit Lösungsresten aus der Umgebung nur annähernd erfüllt. Das Fehlen einer nach der Mitte der Druse gebundenen Ausscheidungs- und Zuzugsrichtung macht sich bei dem oolithischen Achat in allen Einzelheiten (vgl. S. 90) bemerkbar. Es ist nicht anzunehmen, daß die Zuzugskräfte nach dem Blaseninnern etwa ab- und wieder zunehmen, sondern daß von dem Blasenumfang weg wirkende, stärkere Kräfte entgegengesetzte Lösungsbewegungen verursachen, welche über ein Gleichgewicht hinarbeiten; vielleicht geschieht dies lediglich durch stärkere Entzugswirkungen aus benachbarten größeren Blasen her, bis zu deren dichterem mineralischen Abschluß (S. 101—102).

In den südostpfälzischen Jaspisfunden in Blasenfüllungen treten statt der sonst fast überall umgewandelten und umgeformten Bänderung auch ursprünglich gestaltete Bänderungen auf, welche ich für gleichzeitige Ausfällungen von Opal und Eisenoxyd¹⁾ halte. Die Ausfüllungsursache ist nicht eine Diffusion von Eisen-

¹⁾ Kaum würden die weißen Bänder als erste am leichtesten ihren Eisenoxydgehalt verlieren, der dann in Durchsinterung weitergewandert wäre; es ist ursprüngliches Verhalten.

oxyd vom Außenrand der Blase u. s. w., sondern eine innere, die eines von den Formen des festen Anlagerungsrandes abhängigen inneren Bänderzerfalls und -anordnung nach Maßgabe des DAUBRÉE'schen Versuchs; es kann als eine innere rhythmische Ausfällung betrachtet werden. Ich möchte hinzufügen, daß der Unterschied zwischen der hier vorgetragenen Ansicht und jener von R. LIESEGANG nicht so groß wäre, wenn nicht letzterer Forscher den DAUBRÉE'schen Versuch zur Erklärung der Achatstruktur ganz abgelehnt hätte.

Über die Runzelbänderung und ihre gesetzmäßigen Einzelheiten habe ich keine weiteren Beobachtungen anstellen können. Ich möchte darauf aufmerksam machen, daß ich in Geogn. Jahresh. 1921 S. 249 bei der Entglasung von Opal auf die Entstehung eines Kreuzgeflechtes von feinsten Fasern hingewiesen habe, welches auch bei der Entstehung von Chalzedon aus Kieselsäuregel von Anfang an oder auch erst bei einer späteren Umwandlung aus opalhaltiger Ausfällung als innerlicher intermittierender Vorgang eingetreten und die sogen. Drillung hervorgerufen haben könnte (vgl. Geogn. Jahresh. 1918 S. 48 § 78).

Die rätselhaften Moosachatfasern und die an sie anschließenden Stalaktitoiden scheinen mir durch unsere Erklärung dem Verstehen näher gebracht werden zu können; es sieht aus, als ob sie den ältesten Ansaugungsvorgängen entstammten, indem durch porenartige oder sprungfugenartige Zwischenräume zwischen den Kristallen als Durchlässen in der Grundmasse Lösung unter starkem Ansaugungszug eindringe und daselbst sofort koagulierte, daß durch die nachdringende Lösung die vorherigen Gelstränge und -punkten vorgeschoben würden und so zu Wänden und Fäden von der Blasenwand aus fortwüchsen, bis sie eine gewisse Härte erhalten hätten; weiter und später nachdringende Lösung würde auch an deren Verdickung teilnehmen und schließlich würden die Stalaktitoiden zusammenfließen, gelegentlich auch Zwischenlücken lassend, welche erst durch die II. Generation in charakteristischer Halbsphärolith-Schichtung der beginnenden II. Generation erfüllt würden. Von der Abhebung derartiger Gebilde von der Wand sind Anzeichen da (S. 91).

Ich habe neuerdings auch Blasenfüllungen in Basalten zu untersuchen Gelegenheit gehabt und finde da Stalaktitoiden der I. Generation gestaltet wie ein Häufchen Wurm Kot, der durch den Anus als Pore gepreßt ist; der Stoff ist ein dem Malthazit ähnliches Mineral, wie etwas Vergleichbares auch in Blasenräumen des Grenzlagers der Nordpfalz bekannt gemacht wurde (s. Mineralien und Gesteine der Rheinpfalz, Geogn. Jahresh. 1918/19 S. 185—186); es wird eigens²⁾ untersucht. Auffällig ist, daß in der Umgebung der damit erfüllten Blasenräume ein Zersetzungshof auftritt, von welchem fadenartige Gebilde wie Moosachatgewächse in die unzersetzten Grundmasse nach außen vordringen! Weiter ist auffällig, daß jenes Mineral in den Schlotbrekzien in Bruchstücken auftritt, also eine sehr alte Entstehung besitzt.

Die der kleinen Chalzedon-Oolithblase (S. 86—89) benachbarten und sie seitlich und oben völlig umgebenden, zum Teil sehr großen Dolomit-Jaspis-Blasen haben offenbar bei ihrer Entstehung durch reichste Gasentbindung und Verschmelzung einerseits eine stärkere Abkühlung, andererseits auch eine Aufstiegverzögerung erlitten. Erstere zieht die immer zuerst eintreffenden Karbonatlösungen in umfassenderem Maße in der I. und besonders II. Generation an sich; eine Zerteilung des Lösungszuzugs wird bei den größeren Fließwiderständen des Kieselsäuresols besonders bei Kieselsäurearmut leichter eintreten; indessen wird sich die Aus-

²⁾ Erläuterung zu Bl. Brückenau und Geroda (vgl. Anm. über Porphyrblassenhüllen).

faserung aus dem Gel bei der Oolithblase nur absatzweise in vorübergehenden Zuständen annähernd allseitigen Gleichgewichts in und um die Blase herum oolithisch gestalten; es wird sich um die gleich allseitige Abführung des Lösungsmittels und Lösungserleichterers handeln. Nachdem nun am Schluß der II. Generation die Ausfüllung der großen Blasen mit Dolomit-Jaspis zum großen Teil erfolgt ist, kann in der Oolithblase eine III. Generation (mit nur ganz untergeordneten Ooidbildungen in einer Lage) vorwiegend einseitig nach innen ausfasernd auskristallisieren. Doch auch hier macht sich bei immer noch zurückgehaltenem Mittenzug der Kieselsäuremangel erkennbar, indem in einem Schichtenpaket vor dem endlichen regelmäßigen Mittenabschluß „exzentrische“ Felder von mit den Spitzen je nach innen rückwärts gerichteten Drusenkristallisationen aus Quarzin und Quarz auftreten, welche auf eine Unterbrechung des Mittendurchzugs hinweisen und eine völlige Ruhelage als Gleichgewicht zwischen außen und innen andeuten, welches sonst nur das letzte schwache Atemziehen und Ausatmen der ursprünglichen Spannung begleitet; in dem zwar nach der Mitte schon abgegrenzten Ringspaket hat diese Unterbrechung des Durchzugs bewirkt, daß nach einer als Vorbote zu deutenden ungleichmäßigen Ausfaserung bzw. Lösungsversorgung in der Masse nunmehr eine innerliche Ausscheidung von Quarz über Quarzin aus verdünnter Lösung erfolgte. Auch geperlte Hohlräume entstehen in solchem Falle (G. J. 1916/17 S. 152 Fig. 22—23).

Nachtrag zu Achat-Septarien im Porphy (S. 97 Z. 20).

Diese „fluidalen“ Porphyströme des Odenwalds und Schwarzwalds haben wir im Norden der Pfalz nicht in ursprünglichen Ausbreitungen, wohl aber zahlreiche Gerölle davon im Oberrotliegenden über dem Grenzlager zugleich mit Geröllen des großquarzigen Porphyrs, von welchem wir ein Anstehen S. Neustadt a. H. kennen. Wir leiteten daher diese Gerölle von dem damals noch freiliegenden Landrücken südlich der Donnersberger Mulde der Hochsteiner (Soeterner) Schichten ab und glauben, daß auch effusive Porphyre noch unter der Pfälzer Trias in Resten verdeckt sind. Der Unterschied mit der Nordpfalz besteht darin, daß die Porphyrmagmen in der Südpfalz, an der Obergrenze des granitischen Grundgebirgs anlangend, frei ausfließen konnten wie rechts des Rheins, während sie in der Nordpfalz das mächtige Karbon und Permkarbon vorfanden, in welchem sie stockförmig als Quarzporphyr oder Felsit emporbrachen und stecken blieben. Ob die Porphyre felsitisch oder quarzförmig sind, das hängt nicht davon ab, ob sie effusiv wurden oder intrusiv blieben (wenn auch die effusiven Porphyre der Regel nach felsitisch sind), sondern von anderen Umständen.

Inhalts-Übersicht.

	Seite
Das Grenzlager und seine Begleitschichten	75—80
Das Auftreten der Blasen im Grenzlager	80—83
I. Die Jaspis-Achatfüllungen (Albersweiler, Kaiserbachmühle, Münchweiler)	83—91
II. Karbonat-Jaspis-Blasenfüllungen von Münchweiler	91—95
III. Gangfüllungen im Grenzlager	95—96
Eine Blasenfüllung von Modenbach. Von Dr. A. SPENGLER	96—97
Achat-Septarien im Porphy (Grenzlager)	97—98
Allgemeine Ergebnisse	98—102
Nachtrag zu Achat-Septarien im Porphy (S. 97 Z. 20)	102

Kalkalgen und Seesinterkalke aus dem rheinpfälzischen Tertiär.

Von

Dr. Otto M. Reis.

(Mit 3 Tafeln und 3 Textbildern.)

In den Erläuterungen zum Blatt Donnersberg hat der Verfasser S. 313—319 Algenvorkommen im Kalksinter des Miozäns der Rheinpfalz etc. beschrieben und auf eine Anzahl neu gefundener unter vorläufiger Namensangabe aufmerksam gemacht. Die beschriebenen sind eine zu den Rivulariaceen (Ordnung Spaltalgen) gehörige und zwar zu Sinterbänken von gewisser Ausdehnung Anlaß gebende Art einer Gattung *Ternithrix compressa* und zwei Arten einer Gattung, von welchen eine bisher schon benannt, in die Nähe von *Cladophora* gehören: *Cladophorites incrustata* LUDWIG spec. und *Cladophorites helix* spec. nova (früher als „*Confervites*“ beschrieben).

Die zwei Typen stellen Gegensätze in der Erhaltung dar: *Ternithrix* ist in ihrer langen einseitig offenen Zellscheide im Lebensprozeß verkalkt, ist also in Massenentwicklung Kalkbank-bildend, *Cladophorites* wird in einzelnen Zweigen und Rasen von Kalk umschlossen, nachträglich auch in ihrer Zellhöhlung von Kalk erfüllt und die dabei noch ausdauernde organische Zellwand fault erst später aus; wir haben also hier in einem pflanzlichen Körper Steinkern und Abguß, während im ersteren Falle sozusagen Schale und Ausfüllung vorhanden ist.

Wir werden nun noch die anderen nur dem Namen nach erwähnten näher kennzeichnen und dabei die schon in Erläuterungen zu Blatt Donnersberg genauer beschriebenen in kurzer Kennzeichnung an richtiger Stelle einschalten.

Die angefertigten 100 Gesteinsdünnschliffe werden uns Gelegenheit bieten, uns zum Schluß über die Entstehung von Seesinterkalken (Stromatolithen) und Oolithen zu verbreiten; hiermit wird an eigene frühere Untersuchungen im Geogn. Jahreshefte 1902 wieder angeschlossen. Es wird späterer, auf die mikroskopische Untersuchung der betreffenden Gesteinsarten und ihrer Algeneinschlüsse gerichteter Einsammlung vorbehalten sein, die mitgeteilten Tatsachen zu verbessern und zu vervollständigen.

Die beigegebenen Tafeln sind Dünnschliffphotographien; was hier schwarz erscheint ist ein dichter Kalk, welcher indessen durchaus nicht undurchsichtig ist, aber doch bei der photographischen Wiedergabe lichtlos wirkt; dafür heben sich die von hellem großkörnigen Kalkspat erfüllten pflanzlichen Formen gut ab, was bei noch dünnerem Schliff, der übrigens bei diesen Kalkgebilden schwer ohne Schaden am Gesamtbild zu verursachen, herzustellen ist, nicht in gleicher Weise mehr der Fall ist; die Schliffbilder sind bei weitem deutlicher als die

Tafeln vermuten lassen. Die Herstellung der zahlreichen photographischen Aufnahmen, von welchen die zum Abdruck gebrachten nur eine kleine Auswahl sind, verdanke ich der Mühewaltung von Herrn Dr. ARNDT.

Allgemeines über die Art des Vorkommens.

(Textbild 1.)

Abgesehen von der systematisch an den Anfang gestellten *Ternithrix*, deren Auftreten einfach bankartig ist, gilt das folgende für alle übrigen Gattungen und Arten.

In dem Geogn. Jahreshfte 1902 S. 259—274 mit Tafel V hat der Verf. bei einer ersten genaueren Behandlung der pfälzischen permkarbonischen Seesinterkalke (Landschaftenkalke, Stromatolithe) auch einzelne tertiäre Vorkommen aus der Rheinpfalz kurz besprochen und diese mit den permkarbonischen auf eine Stufe gestellt, welche sich aber im allgemeinen durch ihren hohen Gehalt an feinverteilter organischer Substanz, dunkle Farbe (Anthrakonite) von den tertiären unterscheiden. Einschlüsse von pflanzlichen Gewächsen wurden in jenen nicht nachgewiesen; ebensowenig hat KALKOWSKY solche in dem umfassenden Material aufgefunden, welche er zur Grundlage seiner Bearbeitung der Oolithe und Stromatolithe machte (Zeitschrift d. D. geolog. Gesellsch. 60 S. 125); er glaubte an die Wirkung gestaltlich nicht erhaltungsfähiger niedrigster pflanzlicher Organismen. Die Ursache des Gehalts an organischer Substanz sah ich in dem Einschluß faulender, schleimig gewordener Pflanzenteile in kolloider Form, deren organische Täuscheformen verursachende Ausfällung bei der Gestaltung der Sinterkalkgewächse maßgebend war (vgl. auch N. Jahrb. f. Min. etc. 1908 II. S. 127). Ich habe bei der Untersuchung einer „stromatolithischen“ Umhüllung eines *Calamites* aus dem Unterrotliegenden (Permkarbon der Rheinpfalz (Geogn. Jahresh. 1913 S. 113—120) nachweisen können, daß dieser Verkalkungsvorgang in gewissem Umfange auch fähig war, Teile dieser umkrusteten Pflanze in Zellstrukturen zu erhalten, während in dem Kalkgewächse selbst jede Andeutung von Pflanzenresten fehlt.

Die vorliegenden tertiären Kalkgebilde dieser Art haben sehr ähnliche äußere Gestaltung, sie berühren sich auch mit den Formen gewöhnlichen Quellsinters mit rillenartigen, warzigen, traubigen, buckeligen, stämmigen und schwach verzweigten oder einfach gewölbten mit mehr oder weniger tiefen eckigen, rupplichen, zusammenhängenden oder röhrenartigen Einschnitten der Oberfläche.

Die Unterseite zeigt entweder die Überkrustung einfacher Bodenwölbungen oder z. B. die vom Schalenbuckel zweischaliger Muscheln, welche mit der gewölbten Seite nach oben liegen, von gerundetem Haufwerk von *Phryganidenröhren*, von *Neritina*, *Helix* oder *Hydrobia* oder gar die aufragende Oberfläche von einem faustgroßen Sandsteingeröll. Einzelne größere Knollen zeigen unten auch schmale fast parallele Rillen, wie, am ehesten vergleichbar, Kalkwasseraustritte solche feinwellenförmige, rillige Krusten selbst an senkrechten Wänden sehr häufig absetzen. Senkrechte Krusten werden auch an meterhohen Anhäufungen im Cerithienkalk erwähnt werden, an welchen stufige und wellenförmige Absetzungen der Oberfläche auftreten. Andererseits ist ein ganz schichtartiges Auftreten zu erwähnen (Birkweiler), welches freilich durch pflanzliches Wachstum ganz erheblich unterstützt ist.

Die Ablagerungen, in welchen die Gebilde vorkommen, sind vorzugsweise die halbsüßen und brackischen Schichten der oberen Landschnecken und Hydrobienstschichten, aber auch die brackischen Schichten mit *Milioliden* (deren Schalen zu-

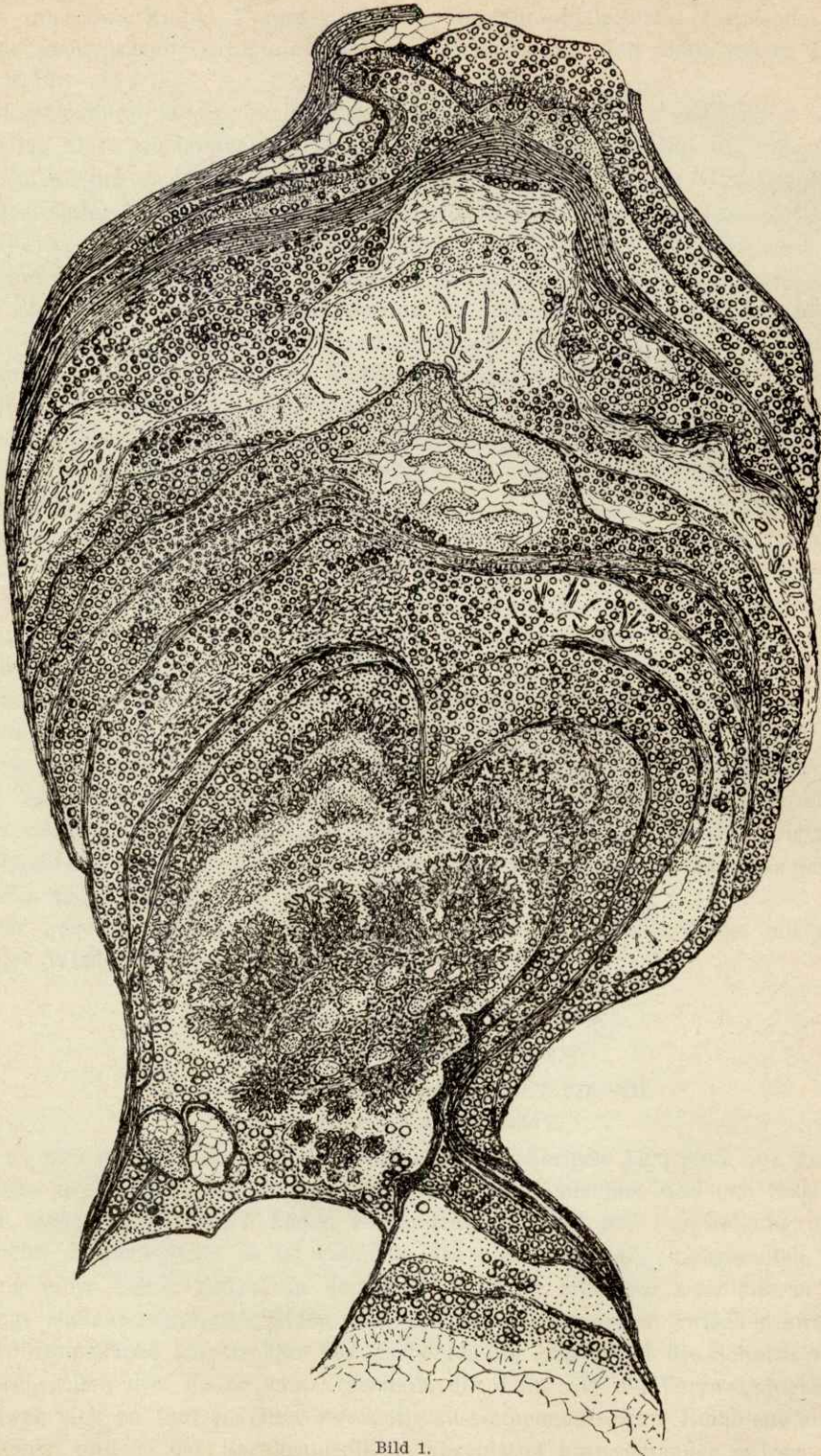


Bild 1.

Übersicht eines Algen-Gesellschaftstockes in achtmaliger Vergrößerung. Die im oberen Drittel enthaltene Lage mit *Cladophorites* ist, um sie von der Nachbarschaft etwas abzuheben, heller gezeichnet, aber in der Tat so dicht und feinkörnig (dunkel) wie die Umgebung, sie ist nur nicht geschichtet. Im Kern des unteren *Brachydactylus digitalis* findet sich ein Bryozoenstockrest.

rücktretende Verkalkungsstärke erkennen lassen), endlich auch die mehr marinen Cyrenenmergel mit vereinzelt *Bryozoen*, umfassen also die höheren oligozänen und die miozänen Kalke, Mergel und Tone des rheinpfälzischen Tertiärbeckens. Über die geologischen Verhältnisse vgl. Erläuterungen zu Blatt Donnersberg 1921 S. 170, S. 173—174.

Diese tertiären Seesinterkalke der Rheinpfalz enthalten auch gelegentlich oder nicht selten Algen niederster Art; sie beteiligen sich aber, wie dies für die runden Kalkknöllchen der noch gegenwärtig sich bildenden dicken Schnegglande am Bodenseeufer bei Konstanz von SCHMIDLE (N. Jahrb. f. Min. etc.) festgestellt ist, in mehreren Arten an den sonst einheitlichen Aufbauten; es wird dies auch von botanischer Seite bestätigt. Bild 1 zeigt ein solches Kalkgewächs in seinem senkrechten Stand in achtmaliger Vergrößerung, in welchem Rasen von fünf Algenarten in mehrmaliger schichtig hüllenartiger Wiederholung und in ebenso häufiger Einschaltung durch einschlußfreie Kalklagen getrennt sich beteiligen. Das Handstück (Fundort Bockenheim) allein zeigt rundum 12 mehr oder weniger vollkommen hereinragende, voneinander getrennte aufrecht stehende Gewächse von ähnlicher Größe inmitten eines feinkörnigen Kalkooliths, der näher am Fuße des Gewächses grobkörnig ist, nach oben an Korn abnimmt und in einer noch höheren Lage mumienartig umhüllte Muschelschälchen enthält. Die voneinander getrennten Nachbargewächse zeigen im wesentlichen entsprechenden Aufbau, d. h. die Schichten **mit** Algeneinschlüssen und **ohne** solche wechseln in ähnlicher Folge, Art und Dicke miteinander ab oder die verschiedenen einander gleichen Algenbesiedelungen werden durch die dichten Kalkzwischenhaltungen gleichzeitig unterbrochen. Die dichten Zwischenlagen gehören auch der Ausfüllungssedimentation des Stockwachstums an; sie setzen nicht ins Gestein fort. Die Gewächse endigen ziemlich in gleicher Höhe und es beginnt ohne Schichtfuge eine gewisse Änderung in dem Vorgang, welcher auch wieder schichtige Ausbreitung hat und von neuem anhebt. Die an dem Aufbau beteiligten Arten sind folgende: *Chlorellopsis coloniata*, *Dendractis brevis*, *Brachydactylus radialis*, *Cladophorites* (?) *intermedia* und wahrscheinlich auch *Microchorton claviger*.

Das gegebene Bild ist ein vielfältiges, es gibt aber auch Stücke mit ganz eintöniger Wiederholung, z. B. lediglich von *Chlorellopsis*.

Spaltalgen — Rivulariaceen.

Ternithrix compressa REIS.

Erläuterungen zu Blatt Donnersberg 1921 S. 313—316.

Tafel IV Fig. 1 u. 2 und Textbild 2.

Von den Fäden dieser zu den *Rivulariaceen* gehörigen Alge sind nur die im Wachstum verkalkten Scheiden erhalten; an einem Stämmchen sind den Scheiden nach zu schließen, nur 4—5 Fäden vorhanden; das Bild der Verzweigung bietet keine echte Verzweigung; es ist vielmehr das einer eng zusammengefaßten Einschaltung eines neuen Fadens in dem Zwischenraum zwischen zwei älteren eng und längs aneinandergelegten Fäden. Im Querschnitt kommen so zwischen zwei an der Berührungsfläche abgeflachten Fadenscheiden am Außenrand des Schnitts einer oder zwei, selten drei Fäden zum Vorschein, die dann von der Verzweigungsstelle weiter weg sich zu fünf in einer zweiseitig zusammengedrückten Reihe eng aneinander gelegt und an der Berührungsfläche abgeplattet hintereinander ordnen. Die gemeinsame Oberfläche ist ziemlich glatt.

Der Querschnitt der einzelnen Fäden ist $63,5 \mu$, der der zusammengesetzten geht bis zu 260μ (Längsachse); die Länge der Fäden ist meist über $0,98 \text{ mm}$, bis 1260 und 1640μ beobachtet; die Dicke der Scheide ist ungefähr $3,5 \mu$.

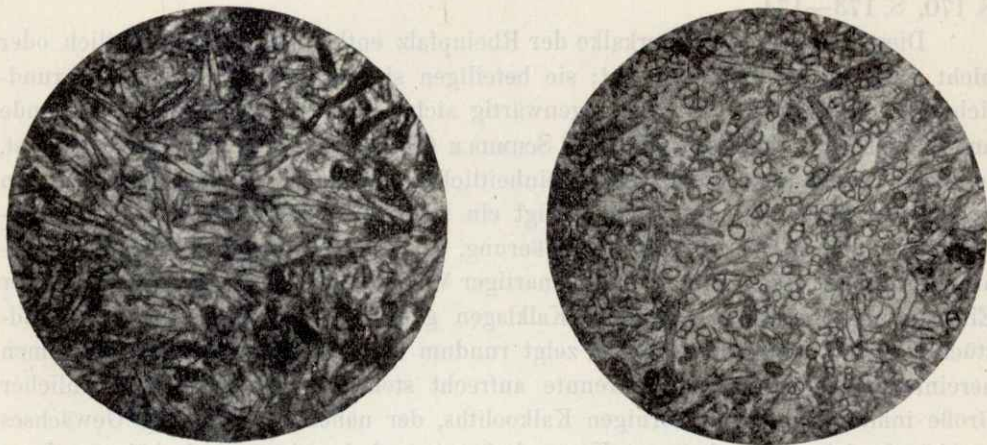


Bild 2

Ternithrix compressa REIS; links Flachschliff, rechts Querschliff durch die Schicht; links Längsschnitte durch die fadenförmigen, durch Einschaltungen verzweigte Algenkörper, rechts hauptsächlich Querschnitte durch diese mit meist eiförmig-länglichem Umriß und Teilung in zwei, drei und vier Fadenschnitte, welche gradlinig aneinander stehen. Vergrößerung 25 Durchm. — (Phot. Dr. ARNDT.)

Der Fadenanfang ist spitz, das Ende der Scheide ist quer abgestutzt und dünn.

Das Gefüge der Scheide ist wie längsgefaserter, die Kristallelemente müssen diesem Längsgefüge nach verlängert sein; indessen zeigt sich auch im Querschnitt der Röhren eine ringsläufige Streifung, welche wohl darauf hinweist, daß ursprünglich eine lagerhafte Zusammensetzung der Scheide bestand, in welcher die Verkalkungsteilchen angeordnet waren, und deren Urgefüge durch die ziemlich dichte Verkalkung doch nicht ganz undeutlich gemacht wurde. — Die Wände benachbarter Scheiden des gleichen Algenkörpers zerfließen völlig ohne Trennungslinie, wie bei lebenden *Rivulariaceen* ein Zusammenfließen der Scheiden in noch ¹⁾ weichem und schleimigem Zustand ebenso erwähnt wird, wie daß die Fäden bei Druck nicht auseinanderweichen, also fest vereinigt sein müssen.

Die Pflänzchen bilden, in Millionen zusammengelegt, eine Bank, in welcher sonst nur kleine Foraminiferen, eine *Corbulomya elongata* (zahlreicher) und vereinzelte *Natica spec.* auftreten; sie sind, ohne weitere seitliche Verwachsungen zu zeigen, Rasen bildend und zwar unter mehr marinen Bedingungen.

Die gute Erhaltung der Fadenscheiden selbst und die Tatsache, daß die Aragonit-schaler der Bank alle ihre Schalensubstanz verloren haben, während die Kalkspat-schaler sie noch besitzen, legt sehr nahe, daß die Verkalkung ursprünglich kalzitisch, nicht aragonitisch war; für durchgängig Kalkspat spricht auch das spezifische Gewicht des Bankkalks, der fast nur aus den Faserscheiden besteht; die chemische Untersuchung hat $96,76\%$ kohlensauren Kalk, $1,07\%$ Eisenoxydul und $2,26\%$ Kieselsäure ergeben; letzteres ist auf das Auftreten einzelner Quarzkörner, nicht etwa auf tonige Beimengungen zurückzuführen.

¹⁾ In Erläuterungen zu Blatt Donnersberg S. 15 steht hiefür als Setzerfehler in „nicht“ weichem, was sich aus dem Sinne auch als Druckfehler für „noch“ ergibt.

Grünalgen — Protococcales.

Chlorellopsis coloniata.

Tafel III Fig. 1, 2 u. 9, Tafel IV Fig. 3—6, Tafel V Fig. 2—6. Bild 1 S. 105.

Körper von rein kugeliger Gestalt mit einer sehr feinen, aus eng aneinandergerieichten sehr kleinen Kalkkörnchen bestehenden Haut, welche nur erhalten ist, wenn durch Verletzung der geschlossenen Form (oder Schwärmsporenentleerung?) der die Kugeln umgebende sehr dichte Kalkniederschlag in das Innere dringt; sonst ist der Kugelraum, einer späten Lösungsausscheidung im Gestein ähnlich, hell großkristallinisch ausgefüllt. — Die Kugeln haben in allen Vorkommen annähernd gleichen Durchmesser; die selteneren Äußerstmaße schwanken zwischen 110 und 140 μ , also zwischen $\frac{1}{7}$ und $\frac{1}{9}$ mm. Die Dünnschliffdurchschnitte bieten dabei immer einen Kugelausschnitt zwischen zwei gleichlaufenden Flächen; nicht durch den Mittelpunkt gehende Schnitte bringen natürlich kleineren Umfang ein und haben auch nicht die sonst scharfe Grenze der Haut bzw. des Zwischenkalks gegen die spätigroßkörnigere Füllung des Innenraums der Kügelchen. — Die Kugeln kommen meist vergesellschaftet vor, sind seltener gereiht, häufiger scheinbar regellos in flachen Häufchen, oft aber auch in Gewächsen mit steilen, sogar überhängenden Wänden (Bild 1); sie könnten daher durch eine Gallerte zusammengehalten sein. Sie werden aber auch in Nischen, Grübchen und Einbiegungen der verschiedenartigen Kalkgewächse angetroffen, wie zusammengeschwemmt und die Vertiefungen ausfüllend an diesen Gewächsen sind sie vor der Zerstörung sicher; trotz der mit Kalkkörnchen gesicherten Haut und trotz der Kleinheit, welche sie immerhin erhalten könnte, habe ich sie nie im Schwemmgekörne der Umgebung angetroffen, öfters an geschützten Stellen im Innern von Schneckenschalen. Sie haben in den meisten Fällen guter Erhaltung auch einen gewissen, im Grund genommen aber keinen regelmäßigen Abstand.

Die zwischen den Kugeln auftretende sehr feinkörnige Kalkmasse ist ohne Anzeichen von Einschwemmung und Einflözung eine offenbar nahebei entstandene Ausfällung und geht in die die Kugelanhäufungen trennenden und selbst wieder lagerhaften, mehr und weniger feinkörnigen Zwischenschaltungen über!

Die Kugeln treten nicht nur in andere Algeneinschlüsse umhüllenden Kalklagern getrennt auf, sie finden sich auch vereinzelt mit allen andern in den miozänen Tertiärkalken des rheinischen Seebeckens gefundenen Algenarten zusammen, jedoch seltener in lediglich marine Tierreste enthaltenden oder in ihnen eingeschalteten feinkörnigen Kalken.

Ähnliche große kugelige Algen sind die lebenden *Halosphaera* (marin), *Eremosphaera* (100—145 μ), *Chlorella*, welche in marinen niederen Organismen lebt, von deren Arten *Chlorella infusionum* auch die Größe unseres Fossils hat; in die Verwandtschaft von *Chlorella* soll das marine *Palmophyllum* gehören, welches gerundete und gelppte Thallome auf Kalkalgen u. s. w. aus durch Gallerte zusammengehaltenen Einzelzellen bilden.

Die außerordentlich feine Kalkkörnchenhaut läßt die Kugelgestalt sehr scharf erhalten sein; es gibt natürlich auch Verdrückungen der Kugelform. Der dichte Kalk des Stockgewächses setzt sich besonders auf der nach außen gerichteten Hälfte der Kalkhaut der Kugeln ab, schützt und formt sie ab, nach dem Innern der Kugelgesellschaften fehlt er nicht selten und so verschmelzen die körnigen Innenfüllungen oft zu einer gemeinsamen körnigen Kalkspatmasse, in welcher dann auch die Kugel-

hüllen verschwinden. Die körnige Innenfüllung findet sich als Auskristallisation in allen Weichtierschalen-Hohlräumen und ist ebenso die Vorbedingung der Erhaltung aller behandelten Algenfäden, wie die vorhergehende Umhüllung der Weichformen mit dem rasch erhärtenden dichten Kalkschlamm, auf dessen Bedeutung wir noch zurückkommen.

Die örtlichen Vorkommen der *Chlorell.* mit den übrigen Algen und ihre Beziehungen und Nichtbeziehungen seien nur auszugsweise ganz kurz erwähnt.

A. An der kleinen Kalmit bei Ilbesheim in Krusten steiler wandiger Schneckenanhäufungen mit *Dendractis* wie in Nischen und Wannen angehäuft und festgehalten (vgl. Tafel V Fig. 4—13). B. Von Leistadt in der äußeren Kruste (15 mm) eines größer faserigen Phryganidensinters, zum Teil auch in einzelnen Litorinellenschälchen dieser Röhren, hier eingeschwemmt und geschützt. (Ähnliches an Litorinellen eines Phryganidenkalks zwischen Zell und Mölsheim und einem viele Schälchen enthaltenden Sinterkalk von Biedesheim.) C. Von Herxheim am Berg zwischen Fragmentkalk und faserstrahligen Phryganidensinterkalk (im Kern) in Reihen in dichtem Kalk vor. D. Bei Battenberg im Miliolidenbröckelkalk in größeren Bruchstücken (Tafel III Fig. 2) mit *Dendractis brevis* (Tafel III Fig. 5 u. 6), im Bindemittel mit vielen Quarzkörnern und vereinzelt Ooiden. E. Von Bockenheim (Erläut. z. Bl. Donnersberg S. 188) zunächst in Mumien von *Mytilus Faujasi* mit Milioliden in engem Wechsel mit *Brachydactylus radialis* 4 mm und geschichtete Lage mit *Chlorell.* 8 mm; Tafel III, Fig. 1, Tafel IV Fig. 4 zeigt zwei 2 mm und 1,75 mm dickere Anhäufungen von *Chlorell.*, woselbst sich in den Zwischenmulden der Erhebungen auch die Kügelchen anlegen; von *Brachydactylus* sind die Kügelchen nicht scharf getrennt. Am Wingertberg finden sich die in Bild 1 dargestellten Gewächse, bei welchen sich die *Chlorell.*-Lagen seitlich senkrecht hinunterziehen. Tafel IV Fig. 3 gehört diesem Gewächse an und hängt mit 45° nach der einen Seite herab. Ein Sinterkalk in Stammentwicklung von der Bockenheimerhöhe zeigt über einer undeutlichen Algenlage vier Lagen mit *Chlorell.*, dann eine mit *Dendractis* und sechs durch dichte Kalkbänder getrennte Lagen mit *Chlorell.*; zwischen den Stämmchen sind keine Kugelanhäufungen, die Kugelschichten ziehen sich verschmälert auf der Seite hinunter. Vom Bockenheimer Steinbruch ein stark entwickelter Sinterkalk mit Faserwachstum zeigt im Innern nur in einer Rückbiegungsnische, Tafel III Fig. 16, einige wie dorthin verschwemmte *Chlorell.* nebst schwachen Einschaltungen dichten Kalks. In dem gleichen großen Sinterstück fand sich in der Unterlage neben Bruchstücken oder kleineren Ansätzen von *Bryozoen*-Stöckchen (*Membranipora?* vgl. Erl. z. Bl. Donnersberg S. 312) auch eine kleine Ansammlung von *Chlorella*-Lagern in gleichem Lageverhältnis zu dem Fasersinter wie oben erwähnt. F. In Ebertsheim und Rodenbach kommt *Chlorell.* in den Schalenüberkrustungen der gewölbten Seite von *Cyrena* in dünnen Lagen und vier- bis fünfmaligem Wechsel mit *Brachydactylus* vor. G. Von Lauterstein (vgl. Erl. z. Bl. Donnersberg S. 183) kommt in dicken Sinterkalkknollen *Chlorell.* in mehreren Lagen übereinander, zum Teil zu einer Brekzie zerdrückt vor. H. Nördlich Kerzenheim (Erl. z. Bl. Donnersberg S. 169) liegen ähnliche große *Chlorell.*-Gewächse z. B. von 20 mm Höhe mit 10 durch dichten Kalk und *Brachydactylus*-Lagen getrennten Kalkbändern. *Chlorell.* nur selten in den Einbuchtungen wie hereingerollt. J. Bei Biedesheim *Chlorell.* außen von *Cladophorites*-Fasersinter, auch einzeln unter dem Schirm kleiner Schälchen. K. Von Zell ebnet *Chlorell.* die Vertiefung zwischen zwei Stämmchen mit *Cladophorites* mehr und

mehr sedimentär aus; andere Stämmchen zeigen mehr *Dendractis* als *Chlorell*. L. Von Wachenheim a. Pfr. (Erl. z. Bl. Donnersberg S. 190) ist die höhere Lage des Algenkalks mit *Microchorton claviger* mit gut erhaltenen und vereinzelt Chlorellen versehen, welche letztere wohl an der Hangendgrenze aufgewühlt sind. M. Aus einem Bruch bei Bubenheim ist dichtfaseriger Sinterkalk um ein *Cladophorites*-Bündel, von scharfgetrenntem *Chlorell*-Sinter umgeben. N. Von Albsheim ebenfalls; das Ganze ist einseitig von dichtem algenfreiem Fasersinter umgeben und steckt in einem Schalenfragmentkalk. O. Vom Stetterberg sind Hydrobrien und Milioliden in einem Knöllchenkalk mumienartig mit einem Wechsel von dunklem und etwas angehelltem dichtem Kalk umwachsen; in einzelnen dieser Knöllchen und besonders in einer Tafel IV Fig. 7 dargestellten Hydrobrienmumie finden sich Chlorell. (vgl. S. 128).¹⁾ P. Vom Sioner Hof N. von Kirchheimbolanden habe ich *Cladophorites*-Umkrustungen von faserigem dichtem Kalk beobachtet, in dessen Außenteil schmale Bänder dichten Kalks mit schmalen Bändern faserigen Kalks wechseln; hier ist der einzige Dünnschliff, welcher zeigt, daß *Chlorell*. unmittelbar von hellem Fasersinter umgeben sein kann; da aber hier einige Kugeln mit dunkler feinkörnig-dichter Füllung und deutlicher Körnchenhaut umwachsen sind, so scheint das ein Beweis zu sein, daß ein feinkörniger dichter Sinter hier weggeschwemmt wurde.

Chlorellopsis minima.

Bei Bockenheim in der Schicht mit *Mytilus Faujasi*-Mumien fanden sich in dichten Lagen getrennt von *Chlorellopsis coloniata*, in unregelmäßiger Verteilung etwas weniger scharf umgrenzte Kügelchen von nur 30—40 μ , während in der unmittelbar daneben liegenden Lage die *Chlorellopsis coloniata* gleichmäßig 100 bis 120 μ mißt. Sonst sind keine Kennzeichen zu erwähnen. Vereinzelt Kügelchen der großen Art kommen in gleicher Lage vor. In einem Dünnschliff eines Kalks von Kerzenheim traf ich mit *Chlorellopsis coloniata* in einer Schicht vereinigt, aber von ihnen doch deutlich getrennt die Kügelchen des gleichen viel geringeren Durchmessers.

Chlorellopsis spec.

Vereinzelt Kugeln von 224 μ , also von doppelter Größe als die zuerst beschriebene Art fand ich in einem *Chlorellopsis*-Sinter von Albsheim; solche zwischen 200 und 270 μ in der *Cladophorites*-Lage des *Microchorton*-Sinters von Wachenheim a. Pfr. (vgl. S. 110); einzelne der Kugeln haben eine feinkörnige Hüllhaut, die der größten ist gleichmäßiger, dicker und heller, so daß ich sie nur zweifelnd hierher stelle.

Protosiphonaceae (OLTMANN'S).

Microchorton claviger.

Tafel III Fig. 10—13 u. Tafel II Fig. 11 (vergr. Tafel III Fig. 12), Tafel V Fig. 1.

Diese im Seesinterkalkwachstum fast schichtig übereinander angeordneten, schwach bogig gekrümmten kleinen und niedrigen Rasen bestehen aus dicht gedrängten, gestreckten, zum Teil dünneren und hie und da schwach verzweigten, zum Teil etwas kürzeren und keulenförmigen, auch hie und da etwas eingeschnürten

¹⁾ Der Dünnschliff zeigt, wie aus einem dunklen feinkörnigen, sehr kleine Schalenreste enthaltenden Bindemittel ein gleichmäßig grobkörniges helles Zement entstehen kann, wenn tonige Beimengungen fehlen, wie aber trotzdem die ganz feinkörnigen und dunklen, schalig gewachsenen Mumienhüllen dieser Umkristallisation widerstehen.

Fädchen von 21—32,5 μ Dicke und bis ungefähr 75 μ Länge. Sie sind dicht gedrängt, scheinbar ohne sich dadurch gegenseitig in der Form des Querschnitts viel zu beeinflussen, wohl aber in Fadendicke und -länge; die Rasen wachsen am Umfang nach, woselbst die jüngsten und kleinsten, vielleicht auch im Wachstum beeinträchtigten Fäden sich befinden; ihre bogige Gestalt ist zum Teil mehr durch die dichte Unterlage bedingt als durch sie selbst, ebenso wie die dichte Kalküberschüttung mehr die bogigen Ungleichheiten ihres Höhenwachstums in ausgleichender Wölbung rasch nach und nach überdeckt; es sind aber auch Erhebungen durch stärkere Vegetation der Alge kenntlich (Tafel V Fig. 1). Der Erhaltungszustand ist wie überall: der Körper der Alge ist hell, durch etwas größer körnigen, mehr regelmäßig gewachsenen Kalkspat gebildet, während die umgebende Kalkmasse des Seesinterkalks in sehr feinkörniger und gleichmäßiger Dichte viel dunkler ist; es sind keine Anzeichen vorhanden, daß hier eine Veränderung, etwa Umkristallisation erfolgt ist; es scheint die von außen in die faulenden Innenräume des Algenkörpers aus der Kalkumhüllung eindringende verdickte Lösung sich gleich in endgültiger etwas größerer Kornstärke auskristallisiert zu haben, was vielleicht auf Ansaugung in durch Zersetzung entstandenen Hohlräume schließen läßt. Die Schärfe der Umgrenzung der eingeschlossenen organischen Fädchen ist auffallend, was auf eine rasche Festigung des umhüllenden Einschlußkalkes hinweist. Ich glaube nicht, daß die oft keulenförmigen Endstücke der Fäden eine besondere Bedeutung haben, eine gewisse Unregelmäßigkeit in Fadendicke und -länge ist zweifellos; es hängt das, wie es scheint, mit dem verändernden bzw. hemmenden Einfluß des das Wachstum endlich unterdrückenden Kalkabsatzes zusammen.

Fundort und Gesteinsverhalten: Wachenheim a. d. Pfrimm (Hydrobienschichten, vgl. S. 115 u. S. 120—121). In der Liegendflur des Schlifffauschnitts finden sich viele feinfaserig strahlige kreis- und eischalige Oolithe geringerer Größe mit *Dimorphostromabrocken*; bei einzelnen größeren legt sich um einen solchen Kern auch eine dichte, nicht faserige dunkle Masse, welche sofort auch vereinzelte weitauseinanderstehende Ansätze zu Algenwachstum (*Chlorellopsis* etc.) einschließt. In den höheren zeigt sich nur dichter, nur ganz dünngeschliffen sich aufhellender Kalk. Auch hier besteht der Eindruck, daß ein beginnender Kalkabsatz das Wachstum der Algenrasen unterbricht und nur an den höchst gelegenen Stellen der gewölbten Rasenfläche eine Gruppe von Fädchen in den nächst höheren Rasen hinüberreicht und dort einen neuen Wachstumsantrieb erhält. Eingeschaltet ist eine Lage mit *Cladoph. min.* (S. 115).

Über den in höheren dichteren Lagen noch *Brachydactylus* (undeutlich) und endlich *Chlorellopsis* führenden dichten Kalklagen treten einzelne dünnbogige radiaifaserige Abschlüsse auf und zugleich damit auch größere Bröckchen radiaifaseriger Ooide mit dicken dicht kalkigen Einschaltungen, mit Miliolidenbröckchen, *Litorinella* etc.; als oberer Abschluß ein grobkörniger Kalzit.

Der Schlifffauschnitt von 16 mm gehörte makroskopisch einem größeren Fundstück an, welches an einem Teil der Unterfläche eine buckelige Anhäufung von Nerineen und Litorinellen besitzt, über welche der Algenstromatolith 35 mm einheitlich in die Höhe wächst; seitlich davon ist aber dessen Wachstum zweimal durch eine auskeilende Einschaltung mit *Litorinella* und *Cerithium* (15 mm) und *Litorinella* (10 mm) unterbrochen; ein Zeichen einer seitlichen Anschwemmung, welche von der Hauptwölbung des Seesintergewächses her zweimal mit 5 mm und 25 mm mit Sinterkalk überwachsen wird, während auf der Höhe des Häufchens

der Algenkalk ziemlich einheitlich aufwärts wächst. Überdeckt ist das Ganze von Litorinellenkalk mit *Cerithium* und *Helix*.

Achaetophoraceen (Zweifelhafte Haarträger).

Dendractis brevis.

Tafel III Fig. 2—4(?) u. Fig. 5—6, Tafel IV Fig. 5—6 (Fig. 8?), Tafel V Fig. 2—3(?), Bild 1 S. 105.

Die Form der Alge ist charakterisiert durch die Andeutung eines Lagers, von welchem kurze, breit röhrlige Fäden von deutlich gleichmäßig gestreckter Form mit scheinbar geringer Neigung zur Verzweigung nach oben aufsteigen; die Fäden legen sich nicht dicht aneinander, die Querschnitte bleiben rundlich oval. Tafel IV Fig. 6 ist eine Vergrößerung eines Teils von Fig. 5. In Tafel III Fig. 2, 5 und 6, sowie in Tafel II Fig. 8 sind in oolithischen Körnern in dem äußeren dichten nicht faserigem Abschnitt Längs- bis Querschnitte von einzelnen, scheinbar jüngeren Pflänzchen enthalten, meist aus den gleichen Präparaten, in welchen auch die ausgewachsenen vorkommen. Der Durchmesser der Fäden ist 56 μ , die Höhe 240 μ . In Tafel III Fig. 2 sowie in Fig. 5 und 6 erkennt man den hellen, zwischen dem dunklen körnigen Zug der Organismen-Verkalkungen liegenden großkörnigen, meist ganz hellen Kalkspat des Bindemittels.

Vorkommen: Bei Battenberg in einem Pseudoolith mit vielen kleinsten, gleichmäßig feinkörnig und dicht umkalkten, aber selbst nicht stark kalkschaligen Miliolidengehäusen neben einzelnen und rundlichen Bröckchen mit *Chlorellopsis* und *Brachydactylus*, auch solche welche die Arten zusammen enthalten, in verschiedene sonst dichte Rundschalen verteilt (Tafel III Fig. 2 u. 3 u. Tafel IV Fig. 5 u. 6). Bei Kerzenheim in der äußersten Schichtlage eines zehnfachen Wechsels von dichten und ganz mit *Chlorell.* erfüllten Lagen. Von Zell in einem Seesinteraufbau unter einem Haufwerk kleinster Kalkbröckchen, überwachsen von zarten Faserschalenskrusten und einer darauf folgenden *Chlorellopsis*-Ansammlung in 5 bis 6 verschiedenen Lagen, von welchen eine flach durchschnitten in Tafel IV Fig. 4 dargestellt ist. Es sind Lagenschalen dichten Kalks; ein anderer Schliff desselben Fundorts zeigt das in Tafel III Fig. 4, Tafel V Fig. 2—3 dargestellte Bild. Den Verzweigungen entsprechen Aufwölbungen im dichten Schalenaufbau, der seitlich von Lagen mit *Chlorell.* abgelöst oder von dichtem Kalk, und nach außen von ganz einschlußfreiem Faserkalk umhüllt wird. Dieser Kalk legt sich spitzwinkelig abstoßend, nicht gleichförmig an die Unterlage mit dem Gewächse an, durchschneidet also gleichsam die pflanzlichen Wachstumsabsetzungen. Die Fadengröße ist hier verschieden.

Dendractis compacta.

Tafel V Fig. 4—13.

Röhrenbüschelförmiges Wachstum, unten sind die Fäden gestreckter und oft fest zusammengehalten, so daß der Querschnitt eine vieleckige Felderung verursacht, oben sind die Fäden freier und durch quere Einschnürungen tief abgeteilt, daß im Längsschnitt seitlich von der Faserachse an manchen Stellen der Eindruck von kalkigen Querwänden entstehen könnte; eine zweiteilige ungleich gabelige Verzweigung ist überall deutlich; die Zweige zunächst halb so breit wie der Stamm; durch die Einschnürungen werden die äußersten Glieder kolbigkeulenförmig.¹⁾

¹⁾ Es konnte leider nicht festgestellt werden, ob das von W. BUCHER in Geogn. Jahresh. 1913 XXVI S. 85—86 erwähnte, offenbar in Taf. II Fig. IV abgebildete und ohne Erklärung gelassene Algenvorkommen hierher gehört, da die Originale in Deutschland nicht aufzufinden waren.

Die Breite der Fäden wechselt zwischen 40 μ und 90 μ , die Länge bis 450 μ beobachtet.

Vorkommen: a) In den tiefen Sinterkalcken der auch Oolithansätze besitzenden Cerithienschichten am westlichen Steilhang der kleinen Kalmit bei Ilbesheim an fast senkrechten steilen Krusten mit *Chlorellopsis* nach Schichten gesondert, aber auch in einzelnen Zweigen die sonst leeren, feinkörnig dichten oder auch feinsten Ansatz zur Querfaserung zeigenden Kalklagen scheinbar durchwachsend; diese Lager sind auf einer Seite eines Wölbungseinschnitts mit *Dendractis*, dann ziehen sie seitlich ohne Algen weiter, dann fassen sie im Einschnitt selbst lagerhaft abgeteilte Ansammlungen von *Chlorellopsis*, auf der anderen Seite finden sich in den gleichen Lagerabteilungen lediglich *Chlorell.*, die an anderen Stellen gleich mit *Dendractis* auftritt; an seitlicher Außenwand sind kleine Nischen mit *Chlorellopsis* und *Dendractis*, letztere in der Fadenentwicklung viel schmaler und im Gewächsbild sehr viel zarter.

Wenn Lage und Kalkabsatz wie es scheint einen Einfluß auf das Wachstum dieser Algen hat, so wäre denkbar, daß *Dendractis brevis* Tafel III Fig. 4, Tafel V Fig. 2, 3 hierher gestellt werden müßte, indem sie durch rascher wachsenden und stärkeren Kalkniederschlag im Längenwachstum u. s. w. beeinträchtigt sein könnte (S. 111, Zell).

Die Zweige zeigen öfters einen etwas dichteren, aber sehr dünnen Belag mit feinen Kalzitkörnchen, der sich an Korngröße nur wenig von der dichten, Übergängig ums Merken größerkörnigen Zwischenfüllung daneben unterscheidet, ebenso häufig ist aber auch kein Unterschied. Eine gleichförmige Beziehung des Zuwachses zwischen der oft sehr deutlichen dichtgelagerten Feinschichtung und dem Büschelwachstum ist nicht vorhanden, eher eine regellose Durchbrechung mit seitlicher Anlagerung, eine Mindestdicke an den reichlicheren Verzweigungsspitzen und eine Dickenzunahme nach den zweigärmeren Seitenflächen (Fig. 7).

b) Ein zweiter Fundort dieser Art ist im Aufschluß S. von Leistadt in den Knollen der tiefsten Cerithienschichten mit *Cyclostoma* (Erl. z. Bl. Donnersberg S. 168 Fig. 61), welche selbst wieder kleinere Knollen und viel Sandkörner enthalten; die Breite der erhaltenen Fäden ist hier etwas geringer; sie sind durchgängig etwas länger, was wohl mit der geringeren schichtigen Unterbrechung, die hier viel weniger ausgeprägt ist, zusammenhängt. In den Verzweigungen kommen nicht selten regellos eingestreute *Chlorellopsis*-Kügelchen vor; sie selbst sitzen auf *Cladophorites intermedia* (in faserig schichtigen Sinterhüllen) mit *Cyrena*-Schälchen und *Cladophorites dubius* (vgl. S. 115).

Tafel V Fig. 4—6 zeigen das zum Teil enge, zum Teil schärfer getrennte Zusammenvorkommen mit *Chlorell.* im vertikalen Schnitt bei 20facher Vergrößerung; Fig. 7 zeigt wie die das Wachstum abschließenden feinkörnigen dichten Schichtlagen nach dem Höhenpunkt der Vegetation sich verschwächend hinaufziehen; Fig. 9, 12 und 13 zeigt Querschnitte durch den tieferen Teil des Gewächses; Fig. 10 zeigt in 20maliger Vergrößerung den Schnitt durch einen straußartigen Büschel, der Querschnitte und Längsschnitte darbietet. Es ist hier der Anschein einer Quergliederung gegeben, die aber Folge eines schiefen Schnitts durch nachbarlich ebenflächig aneinandergedrückte Fäden ist; eine mäßige Verästelung und klobige Auftreibung ist in einzelnen Fäden sichtbar. Fig. 11 zeigt einen Teil dieses Bildes etwas links unter der Mitte in 80maliger Vergrößerung; man sieht die großkörnige Füllung der Algenfäden und die feinkörnige dichte dunkle Verkalkung, die den

Zellwänden entspricht und sich an Dichtigkeit der ab- und umschließenden Kalkhülle und ebenso der Zwischenfüllung der *Chlorellopsis*-Kügelchen sonst außerordentlich nähert, wenn ihr nicht gleichkommt.

Brachydaetylus radialis.

Tafel III Fig. 7—9, Tafel IV Fig. 9 (Tafel III Fig. 9).

Das Kennzeichnende in der Form ist die fast Blumenkohl-artige Verzweigung, welche allerdings nicht so dicht geschlossen ist, daß die rundliche Gestalt der einzelnen kurzen, mehr schlauch- als röhrenförmigen Fäden beeinflusst wird; es stehen kleine Rasenbüschel dicht beisammen. Die Verzweigung geht nur etwas mehr in die Höhe als in die Breite, eine Neigung zur Bildung eines krustigen Anfangslagers besteht offenbar nicht. — Das Wachstum ist im ganzen doch lagerhaft mit Neigung zu buschigen Emporwölbungen. Es zeigt sich auch eine schichtige Unterbrechung durch dichten Kalk, wie solcher auch die Fadenverzweigungen einhüllt oder voneinander trennt. — In der Mitte einer etwas stärkeren Zwischenschicht von 140 μ . traten z. B. auch eine bis zwei voneinander abgesetzte 5—7 μ . dünne Einschaltungen von zu Quarz umkristallisierter Kieselsäure auf [vgl. Tafel III Fig. 9 u. Tafel IV Fig. 9 (Vergr.)]. Die Dicke der Fäden ist von geringen Anfängen bis zu 50 μ .

Vorkommen: In Bockenheim in einem Groß-Pseudoolith (Tafel III Fig. 7—9). Über schaliger dichter oolithoider Umhüllung von Bivalvenschalen, in deren Außenzonen *Chlorellopsis* auftauchen und zwischen denen auch kalkspätige Zerreißungsausfüllungen auftreten, eine 6 mm starke Lage, dicht mit den Algenbüscheln erfüllt, überwachsen von 3—4 wechselnden Polsterlagen mit *Chlorellopsis* (Bild 1 S.105). Von dem gleichen Fundort im Seesinterkalk-Aufbau aus hauptsächlich *Chlorellopsis* in dichter kleinbröcklicher Lage mit zarten, hellen ringsschaligen strahlfaserigen Umkrustungen in weniger guter, doch deutlicher Erhaltung. Von Battenberg über einem dichten eiförmigen Kalkkern mit einer Hülle von *Dendractis* und selbst von einer zwar dünnen aber dichten schichtigen Schale umhüllt. Von Ebertsheim und Rodenbach in der schalig gefügten, oberflächlich grobwarzigen Mumienhülle von *Cyrena* mit *Chlorellopsis*. Bei Kerzenheim im *Chlorellopsis*-Aufbau. — Die der dichten Kalkhülle abgewendete Seite der Büschel und die feineren Verzweigungen fließen in großkörniger Umkristallisation zusammen und geben endlich Bilder wie Tafel III Fig. 1.

Cladophoraceen.

Die hierher gerechneten Algen sind zum Teil seit langem bekannt und ihre Erhaltung ist als Folge einer Kalkumhüllung anzusehen, welche nahezu gleichzeitig eingetreten sein muß; sie sind bis jetzt als *Confervites*¹⁾ beschrieben worden; vgl. Erl. z. Bl. Donnersberg S. 173, woselbst auch auf die Erwähnung der Algensinterkalke bei W. BUCHER (Geogn. Jahresh. 1913) verwiesen ist.

Cladophorites incrustatus LUDWIG spec.

Palaeontographica Bd. V, Tafel XXVII Fig. 1 u. 3.

Erläuterungen zu Blatt Donnersberg 1921 S. 316—317.

Mehr und weniger dicht zusammengewachsene, meist senkrecht stehende, sich deutlich verzweigende, nicht scharf gestreckte Fäden in wechselnd starker

¹⁾ Eine typischere *Confervites*-Art habe ich in Recherches géol. de Sibirie 1909 Taf. V Fig. 2 S. 54 abgebildet und beschrieben.

Kalkkrustation; Dicke der Fäden meist zwischen 80 und 140 μ , aber auch noch 28 und 180 μ , durchschnittlich 140 μ , 0,7—0,8 mm. Der Fadenkörper ist ausgefaltet und hinterläßt eine Höhlung; oft ist diese aber gegen die Umkrustungshülle deutlich abgesetzt, ausgefüllt; zwischen diesem Kern und der Umkrustung ist oft eine feine Fuge erhalten, die Stelle einer dauerhafteren Fadenhülle. Diese Art ist hauptsächlich (Erl. z. Bl. Donnersberg S. 177) vom Bitternell bei Neu-Leiningen — hier auffällig mit Quarzkörnern vergesellschaftet — beschrieben; ich habe sie mit der gleichen Fadenbreite röhrig faserig umsintert im Kerne eines dichten Seesinterzweigs mit *Chlorellopsis* und *Dendractis* am Sioner Hof gefunden; weiterhin in faserig röhriger Umhüllung im Kerne eines sonst völlig algenfreien, dicht faserig gefügten, scharf abgesetzten Sintergewächses von St. Stephan bei Asselheim. In einem Quarz führenden Kalk von Forst finden sich faserig umsinterte 160—200 μ messende Faserröhren, hier waren im Nächsten erwähnte scharf gekrümmte Fäden zu beobachten. Bei Leistadt (vgl. S. 112) wurde die Art neben einer neuen Art (S. 116) mit *Chlorellopsis col.* und *Dendractis spec.* beobachtet.

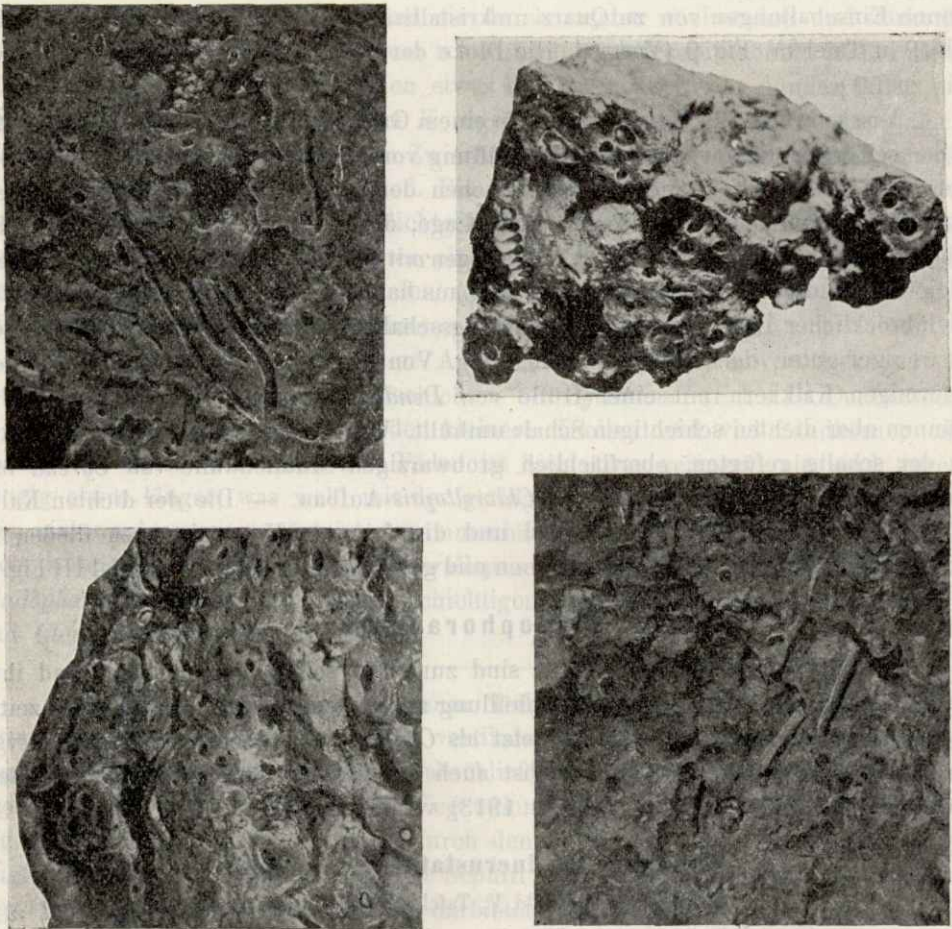


Bild 3.

Vier Bilder zu *Cladophorites helix* in bis 1,5facher Größe. Die beiden links unten und rechts oben stehenden Bilder zeigen vorwiegend Querbrüche durch den Sinterkalk und die umschlossenen Algenröhren, zum Teil mit ihren noch erhaltenen, durch feine Fugen abgesetzten Füllungen; das obere Bild rechts zeigt eine Ranke mit der „Füllung“ in zwei Windungen; das obere Bild links zeigt fast nur Querschnitte, das obere auch mehrere Längsbrüche durch die Röhren, zum Teil mit ausgesprungenen Füllungen. — (Phot. Dr. ARNDT.)

In einem unten dichten, oben schwammigen Sinterkalk von Frankweiler, der auf einem faustgroßen Sandsteinbrocken aufgewachsen ist und viele faserig umsinterte Quarzkörnchen umschließt, finden sich im Kerne der Sinterstämmchen Bündel von *Cladophorites incrustatus* LUDW. spec. von 60—90 μ , welche unregelmäßig wechselnd weit auseinanderstehen, aber nie dicht gestellt sind; die Fasern sind im Querschnitt ganz rundlich, lassen aber eine schwache Neigung zu knorrigen Auftreibungen erkennen; Verzweigungsstellen sind in unzweifelhafter Deutlichkeit angeschliffen. Eine äußere Hülle der Seesinterstämme ist einschlußfrei, dicht feinfaserig und scharf lammelliert.

Cladophorites helix.

Erläuterungen zu Blatt Donnersberg S. 317.

(Bild 3 S. 114.)

Weiter auseinander stehende, bis 1,0 mm dicke, schwach und unregelmäßig gebogene Fäden mit rings fein quer gestreifter Oberfläche einer widerstandsfähigen Fadenscheide von 0,1 mm Dicke. Neben diesen Fäden sind etwas schmalere zu beobachten, welche sich zu einer eng geschlossenen, 6 mm langen Spirale bis zu acht Umgängen einrollen. (Ich halte diese Ranken für Anheftungsklammern, Verstärkungsrhizine, wie sie z. B. bei der marinen *Cladophora heteronema* bekannt sind.) Beide Arten Fäden sind gleichmäßig feinfaserig inkrustiert und mit Erhaltung einer Fadenscheidenfuge auch im Zellkörperraum mit Kalk erfüllt.

Fundort: Harxheim-Zell, ein Stück.

cf. **Cladophorites minutus** und ? intermedius.

In den Präparaten Tafel III Fig. 10 u. 12 und Tafel IV Fig. 11—13 von Wachenheim a. d. Pfrimm findet sich in jenen 1,5 cm übereinanderliegenden Lagen über und unter den drei Lagen mit *Microchorton claviger* eine zum Teil ziemlich dichte und geschlossene Kalkeinschaltung mit weit entfernt (50—80 μ) stehenden, sich wenig oder nicht verzweigenden Fäden; sie sind ungefähr 28 μ breit, leicht gekrümmt, wenigstens 280 μ lang und gleichmäßig stark. Der Kalk ist zum Teil dicht und großluckig, in dessen Balkenwerk einerseits die Fäden gleich laufen, andererseits auch regelloser Zerriegelungsgestaltung hat. Eine in der Breite der Fäden nur ebensowenig über 28 μ hinausgehende Alge dieser Art, wie obige unter dieser Zahl liegt, kommt in faseriger Umkrustung scharf getrennt aber neben *Cladophorites incrustatus* LUDW. mit 80—140 μ in gleichartiger Umkrustung in der gleichen Weise der Fadendurchschlingung und Krümmung und sehr zurücktretender Verzweigung im Kern eines dickschaligen Fasersinters von Zell-Mölsheim vor.

Ganz ähnlich in Verteilung, Stärke und Krümmung der Fasern ist ein bündelartiges Auftreten in einem Corbiculakalk von Biedesheim oder auch in einem luckigen, auch *Phryganeen* enthaltenden Kalk (vgl. S. 127) von feinfasrigem Sintergefüge aus den tiefsten Kalkschichten vom Bremental bei Grünstadt, endlich von Bockenheim (Bild 1 S. 105) ausnahmsweise in dichtem Kalk.

Eine nur um etwas weniger gut erhaltene Alge stelle ich hierher; sie findet sich in einem knollig-knotigen Kalkbrocken in einem Mergel der Hydrobienschichten bei Schaidt; die Fäden stehen ähnlich weit voneinander wie bei dem obigen Fund, die Fadenwand ist mit Eisenrost belegt, der auch sonst dendritisch auftritt und das Bild im Anfang etwas stört. Die Fadenbreite ist 26—28 μ , die Entfernung wechselnd zwischen 60 und 100 μ . Verzweigungen, wenn vorhanden, jedenfalls selten.

Im Verlauf und in der Verteilung der Fasern gleichartig, in der Stärke allerdings doppelt so breit, möchte ich hiermit ein Vorkommen vergleichen, welches den Kern eines zweistämmigen Seesintergewächses bildet, von einem zuerst dichten und außen *Chlorellopsis*-Schmitzen umschließenden strahlfaserigen Sintering umgeben ist, dessen Fäden und Fädenbündel ebenfalls von strahlfaseriger Sinterteröhre umgeben sind, gerade wie dies bei den bekannten *Cladophorites*-Vorkommen (S. 126 bis 127) fast stets der Fall ist.

Wir hätten hier eine gegensätzliche Erhaltungsart, wobei aber in beiden Fällen, besonders aber in dem radialfaserigen Sinter, die eigentliche Sinterwucherung des Algenwachstums unterdrückt ist; die Hauptanhäufung von *Chlorellopsis* findet in dem Zwischenraum zwischen den Sinterstämmen statt. Wenn diese Alge hieher gehört, könnte sie als *Cladophorites intermedius* bezeichnet werden.

Eine aber sicher zu *Cladophorites* gehörige und als *intermedius* zu bezeichnende Pflanze stammt von einem Bruch von Bubenheim; sie ist zunächst mit algenfreiem faserigem Schalensinter von 2—4 mm Dicke umgeben und trägt auf der Außenseite Ansammlungen von *Chlorellopsis*.

Aus dem viel Quarz haltigen Knollenkalk in den Cerithiensichten über den Cyrenenmergeln südlich von Leistadt (vgl. Bl. Donnersberg S. 158 Fig. 61) ist unter mehreren *Cladophorites*-Arten und einer fraglichen *Dendractis*-Art ein dichtes Kalkknöllchen mit typischer *Chlorellopsis* (112 μ) neben anderen dichten Knollen ohne Einschlüsse und andere Faserschichtenknöllchen zu erwähnen, welche von einer besonderen, gleich zu besprechenden *Cladophorites*-Art umwachsen sind.

Cladophorites dubius.

Tafel V Fig. 14—15.

In dem reichlich Quarzkörnchen führenden Knollenkalk der unteren Cerithiensichten südlich von Leistadt (vgl. Bl. Donnersberg 1921 S. 158 Fig. 61) kommen kleine heller kristallisierte Kalkknöllchen vor von der Größe der gleichartig fasersinterig umwachsenen Quarzsplitterchen, welche ringsum mit einem dichten Kranz querfaserig umsinterter Fäden umgeben sind, welche eine gewisse Biagsamkeit besitzen haben müssen; die Sinterhüllen sind nach außen schlauchförmig, nach unten, der Ansatzstelle offen.

Die verhältnismäßig starke Umsinterung mit oft etwas verdrückter Faserhohlung hat die Dicke von 30—40 μ ; die Fasern sitzen so enge, daß mit der Umsinterung von seitlich über 10 μ Dicke die Faser selbst mit 8—10 μ den Raum völlig ausfüllt. Die Länge der Fasern ist im Höchstmaß 400 μ ; die Fäserchen umwachsen strahlenförmig Quarz- und Kalkkörnchen oder Schalenbruchstücke. — An einzelnen Stellen sind sie zwischen den Geröllstückchen wurmförmig zusammengedrückt. Verzweigung habe ich nicht beobachtet; es ist daher die Frage, ob nicht die Beziehung auf *Confervites* zutreffender wäre; mit *Cladophorites* stimmt die Art der fasersinterigen Umhüllung, welcher sonst die Hohlraumausfüllung nachfolgt; diese ist aber hier in ganz geringem Umfang entwickelt, weswegen die Fäserchen durch Druck und Enge ausnahmsweise wurmförmig gefältelt sind; eher ist etwas Kalk von der dunklen dichten Kalkumhüllung durch das unten offene Ende (wie bei geborstener *Chlorellopsis*) in das Innere der Fäden gelangt.

Codiaceen (?).

Dimorphostroma palatinum,

varians n. sp. Erläuterungen zu Blatt Donnersberg S. 313.

W. BUCHER erwähnt in Geogn. Jahreshft 1913 S. 69—70 bei Birkweiler eine fast ganz aus stromatolithischem Sinterkalk bestehende Kalkbank, von welchem Fundort auch in unserer Sammlung eine Probe vorhanden war; die Fundstücke habe ich im Jahre 1912 reichlich zu mikroskopischen Untersuchungen vermehrt. — Das Vorkommen stellt eine unter einem Haus an der Birkweiler Dorfstraße nach Ranschbach ausstreichende (15 cm dicke) Bank des hier nahe am Gebirgsrand niedergebrochenen Miozäns dar, an einer Stelle, wo man es nicht erwarten sollte und wo im Blatt Speyer auch noch Oligozän eingetragen ist; es ist von benachbarten Bänken durch ganz schwache hellgrünlichgraue lettige Mergel getrennt. — Der Querbruch zeigt die stammförmigen, steil, gering und grob verzweigten Wachstumsformen der Seesinterkalke (Stromatolithen), ihre knotig-buckelig gewölbte Oberfläche und eine den gerundeten Buckeln entsprechende Schichtungs- bzw. Lagerungsbänderung.

Der Dünnschliff weist eine erhebliche Beteiligung pflanzlichen Gewebes ganz unzweifelhaft auf, die in Form und Umfang kennzeichnenden Wechsel besitzt. — Die Kalkmasse zeigt eine quer zu der in Farbe und Dichtigkeit erkennbaren Schichtung verlaufende feine und dichte Röhrendurchsetzung. Die Röhren sind bezeichnet durch eine Füllung helleren und etwas gröber körnigen Kalks, während die Röhrenwände dünner, viel feinkörniger und dunkler sind; die Wände sind durchaus einheitlich und scheinen während des Lebens sehr gleichmäßig durch Kalk erhärtet;¹⁾ die im Querschnitt mehr rundlichen Röhren sind in den meisten Fällen dicht nebeneinander gedrängt; es war zwischen ihnen offenbar nichts als die Röhrenscheide bzw. ihre Verkalkung ungefähr von der Dicke der Fäden selbst; jedoch gibt es im Verlauf des Längenwachstums eine Anzahl schichtartiger Unterbrechungen, in welchen die Fäden bzw. Röhren viel weniger zahlreich sind, weiter auseinander stehen und eine nur etwas angegriffene Wand haben; der Zwischenraum der meist schwach gelblichen Röhren ist dann durch eine hellere etwas gröberkörnige farblosere Kalkausscheidung dicht erfüllt, welche als nachträgliche Ausfüllung und Umkristallisation angeführt werden muß, da sie auch zwischen den Stämmchen und Zweigen auftritt, woselbst sie allerdings neben Bruchstückchen der Stockverkalkung auch noch andere Fremdkörper bindet (Ostrakodenschälchen und Quarzkörner).²⁾ — Es gibt auch besonders im Querbruch gut zu erkennende dichtere Schichten, woselbst die verzweigten Fäden immer noch ziemlich gleichmäßig nebeneinander, aber weiter auseinanderstehen, wobei aber die Röhrenwände aus der ursprünglichen Verkalkung gebildet sind; bezeichnenderweise sind die Röhren selbst dann dünner, als ob hier die Verkalkung das Wachstum beeinträchtigt bzw. die Dicke vermindert hätte.

Was die „Schichtung“ des Kalkpflanzenkörpers betrifft, so wird sie außer den angegebenen Unterschieden bezüglich der Verteilung der Fäden dadurch hervor-

¹⁾ Plasmatische Festigkeitsvorbildungen der organischen Grundlage vor Eintritt der Verkalkung, wie ich sie bei *Ternithrix* erkannt habe, fehlen in der gleichmäßig feinkörnigen Wandverkalkung.

²⁾ Es ist verständlich, daß diese nicht seltenen, öfters dicht aufeinanderliegenden Lagen von ursprünglich viel geringerer Dichte und Stärke beim Dickenwachstum der Bank, aber vor der Gesamterhärtung der Bank, leicht zerbröckelt und zerdrückt werden und ihre reinen Endigungen weniger häufig gut zu sehen sind.

gebracht, daß gegen die Grenzen der „Lagerung“ eine dichtere Verkalkung sich einstellt, in welcher die Röhren schmaler werden und schichtweise zum Teil fast verschwinden. Nicht selten ist die Beobachtung zu machen, daß die Fäden (Röhren) über einer solchen lagenartigen Kalkverdichtung blasen- oder knotenartig mit verbreiteter Stärke neu beginnen oder auch fortsetzen, wobei zugleich eine auffällige selbst 2—3malige Verzweigung eintritt, als ob mit dem Nachlassen der Verkalkung ein neuer Wachstums- auch Verzweigungsantrieb in einzelnen die Unterbrechung überdauernden Fäden einsetzen würde; im allgemeinen werden die Fäden gegen Ende einer Schichtbreite merkbar dünner, wobei auch eine Verminderung der Zahl unverkennbar ist. Die zunehmende Verkalkung endigt in einer Verschmelzung des Wandkalks zu einer ziemlich gleichmäßigen, nicht selten gar keine Fadenreste enthaltenden dichten Kalkbund, das auch wieder gelegentlich auflösbar feinkörnig ist.

Im allgemeinen geht einschließlich der Wand eine Röhre auf 25—28 μ , aber auch manchmal etwas mehr und weniger.

Regelrechte Verzweigung findet zwischen zwei Verkalkungsflächen statt, wie auch Fäden längs durch zwei solche Flächen hindurch zu verfolgen sind. Ich habe Fäden zwischen zwei Schichtunterbrechungen beobachtet, welche durch 120 μ hindurchzogen und sich 5—6mal verzweigten. Verzweigungen der Fäden sind häufiger bei stärkeren Biegungen und auffälliger bei kurzen Fäden zwischen nahen Verkalkungsflächen.

Wenn im unteren Teil des Kalkstocks (wenn man so sagen darf) in der gekennzeichneten Lagerungsart eine gewisse Regelmäßigkeit der Schichtbildung und Fadenstellung (kreis- bzw. kreisstrahlenartig) zu beobachten ist, so gehen am äußeren Stockende die das Schichtungsbild verursachenden Kalkverdichtungen meist kleinzügiger und schief durch die Fäden, als ob sie zu dem strahligen Fadenwachstum keine Beziehung hätten und selbständig wären; sie stimmen also nicht mehr mit der äußeren Wölbung überein, sondern hängen kurzbogig mehr nach der Seite.¹⁾ Auch im regelmäßigen Verlauf der Fäden gibt es Verdickungsbogen, welche mit dem Fadenwachstum gar keinen Zusammenhang zu haben scheinen.

Die Zwischenräume zwischen den Zweigen zeigen in einer grünlichen tonigen Füllung auch sehr viele losgerissene Zweigreste des Stockwachstums selbst, es kommt das auch von einer Ungleichmäßigkeit der seitlichen Verkalkungsdichte, welche zu diesen Abbröckelungen Anlaß gibt. — Daneben finden sich auch noch kleine Schalenreste von Wasserkrebsen und Quarzkörnchen; letztere sind auch mehrfach an einzelnen Stellen der gewellten Linien des Schichtenwachstums festgestellt, freilich in viel kleineren Körnchen.

Querwände konnten in dem sonst deutlichen Bild nirgends beobachtet werden; an mehreren Stellen konnte als Erhaltungszufall (?) erkannt werden, daß die Röhren am Außenrand offen sind, also weiche Zellfäden heraustreten lassen würden.

Dr. ARNDT hat für 11 der verschiedensten Stücke dieses Fundorts das spez. Gew. festgestellt; es wechselt zwischen 2,44 und 2,70; es rührt dies von den erwähnten wechselnden Beimengungen von Quarzstäubchen und Ton her.

Dr. SPENGLER stellte den chemischen Aufbau des Kalkes fest: Wasser bei 105° C. 0,45%, Kohlensäure 41,10%, Kieselsäure 4,06%, Eisenoxydul 1,90%, Kalk 51,67%, Magnesia 0,79%; d. i. 92,26% CaCO_3 , 1,65% MgCO_3 .

Es ist nach diesen Befunden und dem wenig Veränderungsanzeichen enthaltenden mikroskopischen Verhalten nicht anzunehmen, daß die Kalkabscheidung

¹⁾ Hier findet deutlich eine Überschneidung von beiden Schichtbändern statt.

ursprünglich Aragonit war; Spuren einer Umkristallisation des Kalks der Wände und Röhrenfüllungen etc. fehlen vollständig; es handelt sich um ursprüngliche Kalkspatausscheidung.

Das sehr charakteristische Kalkgebilde konnte in seiner Eigenheit und in guter Erhaltung nicht mehr mit vollster Sicherheit in den übrigen Funden nachgewiesen werden. — In einem Stock mit etwa 10 cm langen, 2 cm dicken gleichmäßigen dichtgedrängten Stämmchen, waren die gleichen Röhren etc. soweit erkennbar, daß von einer Zugehörigkeit zu der von Birkweiler bekannten Art mit großer Wahrscheinlichkeit gesprochen werden kann. — Es hat aber hier an der einheitlichen Stockzusammensetzung eine zweite S. 111 behandelte Art teilgenommen, so daß gefolgert werden muß, daß die Kalkausfüllung und das schichtige Wachstum nicht völlig auf die besonderen pflanzlichen Eigenschaften von *Dimorphostroma* zu beziehen sind.

Was die Frage der Zugehörigkeit der Alge und ihres Kalkstocks betrifft, so liegt eine große äußere Ähnlichkeit mit *Rivularia (Zonotrichia)* vor; BORNEMANN hat (Jahrb. d. geol. Landesanstalt Berlin 1886 S. 126 Tafel V Fig. 1—2 u. Tafel VI Fig. 1 u. 2) aus der Lissauer Brekzie des Räts (Süßwasserablagerung) eine ähnliche Kalkgewächse bildende Alge beschrieben und sie als *Zonotrichites* bezeichnet. — Dem äußeren Anschein nach ist nicht viel Unterschied zwischen der tertiären und der rhätischen Alge hervorzuheben. Die Abbildungen und Beschreibungen, welche BORNEMANN von der lebenden *Zonotrichia* gibt, genügen nicht, um eine wichtige Frage zu beantworten, welche Verzweigungsart hier vorherrscht. Bei *Ternithrix compressa* (S. 106) haben wir gefunden, daß die Scheiden benachbarter Zellfäden einer Abstammung einheitlich zusammenfließen, die Fadenräume innerhalb einer Abstammung selbst getrennt sind, also unechte Verzweigung vorliegt. — Bei unserer Gattung, bei welcher auch Einzelfädenstämmchen häufig sind, wohl auch bei der rhätischen Alge fließen ja die dicht und längs aneinanderliegenden Scheiden auch zusammen; es hängen aber an den Abzweigungsstellen auch die Fadenkörper zusammen, d. h. hier fehlt die kalkige Abtrennung der unteren Fadenspitzen (Grenzzelle!) voneinander, es ist das Bild einer richtigen Verzweigung. Auf diese Einzelheiten bei den mit Kalk „inkrustierten“ Rivulariaceen geben auch die Abbildungen BORNEMANNs keinen genügenden Aufschluß, obwohl das Bild eines entkalkten Präparats wenigstens den Anschein einer richtigen Verzweigung darlegt. Die Scheiden- oder die Fadendicke bietet kein wichtiges Merkmal; es ist auch bei der marinen *Amphithrix*, bei welcher z. B. die Grenzzellen fehlen, eine Fadendicke bis zu 2,25 μ beobachtet.

In der Familie der Oscillatoriaceen gibt es verschiedene Gattungen, welche anorganische Niederschläge, zum Teil durch den Kohlensäureverbrauch der Assimilation verursachen. Bekannt ist *Phormidium*, welches sogar in heißen Quellen lebt und Kalk und Kieselsäure niederschlägt; dann *Inactis (Inomeria, Oocardium)*, welches in den älteren Teilen der Vegetation geschichtete, oft mit kohlenurem Kalk stark erhärtete Lager bildet; die Fäden sind hier einfach und reichlich verzweigt, parallel aufrecht verlaufend in eng anliegenden dünnen, seitlich miteinander verlaufenden Scheiden. Endlich ist *Hypheothrix* mit verästelten, aber verschlungenen und verflochtenen Fäden anzuführen. Andererseits sind auch die *Scytonemataceen* zu berücksichtigen, welche immer verzweigte Fäden aufweisen, deren Scheiden auch engstens aneinander liegend, zu einheitlicher Wand zusammenschließen, wie ich dies, wie oben erwähnt ist, von den fossilen Rivulariaceen *Ternithrix* sicher feststellen konnte. Diese Scheiden sind bisweilen bei *Scytonemataceen* nach O. KIRCHNER

in ENGLER und PRANTL, Nat. Pfl. Fam. I 1a, 1b 1900 S. 77 auch mit kleinen Kalkpartikeln bedeckt.

Abgesehen davon ist die Tracht und der Aufbau von *Dimorphostroma* nicht so, daß man ermutigt ist, sie zu den Spaltalgen zu stellen. Eine gewisse äußere Ähnlichkeit besteht zu *Udotea* unter den Codiaceen. Es fehlen aber hier die außenrandlichen Schlauchzellen oder dahin überleitende Bildungen, welche allerdings bei *Aurainvillea* auch fehlen; auch die sonstigen Gewebeverzweigungen und -verflechtungen lassen sich nicht erkennen. Ich möchte daher noch auf die Möglichkeit der Beziehungen zu dem reicher verkalkenden *Chlorotylum* hinweisen; diese Alge hat eine eigentümliche Abteilung in kurze grüne und längere blaße Zellen. W. SCHMIDLE hat nun die Schichtung (zonarische Wachstum) der am Bodensee bei Konstanz noch heute fortwachsenden Schnegglalkknollen mit Algen auf jahreszeitliche Unterbrechungen des Wachstums zurückgeführt. Man könnte bei *Chlorotylum* auch daran denken, daß das stärkere Längenwachstum der blaßen Zellen im Gegensatz zu den grünen als ein Ausweichewachstum auf eine Zeit des stärkeren Kalkabsatzes zurückzuführen wäre; hierdurch wäre eine Verbindung mit unseren obigen Ausführungen geschaffen. Daß gewisse jahreszeitliche Unterbrechungen schon das Klima des Miozäns kennzeichnen, das beweist mir ein Koniferenholz aus den Stinksteinen des Peißenbergs, welches ausgebildete Jahresringe besitzt.

Aus den angeführten verschiedenen Umständen, der Tatsache der in Einzeläden aufgelösten und zu Knollen wieder zusammengefaßten Stockform, aus einer gewissen unverkennbaren Zusammenhanglosigkeit der Schichtung des Kalks mit der regelmäßigen Verzweigung der Algenfäden,¹⁾ einer nachteiligen Beeinflussung des Wachstums der Algenfäden durch überhandnehmenden Kalkabsatz, aus der Tatsache lediglich der Verkalkung der Außenwände der Zellen der Fäden schließe ich auf eine Vereinbarung zwischen anorganischer Verkalkung und Algenwachstum bzw. Stocksicherung; erstere bietet letzteren die Möglichkeit eines festen und sicheren Standortes über und außerhalb der Trübe der Bodenbewegung in etwas klarere Lichtlage hinein. Wo das anorganische Kalkwachstum in Schichten aufhört, da scheint sich sofort der Stock aufzulösen und nur in einzeln lebensfähigeren Zweigen weiter zu wachsen.

Dimorphostroma diffusum.

Von dieser Alge habe ich nur größere Bruchstücke (7 mm lang und 3 mm hoch) eines harten Kalkpolsters in einem wohlausgebildeten Oolith; das beste Stück ist in einem Endteil in Taf. IV Fig. 12 in 30facher Vergrößerung dargestellt; es ist 3—4 mal so lang als die Winkelhalbierenden und ungefähr so breit; auf einer Längsseite von beiden Enden her ausgebrochen, zeigt es eine schwach angedeutete Schichtung; das Bild zeigt leider etwas zu undeutlich neben den vielen Fadenquerschnitten gegen den unberührten Teil des Randes die strahlig gestellten Fäden von 10,5 μ Dicke, welche auch in dem ganzen übrigen Umfang und im Kern zwischen und von den Querschnitten ausgehend zu sehen sind, aber im Lichtbild nicht durchdrangen. Sie sind ziemlich eng gesetzt und verzweigen sich schwach (nicht sehr deutlich). Das Polster hat eine dichtere Randbreite und ein vielfach klein zersprengtes Innere, welche zum Teil größeren Zersprengungen schwach schicht-

¹⁾ Insofern als die Verzweigung einer Schichtungsverschmelzung der Wände erst nachfolgt und das Merkzeichen eines neuen Vegetationsabschnitts ist.

artig zu verlaufen scheinen; sie haben dem Ausbruch vorgearbeitet. Vordem der Ausbruch erfolgte, war das Polster mit einer recht dünnen nach außen und innen hell und scharf abgesetzten, feinfaserigen Oolithschicht umwachsen. In dem gleichen Präparat sind mehrere ähnliche Brocken, in welchen die Zersprengungen zum Teil größer sind, zum Teil nur zwischen den Röhrenquerschnitten in ziemlich regelmäßiger und feiner Weise auftreten. Auch in den Präparaten Taf. III Fig. 10—13 treten solche Bildungen auf, z. B. in Fig. 11 in dem wagrechten Äquatorraum, woselbst man aber bloß die Punktquerschnitte der Fäden sieht, während die dünneren und lichtschwächeren Zerreißungsspältchen nicht mehr auffallen; es ähnelt das einem Fasergeflecht und steht in gewissem Gegensatz zu den darunter befindlichen Algenrasen. Darüber findet sich auch an eine Schicht sich haltende gröberspaltige Zerreißungserscheinung, ebenso noch höher mehrere in verschiedener mehr willkürlicher Form, zum Teil wechselnd mit der feinen an die Fadeneinschlüsse angeschlossenen Zerreißung; diese nicht zu pflanzlichen Resten und ihren Lagern gerechneten Gebilde seien hier kurz beiläufig behandelt.

Das Vorkommen ist in dem S. 110 beschriebenen Fundstück mit *Mikrochorton claviger* von Wachenheim a. d. Pfrimm enthalten.

Dasycladaceen.¹⁾

Ein hieher zu rechnendes Vorkommen ist leider bei der Präparation zugrunde gegangen; andere Reste sind nicht beweiskräftig genug.

Kennzeichnung der Stockbildung mit Algen.

Es wurde oben S. 105 schon die gewöhnliche Art des Vorkommens der beschriebenen Algen dargelegt; sie sind meist in keulenförmigen oder kleinklotzigen Stöcken oder mehr und weniger zusammenhängenden Gruppen von solchen miteinander besonders übereinander vergesellschaftet, ein Zusammenkommen, welches aber kein völlig gleichzeitiges Zusammenleben darstellt; diese Gesellschaftsstöcke sind auch bei lebenden Algen (Spaltalgen mit Grünalgen) bekannt; es ist von C. SCHMIDLE in den Konstanzer Schneggliknollen am Bodensee hervorgehoben worden, der darauf die Annahme gründete, daß das zonarische Wachstum eines Algengemischs auf jahreszeitlich verschiedenen Kalkniederschlag bzw. auf den periodischen Wechsel eines trockenen und nassen Standorts zurückzuführen sei.

In mancher Hinsicht wird bei dem senkrechten Emporwachsen das Licht eine Rolle spielen; sind zwar die Grünalgen mehr Schattenpflanzen, so sind sie nach Gattung und Arten auf geringe Lichtstärken doch derart angewiesen, daß sie z. B. an Pfählen, Steinblöcken und steilen Wänden in bestimmter Reihenfolge übereinander zusammengedrängt angeordnet sind (vgl. OLTMANN'S Morph. u. Biol. d. Algen 1905, 2. Bd., S. 194). Je höher daher die Bodentrübe steigt, je schärfer kann die Lichtgrenze auf verschiedene Arten trennend wirken; Begünstigungen des Wachstums beim Auf- und Absteigen der Vegetationen können also auf geringe Höhenunterschiede im Standort gegründet sein.

¹⁾ Ich möchte darauf aufmerksam machen, daß der von mir in Rech. géol. le long du chemin de fer de Sibérie 1909 S. 60 Taf. V Fig. 7 beschriebene Pflanzenrest offenbar hieher gehört und *Bornetella* bzw. einer nahestehenden mesozoischen Keulenform anzugliedern ist (vgl. JULIUS PIA: Untersuchungen über die Geschichte der *Siphonaceae verticillatae*. Zeitschr. f. induktive Abstammungs- und Vererbungslehre 1922 Bd. XXX Heft 1 und 2).

Neben dem beschränkten Lichtbedürfnis ist die Ansiedelung an kleineren Erhöhungen der Bodenfläche auf deren Festigkeit begründet im Gegensatz zu der Beweglichkeit feinsten Sandes und Schlammes, welche sich stets in leichten Ausgleichsstandsveränderungen befinden. Die Besiedelung von Muscheln, welche aus dem Schlamm hervorragen und aus der Gegenwart („algenfreie Schlickwüsten“) bekannt ist, gilt auch vorbildlich für Algensiedelungen im Cyrenenmergel (S. 108 u. 113).

Wenn wir im allgemeinen annehmen dürfen, daß Verkalkungen im Wasser von dem Pflanzenwachstum durch Gas- (CO_2) und auch alkalischen Lösungsausscheidungen unterstützt werden, so können diese Umstände am stärksten wirken, wo eben die lebhafteste Vegetation besteht oder bestand; Kalkausscheidung ist auch durch Wärmeäußerungen gefördert.

Es ist von PRINGSHEIM hervorgehoben, daß in der Nähe von lebhaft assimilierenden Algen auch auf nicht assimilierenden Fäden von Glas und Baumwolle sich Kalkausscheidungen bilden (vgl. Erl. z. Bl. Donnersberg S. 317 Anm.); die Äußerungen mehren sich, daß auch Algenplankton in kalkhaltigem Seewasser Ausfällungen von kleinsten Kalzitrhothomboedern verursachen; hierdurch könnten in den Gesellschaftsstöcken die dichten nicht mehr umkristallisierten unregelmäßigen Zwischenschaltungen zwischen den Algenrasen gedeutet werden; die Kolloidbeimengungen würde ihre Kristallisation verzögert bzw. verhindert haben (vgl. S. 129).

Einzelheiten seien hier kurz hervorgehoben. Wenn die umhüllenden feinkörnig dichten Kalklagen, welche in die nach oben auseinanderstrahlenden Zweigenden sich einfüllen, Folgen histologischer Verkalkung wären, so wäre dieses die unmittelbare, mehr individuelle Ursache des Selbstmords der Vegetation; es wird Derartiges nicht völlig zurückzuweisen sein als allgemeine Folge der Gesamtvegetation, biologischer Mißverhältnisse, aber nicht sozusagen individueller Abtötung.

Vereinzelte inmitten von Gesellschaftsstöcken eingeschaltete Rasen von zu *Cladophorites* gestellten Algen haben hier den großen Abstand der Röhren unverändert beibehalten; es wäre ungereimt, den zwischen jenen befindlichen dichten Kalk, der sich von dem übrigen in Betracht stehenden nicht unterscheidet, auf Zellwandverkalkungen zurückführen zu wollen. Dieser Kalk ist übrigens auch gelegentlich breitspurig-schwammig zersprengt (Taf. IV Fig. 13 gegen Taf. III Fig. 12 und Textbild 1), was der Schrumpfung und ihrem Wechsel zuzuschreiben ist (vgl. unten).

Die häufigste Alge *Chlorellopsis* ist auch stellenweise ohne oder mit geringster Anteilnahme anderer Algen an dem Aufbau der geschichteten Stöcke beteiligt; nun hat diese Gattung eine zweifellos eigene, sehr feine rundumlaufende und regelmäßige Verkalkungshaut (S. 107 Z. 7), welche mit der Körnelung der das Gerippe des Stocks bildenden dichten Verkalkung in gar keinem, irgendwie angenäherten Verhältnis steht; diese erfolgt hier wie bei den übrigen Stöcken vorzüglich einseitig von außen und oben her, erhält hier auch die Eigenhülle, während diese auf der entgegengesetzten Seite gegen alle auch während des Lebens schon beginnenden Einwirkungen gegenüber schutzlos ist; schon daraus folgt, daß beide Entstehungen sehr verschiedenen Ursprungs sind, daß die Vergesellschaftungsvorteile nur unvollkommen sind und nicht aus vegetativem Zwang entstanden. Weder hier noch bei irgendeiner anderen Art besteht eine regelmäßige Beziehung zwischen der Häufigkeit und Dicke der dichten Zwischenwände und der eingeschlossenen Algenrasen.

Ein Weiteres ist die Tatsache, daß im Kern dieser Gewächse nicht selten die *Cladophorites*-Arten stecken, welche für sich fast überall faserig-schalig um-

sintert sind, während dies für die benachbart aufsitzende Algen (Nicht-Cladophoraceen) nicht gilt. Diese faserig-schalige Umhüllung muß daher in ihrer Eigenheit schon völlig ausgebildet bestanden haben, wie auch die frei gebliebenen Cladophoraceen diese durchgängig besitzen. Es ist eine Entstehung, welche in ihrer Eigenheit sofort nach dem Ableben der Pflanze eintrat, welches vielleicht auch schon durch das Überhandnehmen der Verkalkung erfolgte. — Es liegt also auch eine Vergesellschaftung verschiedener Verkalkungsarten zu einem einheitlichen Gewächs vor.

Faserig-schalige Krustenmassen gibt es aber im Miozän der Pfalz auch ohne alle pflanzliche Einschlüsse, wie auch reine Oolithe gleicher Zusammensetzung, allerdings häufig mit einem dichten Kalk wechselnd oder ihn umhüllend.

Was nun den außerordentlich stromatolithähnlichen Stock von *Dimorphostroma palatinum* betrifft, so konnte hervorgehoben werden, daß gewisse regelmäßig eingeschaltet scheinende Kalkverdichtungen das innere Stockwachstum beschränken und daß auch mehr diagonale Verdichtungen am Außenrand nahe legen, daß auch mit deren Wachstumsrichtung nicht leicht vereinbare Verdichtungen zusammenhanglos auftreten. Bei dieser Alge ist nun, was für die andern Algen nicht so deutlich ist, die Verkalkung der Zellwände während des Lebens wohl zweifellos, sie begleitet offenbar die organische Stockbildung engstens und trotzdem ist eine Einkalkung wie von außen, unten oder innen her nicht zu verkennen. Andererseits ist hervorzuheben, daß bei zurücktretender Verkalkung die dicht gedrängte Verzweigung aufgehoben ist und nun eine kleine Anzahl von Zweiglein mit dünner Kalkhülle weiter wachsen, bis wieder plötzlich das geschlossene Stockwachstum eintritt.

Bei *Microchorton*, bei *Dendractis* und bei *Brachydactylus* liegt der Schwerpunkt der Verkalkung und Stockbildung sicher mehr außerhalb der Pflänzchen in der Umhüllung eines deutlichen Wachstumsabschlusses, wenn auch ein Eindringen in die Zellwände schon während des Lebens nicht zu widerlegen ist (ich denke z. B. an die Verkalkungen der Zellwände bei *Dendractis compacta*. Bei *Brachydactylus* ist in dem dichten Kalk auch eine Quarzlage anwesend. Daß eine völlige Durchkalkung von Zellwänden jeder Art nach dem Aufhören vegetativer Lebensvorgänge im allgemeinen möglich ist und daß sie an dem Bestand und der Form der Gewebe gelegentlich auch nichts ändern, das beweisen (abgesehen von Geogn. Jahresh. 1912 S. 113—120) meine Mitteilungen in diesem Jahreshft S. 12 u. 38; am wenigsten, ist sie abzulehnen bei niederen Pflänzchen mit geringen Gewebeverfestigungen, sobald die erhärtenden Lösungen bei der Hand sind.

Wenn wir bei der Entstehung der dichten feinkörnigen Kalkabsätze in den Gesellschaftsstöcken die Mitwirkung der Algen nur auf einem Umwege vermittelt zugestehen können, so darf nicht hervorzuheben versäumt werden, daß die öfter zu beobachtende feine Schichtung dieser dichten Absätze, vielleicht auch die Kalkverstärkungen bei *Dimorphostroma*, ja sogar die einmal beobachtete Einschaltung von Kieselsäure in einer feinen Lamelle (Taf. IV Fig. 9, **) vermutungsweise die Wirkung einer etwa rhythmischen Anordnung an einer mit organischen Kolloiden erfüllten Ausfällungshülle sein kann, deren innere Differenzierung sich auch an die vorgebildeten Formen und Grenzflächen der Algenrasen anschließt;¹⁾ ich vermeide hierbei ausdrücklich den Ausdruck Diffusion, weil hiermit leicht eine ein-

¹⁾ Vgl. hierzu die in diesem Jahreshft S. 5 festgestellte Beteiligung von Quarz-Kieselsäure an der oolithartigen Kalkkarbonatversteinigung von Pflanzenresten.

seitig von außen stattfindende Lösungsdurchdringung gemeint werden könnte, gegen deren Annahme ich auch bei der Achatbildung mich gewendet habe.

Diskordante Anlagerung der Schichtung an die Spitzen von Algenrasen, wie sie in Taf. V Fig. 7 leider nicht gut im Lichtdruck durchgedrungen ist, sind hiervon nicht ausgeschlossen; ich habe solches auch in dem Achatgefüge, soweit ich eine rhythmische Differenzierung zwischen den Grenzen der Generationen und innerhalb der einzelnen Schichtungsgebiete dieser anerkennen konnte, nicht selten beobachtet.

Kennzeichnung der faserschaligen und der dichten Kalksinterbildungen ohne Algeneinschlüsse u. a.

Es wurde oben bei der Beschreibung der Einzelfunde betont, daß mit den Algen besonders in ihrer nächsten Umgebung meist dichter feinkörnigster Kalk auf-trete, daß umgekehrt in dem faserig-schaligen Sinter nur selten bzw. nur ganz bestimmte Algengruppen vorkämen, d. h. faserig-schalig umsintert wären, und daß diese Umsinterung (abgesehen von Quarzkörnern, Schalenbruchstücken und dichten Kalkbänkchen) auch ganz regelmäßig die Gehäuse der Köcherfliegenlarven umgebe und in das Innere ihrer Röhre eindringe; dies gilt auch für die Oolithe. In sehr vielen Fällen umgibt eine zurundende Hülle von dichtem Kalk oder auch die Faserschichtenhülle des Ooliths eckige Quarzkörner; noch öfter umgibt letztere kleine feinkörnigste Kalkbröckchen, eckig und abgerollt, zum Teil als dünne abschließende Hülle; die Faserschichten sind oft auch von feinkörnigen Zügen unterbrochen, wie auch häufig von einer dichten Lage endgültig überdeckt; die in Taf. I Fig. 5 in viermaliger und Taf. II Fig. 8 in achtmaliger Vergrößerung) dargestellten Oolithkörner vom Kahlenberg bei Herxheim zeigen alle bei einer gewissen Größe faserige Oolithschichten, welche dann von dichter feinkörnigster Kalkbildung wieder umgeben sind, in denen sich auch gelegentlich Spuren des Algenlebens erkennen lassen (vgl. S. 111); in dieser Hülle werden dann auch später Schalenreste eingeschlossen, ein Beweis, daß sie am Boden gerollt sind. Die innere faserige Kernschale ist nach außen meist sehr scharf abgesetzt, an einzelnen Körnern zeigt sich auch ein gewisser aber unscharfer Übergang zu dem dichten äußeren Gefüge.

Häufig ist die faserige Hülle ganz gleichmäßig faserig; doch gibt es auch solche Funde, welche im Fasergefüge strahlig unregelmäßig bis körnig unterbrochen und ebenso nach außen dadurch zackig zahnradartig gestaltet sind (vgl. Taf. I Fig. 5); bei jedem Fund herrscht immer nur die eine Art des Gefüges; die Unterbrechungen sind kurzfasrige, fast körnige, hauptsächlich noch nicht längs und seitlich einheitlich zusammengeschlossene Ausscheidungen. Die gleiche Art strahlfaseriger und schaliger Unterbrechung durch ungleich- und kurzfasrigen, fast körnigen Kalk kann man auch bei dichtem, dickem Fasersinter ohne Algenwuchs beobachten, vgl. Taf. I Fig. 15 und Taf. II Fig. 14, von Bockenheim, woselbst die lichtschwächeren Teile in der Lichtdruckwiedergabe leider fast ganz schwarz geworden sind; ebenso von gleichem Fundort Fig. 16 mit vereinzelt *Chlorellopsis* in kleinen Nischen und Grübchen; auch hier sind neben den nicht faserig-strahlig gewachsenen Lagen auch die schwachstrahligen zu dunkel geworden; dunklere, speichenförmige Unterbrechungen des Fasergefüges sind häufiger bemerkbar als lagenartige.¹⁾

¹⁾ Ich kenne Derartiges auch aus unvollkommen strahlig-faserigen Tutenkalcken, woselbst deutlich ist, daß die erste Anlage feinkörnig ist und darauf eine größer körnige bzw. strahlig stengelig-faserige Fortkristallisation folgte.

Das Schichtenwachstum im Fasersinter und den Oolithen ist im großen und ganzen ziemlich regelmäßig; bogenförmige Aufbiegungen gehen durch weite Strecken trotz mehrfacher Unterbrechung quer hindurch, jedoch treten auch Änderungen in der Bogenform mit enger gesetzten Ausgangsstellen und stärkerer Krümmung auf; die dichteren Unterbrechungen können als feinkristallin gebliebene Ausfällungen betrachtet werden, welche anfangs amorph sind. Eisen- und Manganhydroxydausfällungen sind häufigst punktförmig, aber auch quer und längs verlängert und verschmolzen zu beobachten; sie halten sich meist an ganz bestimmte Schichtlagen, sind Erzeugnisse nachträglicher Hydroxydierung des Karbonats, welche gerne mit den größer kristallinen Korngruppen auftreten. — Zwischen den großen Aufbiegungen benachbarter Bänder gibt es auch kleinere steilere zusammengedrückte Bögen (Taf. I Fig. 5). Eine Unterbrechungsfläche zeigt bei diesem Stück (nicht abgebildet) starke Abtragungsspuren und in dem hangenden, gefügelosen, etwas unregelmäßig körnigen Kalk Züge der Vergrößerung des Kalkkornes, welche an die Wirkung querrer Lösungsdurchsinterung an dieser Fläche erinnern, wobei die Liegendfläche stark mit Eisenkörnern belegt und durchsetzt ist.

An der Oberfläche eines regelmäßigen Fasersinters um *Cladophorites* zeigt sich ein Nachwachstum um angelagerten und zum Teil wieder entfernten dunkeln feinkörnig dichten Kalk mit Einschlüssen, dessen Faserwachstum am schwächsten ist, je weiter das äußere Ende vom alten Stock sich abgebogen hat. Kleine Bröckchen des wieder entfernten Kalks sind mit ganz dünnem Faserrand umgeben und liegen in einer neuen feineren Kornauffüllung. Ich würde das bei einem einzigen Präparat für eine sonst nicht beobachtete Diffusionswirkung angesehen haben, wenn nicht das Nachbarpräparat den oben geschilderten Befund hätte erkennen lassen. Die große Unregelmäßigkeit der Verteilung von Stellen guten und unausgebildeten Fasergefüges in der Folge von innen nach außen läßt erkennen, daß es nicht Ergebnis eines von innen nach außen von einem Antrieb erzeugten Vorgangs ist, sondern als das Erzeugnis an einer jeweiligen Oberfläche in zeitlich weiter auseinanderliegenden Faserungsabschlüssen betrachtet werden muß.

Recht zersetztes Fasergefüge, besonders großfaseriges mit speichenartigen Zwischenbildungen körniger Zusammensetzung kann bei Verwischung der Grenzen schließlich zur irrigen Annahme einer Umwandlung aus strahligen Algenfädengewächsen führen, während zersetztes Algenwachstum meist zu einer grobkörnigen Verschmelzung der Fadeninnenräume hinleitet; es gibt aber keine deutlichen Umwandlungsübergänge zwischen beiden; sie stehen auch in frischer Erhaltung scharf nebeneinander.

Neben den faserschaligen Sinterbildungen kommen auch völlig dichte ohne jeden Algeneinschluß vor; besonders wichtig war mir vor Jahren der Vergleich eines etwas graulich gefärbten Sinterkalks (von einem Bruch zwischen Mertesheim und Tiefental) mit den permokarbonischen Seesinterkalken; die Stämmchen zeigten deutlich unregelmäßig bogige sehr dünne Schichtung dichteren, sehr feinkörnigen Kalks in einem helleren, gröberkörnigen, quarzsandigen, Schalenbruchstücke enthaltenden Gestein.

Eine eigentümliche Form des Seesinterkalkwachstums zeigt sich in den Landschneckenmergeln von Rittersheim nicht nur aus stark gebogenen dünnen Zügen dunkelbraunen feinkörnigsten Kalks mit helleren (aber nicht querfaserigen) wechselnd, sondern letztere bestehen auch aus sehr kleinen rundlichen bis länglich wurstförmigen, im Kerne dunkleren Knöllchen und richten sich in Schichtlagen zu-

sammen, denen sich sehr kleine Quarzkörnchen zugesellen. Ich werde hier an gewisse permkarbonische Stromatolithen von Börsborn erinnert, welche ich bei Gelegenheit eines Sammelreferats über derartige Bildungen im Neuen Jahrbuch für Mineralogie 1908 Bd. II S. 135—136 besprach, wobei aber die übergängige Zusammensetzung der Schichten aus verlängerten Bröckchen zu wenig hervorgehoben und mehr Nachdruck auf deren Kornzusammensetzung gelegt wurde. Ähnlich wie sich die Körnchen nach unten zu einheitlichen Lagen des Sinterstammes zusammenschließen, so entstehen auch kleine oolithische Gebilde ohne Faserkristallisation aus bogig-schalig sich rings zusammenschließenden verlängerten Bröckchen in unregelmäßig eiförmiger Rundung. — Äußerlich erinnern derartige Gefügeformen an den Bau von ROTHPLETZ aus dem Silur Gotlands bekannt gemachter „Sphärocodien“, welche häufig nur aus bogig angeordneten wurst- bis schlauchförmigen Körperchen bestehen; diese werden als dimorphe Zellen erklärt (Sverige geologiska Undersökning 1913 Nr. 10 Taf. 4 und Svenska Vetenskap akademieens Handlingar 1908 Bd. 43 Nr. 5 Taf. 2), dem ich mich nicht anschließen kann.

In vielen Schlifften, besonders aber jenen von Wachenheim a. Pfrimm, mit *Microchorton*, *Cladophorites*, *Brachydactylus* und *Chlorellopsis* in äußerlich dichten fast glasig brechenden gelben Kalk finden sich in den dichten Zwischenlagen sehr feine und kurze Maschenförmige, ziemlich gleichmäßige Linienverzweigungen, welche mit hellerem Kalkspat erfüllt und an dessen Verästelungsstellen oft punktförmige Erweiterungen zu sehen sind; ich habe diese Verzweigungen zuerst für Algen gehalten (Erl. z. Bl. Donnersberg: *Dictyoplocus minutus*); es ist aber das Bild einer mehr und weniger vollkommenen Septarien-artigen Zerreißen im kleinen, welche öfters nicht zur völligen Trennung mit nachträglicher Kalkspaterfüllung vorgeschritten ist, es sind mehr Spältchen als Röhren. Auch unregelmäßige Formen solcher kleineren und größeren Zerreißenverästelungen kommen vor; ähnliche Bilder sind auch bei A. ROTHPLETZ a. a. O. 1913 Taf. 7 Fig. 1—3 und besonders Fig. 5 in sogen. *Sphaerocodium*-Kalken und 1908 Taf. I Fig. 4—6 Taf. V Fig. 6 und Taf. VI zu sehen, die ich als Bildhinweis zu der weniger regelmäßigen Art der Hohlräume heranziehen möchte, die aber hier die Deutung nicht finden können, die ihnen ROTHPLETZ in den Kalken von Gotland gibt; irgendwelche organische Herkunft haben sie offenbar nicht; Kalke aber, welche reichlich kolloidalen Ursprung oder Beimengung dieser Art haben, können nach ihrer Überdeckung austrocknend solche Zerreißen erleiden; sie sind die Ursache der Entstehung der von den Oolithen in den wechselnden Spritzzonen gebieten umwachsenen sehr dichten und feinkörnigen Kernstückchen.

Da ich den dichten feinkörnigen Kalk in der Algenverkalkung selbst für eine nicht aus Gewebezwang entstandene Verkalkung halte, so ist es verständlich, daß derartige Zerreißen auch innerhalb der einzelnen Algenrasen vorkommen können; sie können natürlich wegen des Fadenzusammenhangs im Innern nicht die kleinschollige Form annehmen, sondern zerreißen schwammig-balkig in verschiedenen Größen der Räume (vgl. Taf. IV Fig. 12 und 13, Textbild 1 Mitte).

Schlußfolgerungen über den Entstehungsort der Oolithe und verwandten Gebilde.

Wir haben festgestellt, daß von den behandelten Algen die Gruppe, welche wir durch das Vorhandensein von gedrehten Klammerranken als zu den Cladophoraceen gehörig erklärten, zumeist keine dichte, innerlich gestaltlose Umhüllung

besitzen, sondern faserig-schalig umkrustet ist, daß sie dies auch beihehäft, wo sie in guter Entfaltung an Gesellschaftstöcken teil hat. Nun gehören diese Cladophoraceen zu jenen Algen, welche in der Gegenwart im stärker bewegten Wasser, z. B. in der „Spritzzone“ der Brandung außerhalb des eigentlichen Litorale leben,¹⁾ zum Teil auch schon durch verstärkte Wandung, zum Teil durch die Klammerranken gegen die zu starke Inangriffnahme geschützt sind; zum mindesten erscheint das häufige Auftauchen für sie ein Bedürfnis zu sein; diese Beobachtung wird dadurch gestützt, daß diese Algenrasen ziemlich gleichmäßig Quarzkörnchen eingewachsen enthalten, vereinzelt sogar auch auf größeren Sandsteinbröckchen angesiedelt sind.

Daß ein häufig wechselndes Benetztwerden mit kalkhaltigem Wasser und Wiederabtrocknen zur Bildung von Kalkkrusten nach Art des Quellsinters mit Fasergefüge führen kann, das ist verständlich. Das Scheitelwachstum der Cladophoraceen ermöglicht den Beginn der Verkalkung in den tieferen Stockteilen sogar schon bei Lebzeiten.

Wenn dieser Vorgang dem obersten Rand der Wassererstreckung angehört, welche etwas außerhalb der Brandung liegt, so wird auch dadurch erklärt, daß die Gehäuse der Köcherfliegenlarven in gleicher Weise faserig-schalig innen und außen an allen Fundorten umkrustet sind, hier allerdings, nachdem die Larve das Gehäuse verlassen hat. Neben Litorinellen bauen diese Larven auch mit dichtkörnigen Miliolidenmumien mit vereinzelt Faserschalen, welche in dieser Zone nicht selten sind. Es ist hierbei gleich hervorzuheben, daß bei lebhaftem Absatz der Schichtbildungsstoffe und wechselnd starker seewärts gerichteter Abführung sowie infolge unzusammenhängender Seebodenbewegungen verschiedenen Ursprungs die Spritzzone nicht immer am selben Ort verbleibt, sondern daß Verbauungen und Verlegungen stattfanden, welche z. B. auch bewirken können, daß früher etwas tiefer gelegene Gebiete auch in den Bereich der Spritzzone versetzt werden.

Die Beobachtung an den Phryganidenröhren leitet zu den Oolithen und den faserig-schaligen Sinterkalken ohne Algeneinschlüsse über; wir sind zu der Annahme berechtigt, daß beider Bildung der lebhaft in der Befeuchtung wechselnden Spritzzone angehört; die schönsten Algensintervorkommen mit dichtem Kalk sind eingeschlossen in Oolithanschwemmungen, deren Ansammlung ziemlich stetig erfolgt und keine Beziehungen zeigt zu der scharfen Lamellierung der Algenstöcke selbst. Es ist zu erwähnen, daß in dem Handstück des Bilds 1 an anderen Stöckchen eine einseitige Kornlagerung in ihrer Umgebung bemerkbar ist, daß auf je einer Seite von zwei Stücken kleine Hydrobien, die schichtmäßig so angeordnet sind, daß sie entweder an dem Steilrand des Algenstocks eine gemeinsame Fließhemmung oder einen Schutz vor einer Strömungserfassung von der anderen etwas steileren Seite erfahren haben und daß nach der Seite ihrer Lage sich die letzte Stocklamellierung weit von ihrer bisherigen Steilachse wagrecht ausgebreitet herüberzieht und die Schälchen noch umfaßt; letzteres kann so gedeutet werden, daß die auf einem sandigen Grunde wachsenden Algen vielleicht im Sinne der ersten Deutung einer leichten Wasserbewegung entgegengewachsen sind. Zweifellos haben sich die Stöckchen wenig über den Boden erhoben, haben in deren lediglich Kalkgeröllchen und -Körnchen, wenig Schlamm im engeren Sinne führenden Verfrachtung nur wenig durch Trübe zu leiden gehabt. Diese Wasserbewegung kann nur seewärts

¹⁾ Vgl. OLTMANN, *Morph. u. Biol. d. Algen* 2. Band S. 168.

erfolgt sein (Sogströme, vgl. Erl. z. Bl. Donnersberg S. 172) und landherwärts kommen, was wieder für den oben gedeuteten Ort der Oolithbildung spricht.

Weiterhin ist in dieser Beziehung anzuführen, daß die Oolithe sehr häufig einen dichten sehr kleinen Kern umhüllen, der der Austrocknungszerbröselung dichten Kalkabsatzes (vgl. S. 121 u. S. 126) zum Teil aus Algenstockzwischenlagen angehören muß, daß aber die wohlgestalteten, scharf umrandeten Ooide später von dichten, Algenwachstumansätze zeigenden, etwas unregelmäßiger gerundeten Kalk umhüllt sind, also bei ihrer meerwärts gerichteten Verfrachtung in die Zone des unter ständigerer Wasserbedeckung stattfindenden Algenstockwachstums vorrückten.¹⁾

Eine Übergangszone scheint die Höhenlage an der flachen Meerböschung gewesen zu sein, in welcher ein starkes „Auf und Ab“ noch bemerkbar, ein Überschlagen auch größerer Bröckchen gelegentlich nicht ausgeschlossen war, der Böschungstreifen der Mumienbildung, der Umwachsung von Muschelschälchen u. s. w. von allen Seiten mit auch Algeneinschlüsse führenden, dichten Kalkhüllen.

In dem nun seewärts sich anschließenden Teil der Böschung wäre der Ort gegeben, an welche bei vorwiegender Wasserbedeckung und geringer Wasser- und Körnerbewegung durch das Algenwachstum selbst ein sich einstellender Reichtum schwebender Kalkausscheidung vorhanden war, der bei gelegentlich eintretender völliger Ruhe und dabei mangelnder Gaszufuhr das Algenwachstum vereint mit nun eintretenden Fäulniserscheinungen²⁾ zum kurzen wechselnden Absterben brachte.

Von Wichtigkeit für die Oolithentstehung scheinen mir die Polyooide zu sein, welche auch hier im Miozän auftreten; ein Nachwachstum der eingeschlossenen Oolithkörner ist nirgends zu bemerken; wenn sie entstanden wären wie die Sphärolithe in faulenden pflanzlichen Einheitskörpern (vgl. dieses J. H. S. 1—16 Taf. I Fig. 1), dann müßten sie aus ihrer Umgebung sehr frühe, ohne zur Facettenbildung gekommen zu sein, ausgelöst worden sein. Die Forderung der Möglichkeit rings gleichmäßiger Entstehungsbedingungen um die Körner ist eben in ihrer freien Beweglichkeit gegeben. Alle Anzeichen von einer Diffusionsentstehung fehlen.

Aus dieser Darstellung geht hervor, daß es in dem Miozän dichte und faserige Oolithe gibt, von welchen die letzteren die echten auch am besten gerundeten Ooide darstellen; bei der ursprünglichen Ausfällung und Faseranlage der letzteren spielen überwiegend anorganisch-mineralische Wirkungen, Entgasung und Verdunstung des CaCO_3 und CO_2 führenden Wassers herein; es sind anorganische Inkrustationen, und ihre Entstehung ist an die leichte und freie Beweglichkeit von rasch verdunstenden Wasseransammlungen geknüpft. Abstufungen dieser Bildung sind faserig-schalige Sinter und faserig-schalige Inkrustationen von Cladophorites und Phryganidengehäusen; seltene Cladophorites inmitten von Algengewächsen sind dicht umkrustet.

Alle dichten „Oolithe“ und die anschließenden oolithoiden Gebilde gehen mit Hilfe der CO_2 entführenden Assimilation des mit ihnen mehr und weniger eng verbundenen Algenwachstums hervor, von dessen Ausdehnung die Gesellschaftsstöcke nur eine Ahnung hinterlassen haben. Ooid-artig sind noch die Mumien; auch sie verlangen gewisse allseitige Beweglichkeit, die sie bis zu einem gewissen Umfang behalten; wir haben Gesellschaftsstöcke, welche an der Grundfläche eine Mumie besitzen Die Beweglichkeit unterstützt die oolithartige Gestaltung.

¹⁾ An Ebbe und Flut ist im Rheintalgraben nicht zu denken.

²⁾ Die Algenstandorte der Gegenwart werden als fäulnisarm bezeichnet.

Wie eindringlich das Algenwachstum allgemein (ohne organisierte Eigenbeteiligung der Gewebe) an dem Aufbau derartiger Kalkgewächse (Gesellschaftstücker!) beteiligt sein kann, geht aus der Zusammensetzung des Bodenseewassers in der Umgebung der ausgebreiteten Schnegglands bei Konstanz hervor, welche im Liter 0,0871 g CaCO_3 , 0,0138 CaO , 0,0197 MgCO_3 und 0,0021 MgO enthält (Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees 1894, Bodenseeforschungen VII. S. 7 von Dr. BAUER und Dr. VOGEL). Die Gewässer des Überlinger Sees und so weiter sind nur von aus Kalkgebirge kommenden, verhältnismäßig kalkhaltigen Zuflüssen gespeist. Wenn wir bedenken, daß das Tertiär des Rheintalbeckens fast rundum von Sandstein- und Silikatmassen umgeben ist, so ist die außerordentliche Kalkbildung wohl nur durch Quellen unterstützt zu erklären, welche an den Rheintalspalten aus den versenkten Muschelkalkschollen stammen mag (vgl. Erl. z. Bl. Donnersberg S. 174). Für *Dimorphostroma* scheint mir die Nähe einer Kalkquelle angenommen werden zu müssen.

Während die algenführenden Gesellschaftstücker im Miozän nur Stromatolith-ähnliche Gebilde sind, stehen die pfälzischen permkarbonischen Seesinterkalke nach dem Gefüge und der Gestaltung zwischen beiden. Der reichliche und lang dauernde Einschluß faulender organischer Substanz scheint mit ihrer kristallisationshindernden Wirkung die sonst rasche Faserkristallisation hintangehalten zu haben; vielleicht war auch die die Ausfällung von feinkörnigstem Kalk fördernde pflanzliche Tätigkeit lediglich ein starkes Algenplankton, nicht ein Algenbenthos, wie wir es im Miozän zu haben scheinen.

Zweifellos besteht zwischen beiden Gebieten ein großer Unterschied in der Erhaltung der organischen Substanz in dem Kalkgewächs selbst; dies könnte auf einen mit dem Übermaß tierischer Organismen verbundenen Bakterienreichtum in dem Miozän zurückgeführt werden, welcher auch durch eine reichliche Kalkdarbietung unterstützt wird; diese werden wohl im Permkarbon nicht gefehlt haben, aber lediglich z. B. die Möglichkeit des Unterschiedes ihrer etwaigen Ausbreitung nur am Boden der süßen Gewässer würde ein Algenwachstum auf das wichtige Plankton verdrängt haben und bei dem außerordentlichen Vorherrschen pflanzlichen Lebens könnte noch viel organische Substanz verkohlungs-fähig in die Kalkgewächse regelmäßig eingeschlossen worden sein (vgl. dieses Jahreshft S. 34). Auffällig ist, daß das einzige dunkelgefärbte tertiäre Vorkommen (Mertesheim—Tiefental) auch keine Einschlüsse von Algenbenthos enthält. Eine gewisse Abtrennung der Gebiete der Algenflora und Bakterienwirkungen scheint nicht abzuweisen zu sein.

Diese Betrachtungen gelten alle mehr dem Ort als der Art der Oolithentstehung; es ist klar, daß zwischen einer kalkabsetzenden Süßwasserquelle und dem Uferwasser eines immerhin noch salzigen organismenreichen Binnensees anorganisch und organisch Unterschiede bestehen, welche das Wie? beeinflussen.

Ich möchte diese tertiäre Algenflora nicht abschließen, ohne auf eine allgemeine Ähnlichkeit mit den durch A. ROTHPLETZ bekannt gewordenen Kalkalgen aus dem Obersilur Gotlands hingewiesen zu haben; die gewebekundlichen Deutungen in den Einzelfällen dieser Flora sind nicht unanfechtbar und die systematischen Einreihungen begegnen Bedenken, wie ich auch hervorheben möchte, daß meinen systematischen Versuchen etwas Vorläufiges anhaftet, welches durch einen Vorrat vermehrter und verbesserter Sammlungsstücke und Dünnschliffe vielleicht später gehoben werden kann. Das Silur Gotland enthält sehr ähnliche Oolithe.

Tafel-Erklärung.

Tafel III.

Fig. 1. *Chlorellopsis coloniata* mit undeutlichem Brachydactylus. Bockenheim. 16mal. — Fig. 2. *Dendractis brevis* mit *Chlor. col.* 16mal. — Fig. 3. *Dendractis brevis*. 16mal. — Fig. 4. *Dendractis* spec. (? *brevis*). 16mal. — Fig. 5. Oolidkörner in der dichten Außenzone, unwachsene Schälchen und Algenansätze (*Dendractis*) vom Kahlenberg-Harxheim. 30mal. — Fig. 6 vgl. Fig. 5. — Fig. 7. *Brachydactylus radialis*. 15mal. — Fig. 8 und 9 das gleiche 20mal. — Fig. 10–13. *Microchorton claviger*. 20mal (Fig. 12 mit *Cladophorites minutus*). — Fig. 14. *Dimorphostroma palatinum* 15mal. — Fig. 15–16. Fasersinter (Fig. 16 mit *Chlorell. col.* 20 bzw. 16mal).

Tafel IV.

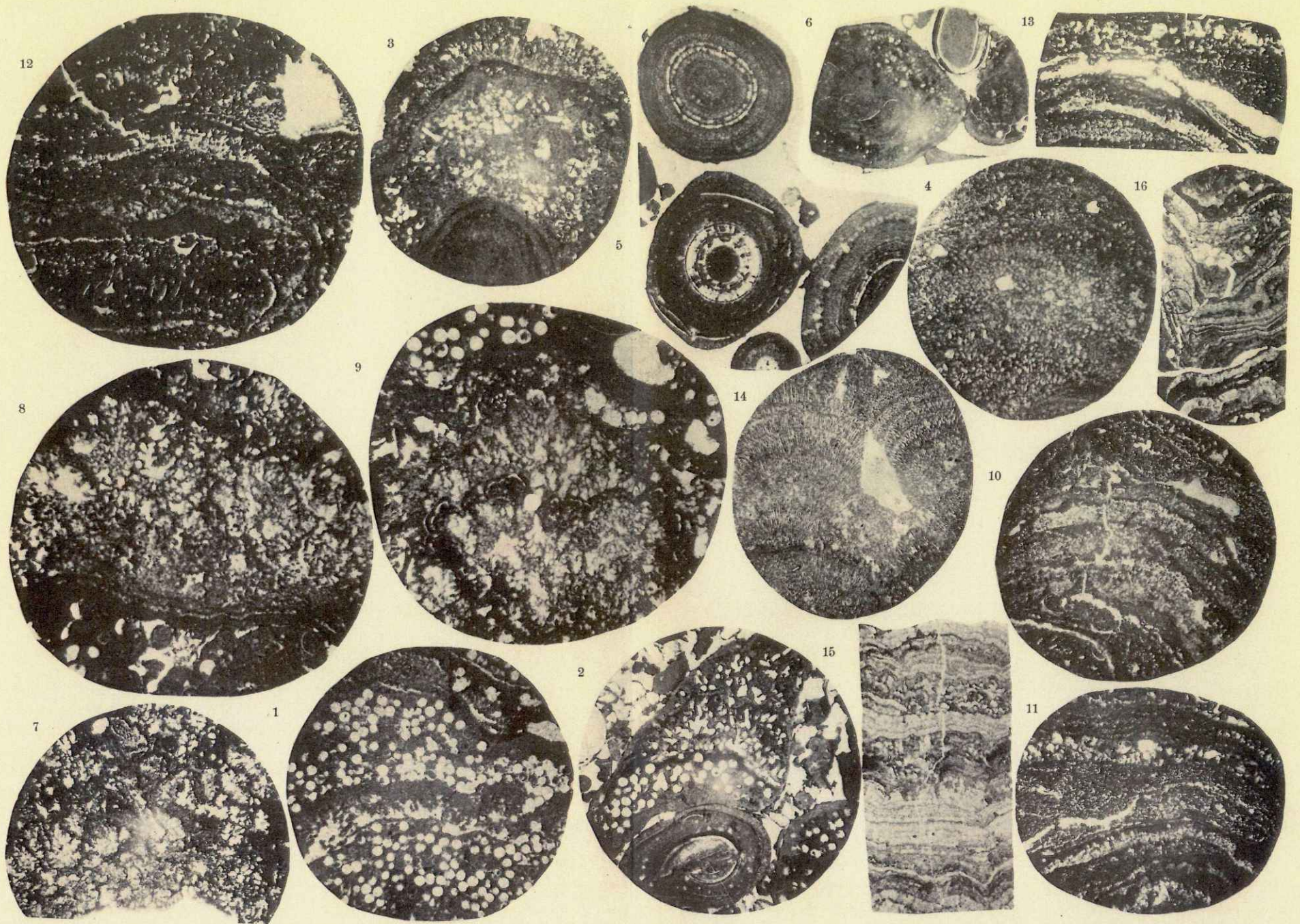
Fig. 1–2. *Ternithrix compressa*. 18mal. — Fig. 3–4. *Chlorellopsis coloniata*. 16mal. — Fig. 5–6. *Dendractis brevis* mit *Chlorell. col.* 15mal, 30mal. — Fig. 7. *Hydrobien mumie* mit *Chlorellops. col.* 20mal. — Fig. 8. *Ool.* vgl. Tafel III Fig. 5. 15mal. — Fig. 9. vgl. Tafel III Fig. 9. 40mal. — Fig. 10 vgl. Tafel III Fig. 14. 30mal. — Fig. 11 vgl. Tafel III Fig. 12. 40mal. — Fig. 12. *Dimorphostroma diffusum*. 35mal. — Fig. 13. *Cladophorites minutus* quer. 20mal. — Fig. 14. Fasersinter.

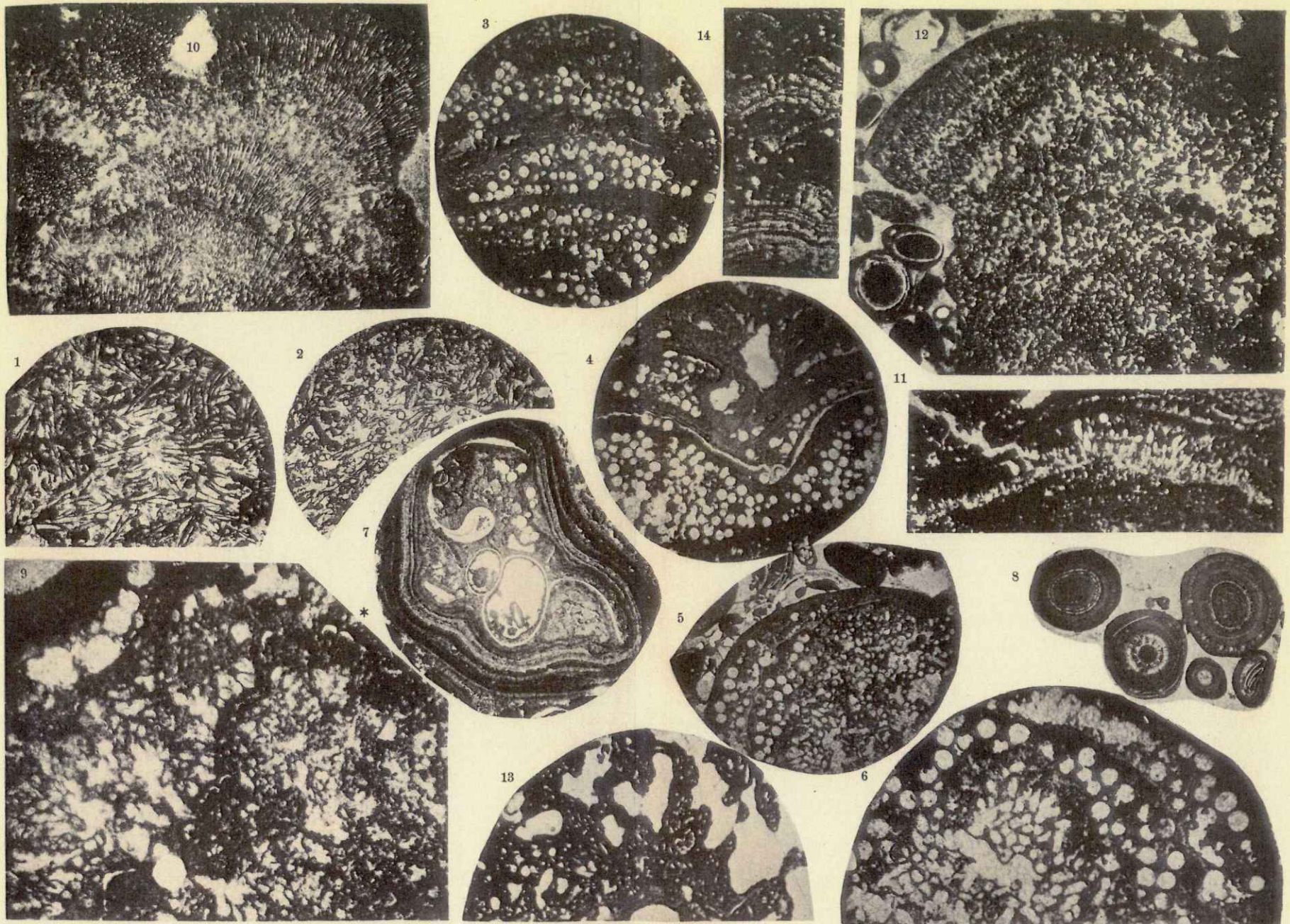
Tafel V.

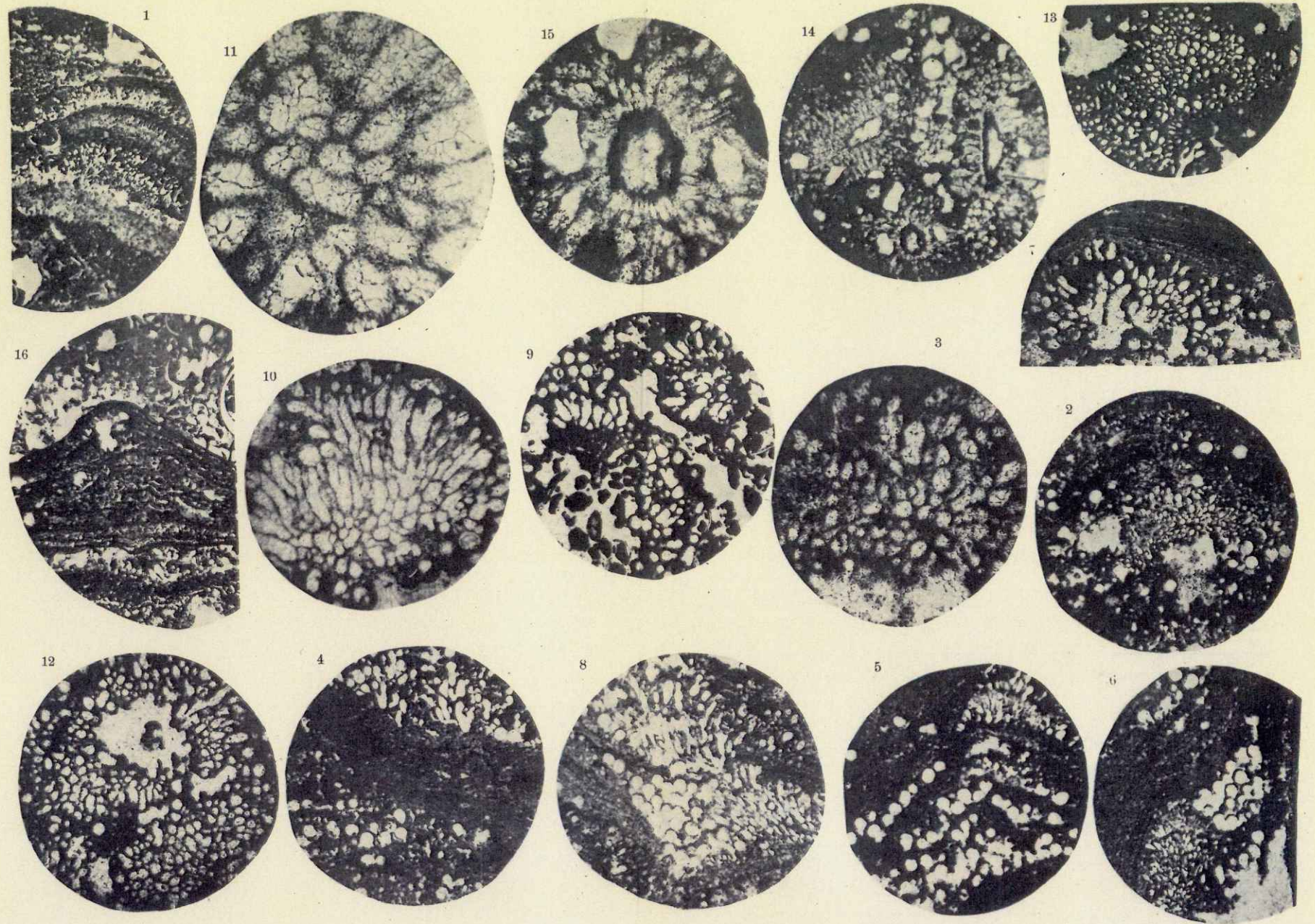
Fig. 1. *Microchorton claviger*. 20mal. — Fig. 2–3. *Dendractis* spec. vgl. Tafel III Fig. 4. — Fig. 4–9. *Dendractis compacta*. 18mal. — Fig. 10 das gleiche 25mal. — Fig. 11 80mal. — Fig. 12–13 das gleiche quer. 18mal. — Fig. 14–15. *Cladophorites dubius*. 30mal und 90mal.

Inhalts-Übersicht.

	Seite
Allgemeines über die Art des Vorkommens	104–121
Spaltalgen — Rivulariaceen	105–106
<i>Ternithrix compressa</i>	105–106
Grünalgen — Protococcales	107–109
<i>Chlorellopsis coloniata</i>	107–109
„ <i>minima</i>	109
„ <i>spec.</i>	109
Protosiphonaceae (OLTMANN)	109–111
<i>Microchorton claviger</i>	109–111
Achaetophoraceen (Zweifelhafte Haarträger).	111–113
<i>Dendractis brevis</i>	111
„ <i>compacta</i>	111–113
<i>Brachydactylus radialis</i>	113
Cladophoraceen	113–116
<i>Cladophorites incrustatus</i> LUDWIG spec.	113–114
„ <i>helix</i>	115
„ <i>minutus</i> und ? <i>intermedius</i>	115–116
„ <i>dubius</i>	116
Codiaceen (?)	117–121
<i>Dimorphostroma palatinum</i>	117–120
„ <i>diffusum</i>	120–121
Dasycladaceen	121
Kennzeichnung der Stockbildung mit Algen	121–124
Kennzeichnung der faserschaligen und dichten Kalksinterbildungen ohne Algeneinschlüsse u. a.	124–126
Schlußfolgerungen über den Entstehungsort der Oolithe und verwandten Gebilde	126–129







Über Böden, Gesteine, Schichtfolgen und Gebirgsbau der östlichen Hälfte des Blattes Speyer 1:100000.

Von

Dr. Otto M. Reis.

Im Spätsommer 1922 wurden vom Verfasser von Bergzabern aus und später mit Landesgeologen Dr. NIKLAS von Edenkoben aus eine größere Anzahl Begehungen ausgeführt, um die angekündigten geologischen und bodenkundlichen Ergänzungen zum Blatt Speyer 1:100000 durch Feldbeobachtungen einzuleiten. Bei den Revisionen und Neuaufnahmen in südlichen und südöstlichen Gebieten zur Veröffentlichung dieses Blattes war der Verfasser selbst nicht beteiligt, so daß er sich zu den Ergänzungen auf eigene Aufzeichnungen hätte stützen können. Aufnahmebücher der früheren Bearbeiter waren nicht vorhanden; frühere Veröffentlichungen genügten nicht, um das Unternehmen durchzuführen. Hierbei wurden zur Kennzeichnung der Formationen und ihrer Bodenarten eine Anzahl Bodenproben gesammelt, um sie in dem Umfang, in welchem sie in Bl. Donnersberg 1:100000 berücksichtigt wurden,¹⁾ für Bl. Speyer nachzuholen. An einer Anzahl dieser Böden hat Prof. Dr. NIKLAS (Weihenstephan) genauere Untersuchungen der Azidität (Bodensäure) vorgenommen, welche in diesem Jahreshaft getrennt mitgeteilt werden.

Da die Böden in jedem Falle der Ausgang der Beurteilung der Formationen und ihrer Verbreitung sind und waren, da in den meisten der behandelten Formationen auch die Körnung eine Rolle spielt, so ist es nicht unberechtigt, die bodenkundlichen Ergebnisse den mehr und weniger umfangreichen Beifügungen über Gesteine, Verbreitung, Schichtenfolge und Gebirgsaufbau mit Schlußfolgerungen voranzustellen. Wir gehen hierbei von den jüngsten Formationen aus.

¹⁾ Ich erwähne, daß zu diesen Feststellungen für Bl. Donnersberg in den Erläuterungen zum Teilblatt Kirchheimbolanden 1:25000 und zum Teilblatt Altenbamburg—Mörsfeld 1:50000 (noch nicht veröffentlicht) noch eingehendere bodenkundliche Feststellungen ausgearbeitet wurden und auch im Bereich des Bl. Kusel eine Reihe von Bodenarten zur Durcharbeitung gesammelt wurden. Es war geplant, derartige Einsammlungen noch über das ganze noch nicht soweit bodenkundlich durchgearbeitete Gebiet der Rheinpfalz auszudehnen und zu untersuchen; das andauernd ungünstige Wetter im Jahre 1922 und die im Jahre darauf eintretenden Verbote verhinderten die Ausführung bis heute; sie ist aber nur verschoben.

Aufstellung der nach Körnungsgrößen, Kalkgehalt (nach PASSON), Reaktion und Wasserkapazität untersuchten Böden.

Nach den Feststellungen von Diplomlandwirt Th. Henkel.

1—31. Frei gesammelte Böden 32—46. In Versuchsfeldern der Badischen Anilin- und Sodafabrik gesammelte Böden ¹⁾	in % des Gesamtbodens		in % der Feinerde				CaCO ₃ (Kohlens. Kalk)	Reaktion	Wasserkapazität
	Steine über 2 mm	Fein- erde	Grob- sand	Fein- sand	Staub	Abschl.			
			2 bis 0,1 mm	0,1 bis 0,05 mm	0,05 b. 0,01 mm	<0,01 mm			
1. Jüngstes Alluvium zwischen Ludwigshafen und Mundenheim a.	3	97	30	14	22	34	8,5	alk.	38
2. Desgleichen	3	97	55	8	14	23	15	"	37
3. }	4	96	57	12	13	18	6	"	34
4. } Jüngerer Rheinalluvium hochliegend ar ² bei Mundenheim	1,5	98,5	58	12	2	28	1,5	"	35
5. }	2	98	57	15	11	17	1,5	"	35
6. Desgleichen tiefere Schicht von 5 unter der Krume	1	99	28	7	21	44	12	"	44
7. Lehm der Niederterrasse NO. von Langenkandel (Versuchsfeld) (vgl. 32—46)	15	85	23	8	42	27	0,2	"	35
8. } Lößgrube bei Edenkoben, Quarz führendes Zwischenband zwischen älterem und jüngerem Löß {	1	99	5	8	84	3	22	"	38
9. }	2	98	12	6	47	35	4	"	42
10. Löß unter 9 bei Edenkoben ebendasselbst	0	100	29	5	30	36	5	"	41
11. Unterster Lößlehm ebendasselbst	0	100	53	10	23	14	—	"	36
12. Untere Flugsandlage, Grube zwischen Kirrweiler und Venningen	0	100	86	10	3	1	—	neutr.	26
13. Sandiger Lößlehm über 12 mit Konkretionen ebendasselbst	0	100	50	8	29	13	—	"	27
14. Oberer Flugsand ebendasselbst	0	100	83	8	2	7	—	"	21
15. Lößlehmige Lage über 14 ebendasselbst	0	100	40	16	39	5	Spur	alk.	27
16. Unterer Löß über 15 ebendasselbst	0	100	16	6	31	31	3	"	37
17. Löß, Ziegeleigrube beim Bahnhof Haßloch	0	100	4	8	60	28	18	"	36
18. Hydrobienschichten bei Maikammer	10	90	21	6	29	44	20	"	42
19. Cerithienschichten bei Alsterweiler	5	95	31	10	25	34	Spur	"	48
20. Unterster Muschelkalk, Wonneberg bei Bergzabern	2	98	40	9	28	23	—	neutr.	42
21. Oberer Buntsandstein, Wonneberg bei Bergzabern	15	85	44	24	2	30	0,2	alk.	40

22.	Zwischen Hauptkonglomerat ²⁾ und Trippstadtfelsen, Wonneberg bei Bergzabern	5	95	70	19	2	9	—	neutr.	35
23.	Zwischen Trippstadt- und Rehbergfelsen, Wonneberg bei Bergzabern	1,5	98,5	87	6	5	2	—	„	29
24.	Rehbergschichten, Kohlbrunnerberg bei Dörrenbach	2	98	68	12	2	18	—	„	27
25.	Trifelssandstein vom Abtsberg bei Blankenborn	20	80	79	10	3	8	—	„	28
26.	Trifelssandstein (unterer) westlich Birkenhördt	15	85	92	5	1	2	—	„	29
27.	Unterer Buntsandstein unterhalb des Jochs zwischen Modenbacher Hof und Ramberg	6	94	48	24	13	15	—	„	47
28.	Unterer Buntsandstein westlich Birkenhördt	3	97	62	14	16	8	Spur	alk.	33
29.	Oberrotliegendes, Romantischer Weg bei St. Martin	8	92	49	2	21	28	—	neutr.	31
30.	Oberrotliegendes unterhalb Ramberg ²⁾	5	95	20	13	28	39	—	„	41
31.	Granit der Ludwigshöhe, Edenkoben ²⁾	12	88	53	17	13	17	3	alk.	41
32.	} Hochterrassenschotter Hatzenbühl (Nördl. der Ortschaft)	2	98	77	6	11	6	0	sauer	—
33.		3	97	60	8	18	14	0	„	—
34.	Löß W. von Meckenheim, ca. 40—50 cm Tiefe	1	99	8	8	45	39	62	alk.	—
35.	Lößlehm Meckenheim	2	98	20	11	46	23	1,0	„	—
36.	Lößlehm Böhl	1	99	12	7	50	31	0,5	„	—
37.	} Sandiger Lößlehm Hochdorf	5	95	26	10	45	19	0,2	„	—
38.		4	96	31	7	44	18	1	„	—
39.		2	98	44	8	36	12	0	schw. alk.	—
40.		2	98	41	7	30	22	1	alk.	—
41.	Niederterrasse, Limburger Hof (41—46), Grube (Schlag XIII Parz. 14). Humoser Sand 0—20 cm	1	99	67	11	18	4	0	„	—
42.	Desgl. schwachlehmiger Sand 20—40 cm	0,5	99,5	68	9,5	17,5	5	0	„	—
43.	Desgl. eisenschüssiger Sand 50—70 cm	8,5	91,5	77	4	13	6	0	„	—
44.	Desgl. Mergel 100—120 cm	11	89	34	15	27	24	80	„	—
45.	Grube beim Westschlag X. Schutzstreifen. Schwachlehmiger Sand 0—30 cm	0,5	99,5	63	13,5	19	4,5	0	„	—
46.	Desgl. lehmiger Sand 30—40 cm	Spur	fast 100	58	21	30	1	0	„	—

¹⁾ Hierzu gehört die irrtümlich in der ersten Aufstellung angeführte Probe Rot bei Langenkandel Nr. 7. Eine Aufstellung der Nährstoffe dieser Bodenarten folgt am Schluß dieser Abhandlung. Über die Zahlen der „Reaktion“ vergleiche die gleiche Aufstellung S. 165.

²⁾ Für die Wasseraufnahmefähigkeit des Gesteins des Hauptkonglomerats und Kugelfelsen an der großen Kalmit, von Rötelschiefern im Neustädter Tal und von Granit an der Ludwigshöhe vgl. G. J. LEHR, Pfälzische Heimatkunde 1921. Heft 7/8. S. 108—109.

Anmerkungen zu den aufgestellten Bodenzahlen und geologische Erläuterungen.

Alluvium (a, ar¹—ar³).

Probe 1—6. Alluvialböden bei Ludwigshafen. Die bei Ludwigshafen, Straße nach Mundenheim gesammelten Proben aus dem Alluvium verteilen sich auf das jüngere (3—6) und jüngste Alluv (1 und 2) und zwar lediglich auf a und ar³; die Bodenfarbe ist hell bis dunkelaschgrau. Die „Steine“ (über 2 mm) bei 1 und 2 sind vereinzelte größere (bis 2 cm), dunkelgraue und helle Quarze und Quarzite, die nicht aus dem Haardtgebirge stammen.

Der Grobsand zeigt das Gepräge der rheinischen Sande im Kleinen, vornehmlich helle, nach dem Grau liegende Färbung, Quarz, Feldspätchen und Glimmer.

Gegenüber dem in Erl. z. Bl. Donnersberg untersuchten Aulehm (feinsandiger Lehmboden) zeigen die hier festgestellten Zahlen mehr einen tonigen Sandboden; es entspricht dies einem gewissen Wechsel in breiten Alluvialgebieten. Bemerkenswert ist der überall festgestellte Kalkgehalt.

Was die Einteilung des Alluviums betrifft, so hat Dr. THÜRACH in einem nachträglichen Begleitschreiben zur Korrektur des Schwarzdrucks für Bl. Speyer, welches mir vor kurzem (1922) aus dem Nachlaß des Herrn Dr. v. AMMON erst zu Gesicht kam, vorgeschlagen, daß man — da die versuchte Trennung von ar² und ar³ nach Altersunterschieden kaum durchführbar sei — die Alluvialbildungen in folgender Weise unterscheiden soll: 1. Alluvium der Talsohlen (a) und im allgemeinen; 2. für ar³ = jüngeres Rheinalluvium (tief liegend in Rinnen); 3. ar² = jüngeres Rheinalluvium (hoch liegend); 4. ar¹ = älteres Rheinalluvium (hoch liegend).

In dem alluvialen Gelände südlich Speyer findet sich zu beiden Seiten der Straße nach Rheinhausen in einer Längserhebung aus dem ar² des Niederfelds (Farbe und Buchstaben fehlen im Bl. Speyer) ein älteres Rheinalluv in Kiesen und Sanden mit einer jüngeren Randanlagerung jenes ar²; im großen und ganzen ist kein großer Unterschied im Schottermaterial gegenüber den Sanden und Schottern der Niederterrasse (Untergrund der Stadt und Gelände östlich der Straße nach Heiligenstein), außer daß letztere eine viel stärkere Verwitterungsschicht besitzt.

Der Bau des neuen Hafens nach der Rheinhausener Weide im Jahre 1921 hat die Sande von ar² bis in ungefähr 1 m Tiefe bloßgelegt (rheinische Schotter, Glimmersande und sandige Tone, verschiedentlich in muldigen Lagerungen), wobei ein beträchtliches Grundwasser nicht von der korrigierten Rheinseite her, sondern von einer südlichen Altwasserschlinge am Horn zu bewältigen war. Unter oder in den jüngsten Alluvialtonen (a) dieses Gebiets fand sich eine Anzahl von Pferdeknochen in flächenhafter Ausbreitung.

Wie die alluvialen Bildungen frühere Ausnagungsvertiefungen auffüllen und in die Höhe wachsen, geht daraus hervor, daß z. B. seitlich vom Limburger Hof SW. Ludwigshafen in dem jetzt noch Torf haltenden Alluvialgebiet unter stark tonigem Aulehm in 7 m Tiefe ein Moor festgestellt wurde. Es läßt sich daraus ermessen, daß die verschiedenen Alluvialabteilungen nicht oberflächliche Überlagerungen sind, sondern etwas mächtigere Anschwemmungskörper darstellen.

In dem bei Neuhofen eingezeichneten Torf (mit Holzresten) findet jetzt ein lebhafterer Abbau statt.

Diluvium (Niederterrasse q^{1a} und q^1 z. T.).

Probe 7. Niederterrassenlehm NO. von Langenkandel. Die Entnahmestelle liegt etwa 500 m westlich vom Buchstaben q^{2b} (Löß) in der Richtung Leistenmühle in einer gegen die Höhe bei Landenkandel selbst niedriger abgesetzten Ebenung. Die Lehmfarbe ist auffällig. Unter den Steinen sind wenig Quarze bis Kirschkernegröße. Unter dem schwach rötlichen Grobsand sind auffällig viele Brauneisenkörnchen; es handelt sich um einen sandigen Lehm. Das Bohrerergebnis war bis 50 cm sandiger bis toniger Lehm, dann stellenweise noch höher heraufgehende Züge rötlichen Sandes. Ich halte diesen Lehm für einen ursprünglichen, auf der Niederterrasse entstandenen Misch-Sandlöß-Löß(lehm). Nördlich davon ist eine ähnliche Stelle der seitlichen Anlagerung der Niederterrasse an Löß und Lößlehm. Es ist zu vermuten, daß die in Erl. zu Bl. Donnersberg S. 292 betonte verhältnismäßig geringe Verbreitung der Niederterrasse in den Seitentälchen nächst dem Gebirge auf diese scheinbare Lößlehmbedeckung (Mittelterrasse?) zurückzuführen ist.

Was die rheinische Niederterrasse betrifft, so hat GÜMBEL in den Erl. zu Bl. Speyer S. 75 schon darauf hingewiesen, daß eine Auffassungsverschiedenheit bestehe bezüglich einer an einem Geländeabfall austreichenden Gruppe von grauen Sanden, Tonen und Mergeln (den sogen. Speyerer Schichten) und den davor weithin ausgebreiteten Flächen von grauen Sanden, Tonen und Mergeln, welche von H. THÜRACH (auch im Bereich des Bl. Donnersberg) als rheinische Niederterrasse betrachtet wurde. Die Erläuterungen zu dem letzteren Blatt hielten sich an die im Bl. Speyer von GÜMBEL angenommene Vereinigung der beiden Ablagerungen, da kein Anlaß dazu vorlag, dagegen Stellung zu nehmen; ich habe allerdings S. 221, 224 und S. 230 darauf aufmerksam gemacht, daß die jetzige tiefer liegende Oberfläche der flächenhaften Verbreitung der grauen Sande mit ihrer feinlehmigen Bedeckung sicher der Niederterrassenzeit im Rheingebiet zuzuschreiben sei. Die Masse des eigentlichen Schichtkörpers dieser Terrasse, z. B. bei Frankenthal, konnte ich mich nicht entschließen hinzuzurechnen, bevor die von einem Forscher übernommene, aber noch nicht ausgeführte faunistische Vergleichung der beiden Ablagerungen durchgeführt war. — Auch ohne hierfür neuere Beweise zu haben, als morphologische, habe ich mich durch die neueren Begehungen auf Bl. Speyer persönlich überzeugt, daß die THÜRACH'sche Ansicht auch bezüglich der am Rheingestade und im Innern der Verbreitung der Niederterrassenfläche liegenden tieferen Teil der Ablagerung zu gelten hat, daß die daselbst aufgeschlossenen Schichten wenigstens bis zum Grundwasser auch noch dem Niederterrassenabsatz angehören, welcher sich in hohem Maße der Ausbildung der Abteilung der Speyerer Mergel und Sande annähert. Die letztere Abteilung ist daher fast auf den Ausbiß unmittelbar unter dem Lößlehm und den Resten des Haardt-Hochterrassenschotters beschränkt und hat nur geringe eigene, unbedeutende Verbreitung: im Bl. Donnersberg gar keine, im Bl. Speyer bei Speyer in der Richtung auf Schwegenheim in den Flächenbereich des Hochterrassensandes und Lösses hinein, alles andere gehört bis in gewisse zugängliche Tiefe der Verbreitung der rheinischen Niederterrasse an, wie dies schon H. THÜRACH in seinen Arbeitsblättern niedergelegt hat.

Zwischen dem Limburger Hof und dem Rehhof bei Ludwigshafen ist westlich der Straße eine Grube ausgehoben, in welcher unter dem Humus folgende mit fast 10° einfallende Reihe von Schichten aufgeschlossen ist: 1. von 0—40 cm rötliche

und graue Sande; 2. ein 15—20 cm starkes toniges Band mit weißlichen Mergelanreicherungen in der Mitte; 3. 30 cm grauer Glimmersand, unten mit kalkigen Adern; 4. 1 m typische grobkörnige Lage mit einzelnen Schmitzen von Porphy-, Granit-, Feldspat- und Hornsteingeröllern; 4. über 1 m grauer Glimmersand.

Die merkwürdige Lagerung mit nach oben austreichendem Ton konnte durch Bohrungen von Dr. NIKLAS im Felde verfolgt werden. Es scheint dies auf Störungen nach dem Absatz der Niederterrasse hinzudeuten, wie ich solche im Diluv in Niederbayern bei Malgersdorf nachgewiesen habe (vgl. Geogn. Jahresh. 1918/19 S. 105 und 1916 S. 169—178 nach W. KOEHNE).

Zwei weitere Gruben im Versuchsfeld des Limburger Hofs zeigen in der Humusschicht und der nächstfolgenden Lage sehr vergleichbare Verhältnisse nicht nur zahlenmäßig, sondern auch in der stofflichen Zusammensetzung: der gelbgraubraune Humus hat zwar verschieden dunkle Farbe, die Steine bestehen aber gleichmäßig aus größeren grauen und weißlichen Quarziten, kleinen Feldspäten und Hornsteinen; der Grobsand ist weißlich (ganz schwach rötlich), glimmerarm und Feldspat-führend. Die 10 cm tiefer darunter liegende Schicht ist aber in hohem Grade wichtig; sie sieht wie eine Verwitterungskruste von tiefbrauner Farbe aus, wie ich eine solche auf der Niederterrasse S. von Speyer beobachtet habe; es könnte sich daher bei den beiden obersten Lagen (eigentlich eine Lage) vielleicht um eine alluviale Überschüttung bei Hochwasser vom nahen Altrhein her handeln oder unten um eine Verwitterungsschicht, welche etwa der Verwitterungslage zwischen älterem und jüngerem Löß entsprechen könnte (vgl. auch S. 135 den Sandlößlehm auf der Niederterrasse N. von Kandel). Die in dem „Mergel“ erwähnten Steinchen und Grobsandkörner sind keine fremden Bestandteile, sondern nur kleine kalkigere Knöllchen und Mergelkrusten; der Mergel ist sehr einheitlich von fahl weißgraulicher Farbe; er ist auch im Abschlämmbaren noch erheblich kalkig und hinterläßt hier bei der Behandlung mit Säure einen tonigen Rückstand, in welchem das Knirschen beim Zerreiben zwischen Glasblättchen schon die Anwesenheit von verhältnismäßig viel feinstem Quarz erkennen läßt, welcher im Staub und Feinsand schon mit der Lupe gesehen wird.

Bei dieser Sachlage (S. 135) ist auch ein Profil besser zu beurteilen, welches uns durch das Entgegenkommen des Herrn MERCK-Augsburg über eine Brunnenbohrung im Bereich des neuen Gaswerks N. von Speyer vorliegt; unter 0,40 m Humus folgen 0,30 m gelblicher und 1,10 m rötlicher Sand als Niederterrassensand in der Haardtzuschwemmung, dann 3,20 m blaugrauer Schleichsand, 1,20 m gelber Letten, woselbst in 70 cm unter Obergrenze Wasserzudrang erfolgte, der dem benachbarten Talwasserspiegel entspricht; darauf folgen wieder 8,45 m blaugraue Schleichsande (feinkörnige glimmerreiche Sande), 1,15 m hellgrauer körniger Sand, 1,40 m grauer glimmerreicher Sand, ca. 70 cm dasselbe mit Ton; darauf 3,30 m gelber Letten.

Die letzteren Letten könnten vielleicht als die obersten Schichten des Verbands der Speyerer Mergel angesehen werden, welche unter der Niederterrasse (rheinisch) folgten. Die Niederterrasse (rhein.) wäre hier von der Niederterrasse (Haardtgeb.) noch etwas überlagert, wie wir gleiches hinsichtlich des Hochterrassenschotters und der Speyerer Sande und Mergel annahmen (vgl. Bl. Donnersberg S. 221), welche zum Teil gleichalterig sein müssen. Früher hätte man die Überlagerung der oberen grauen Sande durch die haardtgebirgische Niederterrasse als einen Beweis

der Zugehörigkeit der ersteren zu den unteren (Speyerer) grauen Sanden angesehen, was nicht unbedingt zutreffen muß; es ist nur ein Beweis dafür, daß eine Ablagerung, die ihren Ursprungsort in größerer Nähe hat, über eine solche aus größerer Ferne hinübrücken kann, wenn sie sich als grobkörnige und geröllführende schwerer verfrachtet, bzw. wenn die Schwemmkraft der Gewässer ungleich ist.

Es sei noch hervorgehoben, daß im Bl. Speyer am Nordhang des Tälchens von Lingenfeld ein Hochterrassenschotter versehentlich angegeben ist, der tatsächlich von THÜRACH schon als Niederterrassenschotter (Haardtausbildung) bezeichnet wurde; über diesem hat der genannte Forscher ein breites Band sandigen Lößlehms zwischen Mechtersheim und Oberlustadt ausgeschieden, der als Misch-Sandlöß-Lehm, wie bei Kandel, betrachtet werden kann.

Diluvium (Löß und Hochterrasse, q^{2b} und q^{1b}).

Probe 8—11. Lößaufschlüsse hinter der Fabrik beim Bahnhof Edenkoben links vom Pfad nach Kirrweiler. Proben 8—9 betreffen eine quarzführende Mittelschicht 10—30 cm, zwischen dem älteren 1,2 m und jüngeren Löß 2,8 m; letzterer führt Conchylien und Lehmblätter, ersterer hat nur in der obersten Flur Conchylien und ist im übrigen ganz verlehmt; die Zwischenschicht hat unten 10 cm hoch Lößkindeln und darüber Lößlehm mit Sand, Quarz und kleinen Buntsandsteinbröckchen. Darunter folgt 1,20 m ein tiefbrauner mit Manganknöllchen schwarz gefleckter Lehm, der in 30 cm unterster Flur etwas gebleicht scheint. Man kann die letztere Schichtflur als vom Grundwasserstrom aus verändert ansehen.¹⁾

Die „Zwischenschicht“ mit vereinzelt größeren Quarzkörnern enthält unter den Steinen und dem Grobsand als Zeichen stärkerer Verlehmung überwiegend mehr ganz kleine Lößkindeln, sonst auch noch feinen Quarzsand. Im unteren Löß ist der Quarzsandgehalt im Grobsand größer, besonders im untersten Lehm, woselbst auch noch eine Anzahl kleinerer kalkhaltiger Knöllchen auftreten, deren Kalkgehalt in der Passonbestimmung gar nicht zum Ausdruck kommt. — Es ist dieser Lehm eher ein Sandlehm zu nennen.

Daß es sich bei dem sandigen Zwischenband des Ziegeleiaufschlusses um die Unterbrechung zwischen älterem und jüngerem Löß handelt, das geht aus dem Vergleich mit den so vortrefflich dargestellten Profilen vom Edenkobener Bahneinschnitt durch H. THÜRACH hervor (Mitt. der bad. geol. Landesanstalt Bd. III Taf. I Fig. III 3 u. 4); die Einschaltung großer Gehängeschuttblöcke von einer aufragenden Inselkuppe kann nicht wundern, wenn man die gelegentlichen Einschlüsse größerer Gesteinsbrocken in der Zwischenschicht in der Pfalz und in Franken berücksichtigt. THÜRACH hat hier im Tone der Vermutung schon von einem älteren und jüngeren Löß gesprochen.

Die Lage dieses eine Ablagerungsabsetzung nicht verleugnenden Lößaufschlusses ist wichtig; er liegt am Fuß des Steilabfalls eines sich 60 m über die östlich davorliegende Ebene erhebenden Hügels mit Cyrenenmergel im westlichen Kern und Litorinellenkalk und Pliozänsande am steilen Vorderrand; diluviale Schotter

¹⁾ In einer dem Bahnhof Edenkoben näher gelegenen Lößgrube wurde kurz vor meiner Anwesenheit, ohne daß es noch möglich war, die näheren Umstände des Vorkommens festzustellen, ein eigenartig versteinter Löß angetroffen, in welchem Holzkohlenreste eingeschlossen waren; ich dachte an die Möglichkeit einer Kulturschicht und machte die Leute auf die Beobachtung von Funden aufmerksam.

liegen auf dem Hügel; Pliozän und die gleichen Schotter bilden die Unterlage des davorliegenden Lösses. Dieser Steilrand kann keine Erosionswirkung sein etwa aus der ersten Zeit der Niederterrassenbildung, er kann nur als Folge eines Niederbruchs angesehen werden, der sich in gerader Richtung nach Edesheim bis Landau im Süden und nach Maikamer im Norden fortsetzt. — Bei Edenkoben selbst wäre die Abbruchsspalte noch gekennzeichnet durch das Auftreten der Schwefelquelle.

Auch in den höherliegenden Schottern bei Edenkoben glaube ich in einer Grube links von dem Weg nach Rhodt eine Verwerfung erkannt zu haben (Taf. VI Fig. 3); in der Tiefe der Grube grenzen an einer 3 m hohen senkrechten O.—W. gestreckten Wandfläche nördlich großklotziger roter Hochterrassenschotter an südlich, stark nach SO. einfallende, weiße Sande mit einer Lage weißer, schwarz umrindeter Sandsteingerölle im Tiefsten, weißen Geröllzügen im Innern und einem schwach rötlichen tonigen Sand im Hangenden. Diese letzteren Sande, welche ich dem obersten Pliozän zuschreibe, sind — auch über der Verwerfung — noch einmal überdeckt von roten Schottern, zum Teil mit Riesenblöcken. — Die Störung mußte also während der Ablagerung der Hochterrassenschotter eingetreten sein.

Was die erwähnte Zweiteilung der Hochterrassenschotter betrifft, so findet sich südlich von Albersweiler neben dem Weg zum Hohenberg hinter der protestantischen Kirche etwa 50 m über dem Tal und 60 m unter dem merkwürdig hochliegenden Schotter am Taschberg auf einer durch eine Verwerfung davon getrennten Scholle eine durch Grubenbetrieb aufgeschlossene Schotterschichtfolge (Taf. VI Fig. 2): Zutiefst liegen 4—5 m wechselnd rote Sande und Schotter mit deutlicher Böschungslagerung, welche mit einem gelben Sand abgeschlossen sind; eine obere Hälfte von etwa 3 m ist von oben her ähnlich beschaffen. Zwischen beiden schiebt sich eine wechselnd bis zu 1,5 m mächtige, zum Teil glatt aufgelagerte, zum Teil eingengagte grobklotzige Schottermasse mit vielen eckigen Blöcken von unterem Buntsandstein und Trifelschichten, welche einem Gehängebruch und einer Flutkatastrophe entspricht; sie unterscheidet sich scharf von der rein fluviatilen Art der oberen und unteren Schotter und ist in kleinen Stufen nach der Taltiefe abgesetzt, wobei sich trotzdem die Wasserverfrachtung erkennen läßt.

Ein oberer zweiter Schotterabsatz ist so auch hier mit einer scheinbar an Bergsturzfolgen angeschlossenen Unterbrechung von dem unteren ersten abgesetzt; letzterer schließt mit einem feinkörnig gewordenen, gelben, wie von Oberflächenverwitterung betroffenen Sand ab.

Die beiden Proben Nr. 32—33, welche nördlich und nordöstlich von Hatzenbühl westlich von Rheinabern (Bl. Speyer XVIII, 7) in der Verbreitung der Hochterrasse gesammelt wurden, enthalten verhältnismäßig wenig, aber fast nur Quarze und Quarzite in über Kirschkernegröße; kennzeichnend ist für die Stufe der Grobsandgehalt, der dem des Niederterrassensandes ziemlich gleichkommt; der Grobsand selbst ist hellrötlich, besteht fast nur aus Quarz und ist ganz ohne Glimmer.

Flugsandbildungen der Hochterrassenzeit.

Nr. 12—16. Über die Böden der Lößunterlage bei Kirrweiler geben die Schichten der Ton-, Sand- und Lehmgrube zwischen Venningen und Kirrweiler Aufschluß. Zu unterst (Taf. VI Fig. 1) liegen ohne Mächtigkeitsfeststellung nach unten weiße und gelbliche Sande, darüber unten weißliche, nach oben dunkelblaugraue Tone 1,50 m, darüber weiße Sande, oben mit Zwischenlagen weißlicher Sandsteingerölle in muldiger und aufgefalteter Lagerung (ungefähr 1 m), welche oben die Anzeichen einer Abtragung

besitzen. Darüber folgt ein gänzlich verschiedener feinkörniger, ziemlich gleichmäßig körniger, entschieden rötlicher Sand, dessen Korn unter dem Begriff der Feinerde und hauptsächlich (vgl. Tabelle) von 2—0,1 mm fällt. 941 g enthalten: 6,25 g zwischen 2,0 und 1,0 mm, 55,0 g zwischen 1,0 und 0,5 mm, 885,0 g zwischen 0,5 und 0,2 mm und 95 g zwischen 0,2 und 0,1 mm (hier auch kleiner Glimmer); unter dem gröberen Korn sind Sandsteinbröseln und hauptsächlich gerundete Quarzkörner, wie aus dem Rotliegenden (dabei auch Feldspätchen, welche sich in allen Siebgrößen erkennen lassen). Nicht wenig Körnchen haben eine Eisen-Mangankruste.

Die Lagerung der Masse ist sehr dünnschichtig-kleinböschungsmäßig, wie das Korn auch völlig flugsandartig ist, die Oberfläche ist zum Teil wellig, die Farbe hell buntsandsteinartig (30—50 cm). Darüber folgt ein zuerst völlig brauner lehmiger Sand (mit vereinzelter rötlicher Sandschmitze), in dessen Mitte eine Anzahl fester Kalkfladen eine Lage einhalten; der Sand wird nach oben heller und geht oben in einen Lehm mit Dünnschichtchen hellen rotbraunen Sandes über, der sehr Lößlehm-artig wird (braust wenig). Diese Lage darf zum mindesten für eine schwach durch Wasserfluß umgelagerte Verwitterungsdecke gehalten werden, deren Verwitterung allerdings nicht tief greift. Darüber folgt eine zweite Flugsandlage, welche nicht feingliedrige Kleinböschungslage, sondern eine sehr feine Flachlagerung aufweist; die Korngröße und -verteilung ist der des unteren Flugsands sehr ähnlich; die größte Masse ist zwischen 0,5 und 0,2 mm gelegen, das größte Korn ist niedriger. Die Farbe ist rötlich, stellenweise etwas bräunlich; es treten auch ganz kleine Gerölle mit brauner Kruste auf. Die gelbbraunliche Farbe ist nicht Folge einer größeren Verwitterung des Sandes, sondern der Beimengung von feinen Lehnteilchen, welche auch beim Verreiben von 2,0—1,0 mm mit dem Finger in der Schale sich leicht nachweisen lassen; es wäre das ein Staubsandlöß. Auch hierüber folgt eine Übergangszone zu einem mit Mergelmandeln durchsetzten sandigen Lößlehm von 25 cm. Die Schlämmanalyse bestätigt dieses Aussehen durch stärkere Feinsande und besonders höheren Staubgehalt; der Grobsand dieser Lage ist dem der unteren Lehmzone und dem zugehörigen Flugsand fast gleich.

Der über dieser Unterlage gelegene typische Löß, zunächst mit vielen Schnecken, gliedert sich in 1,5 m unteren Löß, 1,5 cm sehr wenig Schnecken führenden, schwach brausenden, nach oben bräunlich werdenden Lößlehm, der schließlich einzelne Buntsandsteingerölle führt und nur stellenweise eng mit dem stark brausenden einheitlichen gelbbraunen Schnecken-führenden oberen Löß 3,5—4 m verwachsen ist.

Auch hier glaube ich die beiden Lößkörper noch gut unterscheiden zu können. Der „Grobsand“ des älteren Lösses enthält außer vielen kleinen Wurzeln, Mergelknöllchen und feinem rötlichen Quarzsand auch eine *Pupa muscorum*.

Was zunächst die beiden Lößablagerungen betrifft, deren Auftreten übereinander in der Pfalz ich nicht nur im Bl. Donnersberg S. 224, Geogn. Jahresh. 1918/19 (Lemberg) S. 311, ebenda 1921 (Kirchheimbolanden) S. 262—263, sondern auch bei Niederwiesen im Appeltal¹⁾ festgestellt habe, so ist es natürlich nicht immer leicht, diese ineinander fließenden Bildungen voneinander zu halten.

Neben der Straße Bergzabern-Oberotterbach ist eine Grube aufgeschlossen, in welcher unter einem Lößlehm im Tiefsten eine Schicht größerer Knöllchen eng

¹⁾ Der Nachweis befindet sich in einer noch nicht veröffentlichten Abhandlung zu einer Karte 1:50000 der Gegend zwischen Altenbamberg, Mörsfeld und Wendelsheim.

zusammengehäuft ist, wie solche als Manganknöllchen im entkalkten Lößlehm überall beobachtet werden; das Auffällige ist die Zusammenhäufung. In ganz gleicher Weise fand ich diese Lage an einem anderen Aufschluß, auch eng am Gebirgsrand, in dem Hohlweg südlich von Gleishorbach: Unter 2—3 m dunkelbraunem Lößlehm folgt gelbgrauer Löß mit vereinzelt kleinen Manganknöllchen, darunter 15 cm eine ziemlich gut abgegrenzte Lage von jenen aber etwas größeren Manganknöllchen in der eben gekennzeichneten dichten Aneinanderlagerung, unter welchen noch 1 m dunkelbrauner Lößlehm aufgeschlossen war. Die Manganknöllchen-Lage kann nicht so, wie sie vorliegt, am Ort entstanden sein; sie ist nur erklärlich als eine Anreicherung aus einer viel dickeren Lehmschicht, welche lange an der Oberfläche lag, und deren feinkörnigen Bestandteile in der Zwischenzeit zwischen unterem und oberem Löß oder bei Beginn des letzteren durch Windgebläse fortgeweht wurde.

Die Manganknöllchen wurden von Dr. SPENGLER einer chemischen Untersuchung unterzogen, welche am Schluß der Abhandlung ausführlicher dargestellt zu werden Anlaß besteht; er hat nämlich in ihnen neben Eisen- und Manganhydroxyd in drei Proben Nickeloxyd in nicht unbeachtenswerten Mengen festgestellt (0,63 %; 0,31 % NiO bzw. 0,49, 0,24 und 0,27 % Ni), dessen Herkunft rätselhaft ist, wenn man nicht daran denken will, daß in der Luft schwebender Lößstaub von einem oberflächlich glühenden Eisenmeteoriten durchkreuzt wurde (vgl. S. 164).

Wenn nun als tatsächlich erachtet werden darf, daß bei Kirrweiler unter dem älteren und jüngeren Löß eine Ablagerung folgt, welche auf den weißen Sanden aufliegt, so kann sie nur den Hochterrassenschottern gleichgestellt werden; einen größeren Unterschied gibt es aber nicht als die westlichen grob- und großblockigen Schotter der Edenkobener Ausbildung und die höchst feinkörnig-sandig bis staubigen Schichten bei Kirrweiler, welche allerdings mit den Edenkobener darin übereinstimmen, daß eine auffällige Zweiteilung erkennbar ist. Eine auf so kurze Strecke bemerkbare Unterschiedlichkeit ist aber nicht nur dadurch zu lösen, daß man die sicherste Gewähr hat, daß die gesamte Kirrweiler Ablagerung eine äolische ist sondern es ist auch die Forderung zu stellen, daß ihr Ablagerungsgelände, welches nach dem Rheintal hin tiefer liegt, früher nicht wenig höher gelegen haben mußte; es mußte also zur Zeit der Ablagerung der Windflugbildungen deren Fläche höher als das Bett der oberen Flußschotterabsätze westlich Rhodt und Edenkoben gelegen haben. Sie gehört nun an und für sich der gesunkenen Scholle östlich der Edenkoben-Maikammer Rhodter Höhe an, sie mußte aber in dieser selbst eine Trockeninsel von solcher Höhenbeständigkeit gewesen sein, daß sie zu keiner Zeit von fluviatilen Absätzen überdeckt wurde. Damit stimmt überein, daß die pliozäne Unterlage der Dünensande sich sehr merklich (vgl. Fig. 1 rechts) nach Westen zu senkt und daß die Dünensande, sich mantelförmig anlagernd, diese Neigung nach Westen mitmachen.

Wir haben hier eine jener in Erl. zu Bl. Donnersberg hervorgehobenen, durch die prädiluvialen und diluvialen rheinischen Verwerfungen gebildeten grabenähnlichen Vertiefungen, in welchen die aus dem Gebirge hervortretenden Schotterflüsse zunächst aus ihrer Ostwestrichtung nach Norden abgelenkt wurden und hier erst allmählich bei ihrem Gefälle nach Norden die östlichen Längsbarren überwältigten. Eine tertiäre Längsbarre dieser Art war auf Bl. Donnersberg z. B. der Raum zwischen dem Haardtgebirgsrand und Herxheim a. Berg, Dackenheim, Kirchheim a. d. Eck, Obersülzen, Obrigheim, Offstein; erst allmählich wurden hier quere Durchnagungen nach Osten erzwungen.

An diesen Inseln mußten auch ständige, ja periodisch wiederholte Windflugbildungen auftreten. — Ich habe schon auf eine ähnliche Stelle bei Kallstadt in Erl. zu Bl. Donnersberg S. 227 aufmerksam gemacht; hier ist an einer vorragenden Kalkhöhe, welche sich den Gebirgsausgängen bei Leistadt vorlagert und von dort nicht mit Schottern überschüttet wurde, ein tiefroter Sand von ganz ähnlichem gleichmäßigen Korn (nur mit gleichmäßig tonigen Beimengungen etwas mehr gebunden) auftritt, der in den oberen Lagen von etwa drei Zwischenlagen eines lößartigen Lehms mit großen Mergelknollen lagenhaft durchsetzt wird (vgl. S. 227 Fig. 83). Südöstlich gegenüber in der Hohl am Herrenacker finden sich zwei Lagen rotbrauner sandiger Lehme je mit sandigen Konkretionen, jede von 2 m und je über einem Geröllagenverband.

Wir haben also hier nicht nur die Zweiteilung der Schotterbildung, sondern auch die sehr gleichmäßig feinkörnigen, an Flugsandbildungen erinnernden Lagen je über einer Schotterabteilung.

Wir sind hier an dieser Stelle an einer der Kirrberger Seite entgegengesetzten, dem Gebirgsrand genäherten Uferlage der diluvialen Schotterabsätze, in welcher Windflug- und Wasserflußabsätze zum Teil ineinandergreifen.

Daß während der Hochterrassenschotter lößartige Absätze als Windflugbildungen oder (etwas verschwemmte) aus Gletscherschlamm entstehen, das geht aus den in der Umgegend von München in den Hochterrassenschottern mehrfach gemachten Beobachtungen hervor (vgl. meine Ausführungen in Geogn. Jahresh. 1921 S. 160—168); es darf betont werden, daß die Windflugabsätze nicht so sehr während des vorwiegenden Absatzes der Schotter auftraten, sondern in Zwischenzeiten des Nachlassens oder der Einschränkung der Flußanschwemmungen (vgl. die „Herrenacker“-folge). Ob die beobachtete Zweiteilung der Hochterrassenschotter im Rheintal mit einer solchen bei München beobachteten zusammenhängt, welche auch lößartigen Lehm mit Conchylien im Hangenden hat (vgl. Geogn. Jahresh. 1921 Tafelfig. 1 S. 145) das kann noch nicht für entschieden gelten.

Es sei hier noch nachgetragen, daß zu der Venningen-Kirrweiler Windfluginsel wahrscheinlich noch die Verbreitung der rötlichen lehmigen Sande zwischen Freimersheim und Freisbach gehören. Es ist auch nicht unwahrscheinlich, daß die der Kallstadter Windflugwand bzw. der Hohl am Herrenberg östlich entgegengesetzte Höhe „Die Berge“ O. Freinsheim P. 131 zwischen Eiersheimer Hof und Bahnhof Weissenheim a. S. mit ihren zahlreichen Kalksandsteinkonkretionen den lößlehmig-sandigen Zwischenschichten zwischen dem Hochterrassenschotter bzw. diese vertretenden Flugsanden entsprechen (vgl. Erl. z. Bl. Donnersberg S. 213 4. Absatz).

Wie weit die Insel, welche bei Venningen-Kirrweiler angedeutet ist, nach Osten reicht, das ist bei der umfassenden Löß- und Lößlehmbedeckung schwer zu sagen. Es ist aber hier auf folgendes aufmerksam zu machen: im Bl. Speyer ist zwischen Speyer und Dudenhofen ein Dünenand der Niederterrasse q³ angegeben, der sich in auffällig höherer Lage befindet als die nördlich benachbarten Dünen-sande der Niederterrasse. In dem Arbeitsblatt von THÜRACH ist diese große Fläche richtiger als sandiger Lößlehm bezeichnet, der unmittelbar auf Speyerer Mergel liegt. Bei Speyer selbst (Schießstätte) ist unter diesem sandigen Lößlehm ein wenig mächtiger feinkörniger roter Sand mit geringem gröberem Korn zu beobachten, der mit dem Verwitterungsstaub des Speyerer Mergels engstens verwachsen ist; diese Grenze sieht nicht wie eine Abtragungsfäche durch Wasserflußwirkung und Schichtstoffverschwemmung aus. Es besteht die hohe Wahrscheinlichkeit, daß auch hier

eine Abteilung der Windflugbildungen von Kirrweiler in einer Höhenlage, welche nicht von der Schotteranschwemmung der Hochterrasse berührt wurde, erhalten ist.

Weiters ist noch hinzuzufügen: W. BUCHER hat in Geogn. Jahresh. 1913 S. 68 und 69 sich mit Recht dafür eingesetzt, daß der charakteristisch steile Westhang der kleinen Kalmit und des südlich in geradliniger Fortsetzung davon liegenden Setzerbergs auf einer Verwerfung beruhe. Es ist nun durch die jetzt verlassenen Kalkbruchbetriebe an zwei Stellen zwischen 250 und 260 m festgestellt worden, daß nach Westen sich öffnende, mehrere Meter tiefe und lange Spalten in der Kalkmasse mit einem feinkörnigen braunen und braunrötlichen Sand ganz erfüllt sind; die nächstliegenden Schotter in der Senke nach dem Gebirge liegen auf höchstens 220 m; diese seltsamen Spaltenfüllungen sind sehr schwer als Wasserfluß-Füllungen zu verstehen, können aber an der Steilwand des zerklüfteten und bloßgelegten Tertiärkalks durch Windflugverfrachtung in jeder Hinsicht zutreffender erklärt werden.

Probe 17. Löß von Haßloch, Grube am Bahnhof. Es bieten die mitgeteilten Körnungsergebnisse ein für Löß gesetzmäßiges Bild. Der abgeschlämmte Grobsand enthält neben Mergel, Mergelrestchen den allerfeinsten Quarzsand mit etwas mehr Glimmer wie sonst, was vielleicht darauf zurückzuführen ist, daß die Grube schon im Bereich der Speyerer Mergel und grauen Glimmersande liegt.

Proben 34—40. Der Löß von Meckenheim, ein Viertel Wegs nach Ruppertsberg (südlich desselben), ist ein toniger Löß mit hohem Kalkgehalt; die sogen. Steine bestehen aus Kalkwurzelhüllen; der Grobsand ist ein feiner Quarzsand und recht hellfarbig; vielleicht spiegeln sich darin die Beimengungen des hier ausgebreitet bloßgelegten weißen tonigen Pliozänsandes, wie ja auch z. B. der Löß auf Rotliegendem eine entschiedene Rotfärbung annimmt.

Ein Lößlehm von dieser Gegend (35) nähert sich einerseits dem grobsandigen Lößlehm von Böhl als auch den viel sandigeren Lehmen S. von Hochdorf (vgl. das Profil der Gruben weiter unten S. 142—143). Dieses breite Feld, das von Hochdorf-Aßenheim südlich bis zum Schleitgraben-Diebach hinüberreicht, hat im Boden nur wenig Steine, seltener in Kirschkernegröße Quarze, dagegen etwas fester gebundene kleinere Lehmknöllchen. Die braungraue Feinerde hat tiefbraunroten Grobsand mit Glimmer, der offenbar aus den Glimmersanden stammt. — Es handelt sich hier wohl um ein sandig lößlehmiges Windfluggemenge von ursprünglicher Mischung und geringer Lößlehm bildung, welche sich nach der Mitte zwischen zwei Flußgebieten hält. Man kann hier nicht gut an eine Abtragung des Lösses denken, wenn auch eine teilweise allmähliche Lößabschwemmung lediglich durch anfallende und abfließende Niederschläge nicht abzulehnen ist; dann müßte aber im unteren Vorland bei Dannstadt und Schauernheim etwas davon zu merken sein. Man wird mit Erörterung dieser Sonderfragen der etwaigen Erhaltung des Lösses auch den Begleitumständen des örtlichen Lößabsatzes näher kommen können.

Speyerer Sande und Mergel (q¹⁰).

Südlich von Hochdorf wurden eine größere Anzahl kleinerer Sandgruben aufgesucht. Das Feld ist in der Karte von Lößlehm. in der THÜRACH'SCHEN Aufnahme richtig mit lehmigen Sand bedeckt, der nur stellenweise (Aßenheim-Böhler Weg) wirklich Lößlehmart besitzt. Unter dem Bau findet sich 40—50 cm stellenweise 1 m roter Sand und Quarzkies in Haardtgebirgsausbildung, darunter 2,5 m oben gelblicher, mit einer Kalkschwarte durchsetzter grauer Glimmersand mit kleinen nußgroßen Kalkbröckchen und an einzelnen Stellen kleine Schneekchen; nahe beim

Dorf tauchen graue Tone mit harten Kalkseptarien auf, welche früher gewonnen wurden. Bemerkenswert ist, daß aus den kalkhaltigeren Speyerer Mergelschichten durch die grauen Sande in früherer Zeit ein hochstehender Grundwasserstand bis in den roten Sand emporgedrungen ist, welcher seine Verdunstungsmarken in weißlichen Bändern daselbst noch jetzt kennzeichnet.¹⁾ (Über Speyerer Schichten vgl. S. 135.)

Schon beim westlichen Ausgang von Meckenheim treten Tone und Klebsande des Pliozän auf; hier ist also die Grenze zwischen grauen Sanden und Tonen und dem Gebiet der weißen Sande; man sieht in den ersteren nicht die Spur einer Verzahnung, eines Übergangs oder eines Vermischungsanzeichens; es ist daher bei der Gleichmäßigkeit der weißen Sande die Ansicht einer Gleichzeitigkeit des Hangenden der beiden Schichten abzulehnen. — Wie ich in Erl. zu Bl. Donnersberg S. 223 hervorhob, ist die gerade Linie der Verbreitung der weißen Sande nach Osten, welche dem Gebirgsrand gleichläuft, offenbar eine tektonische Abbruchlinie, welche das Bett für die Speyerer Tone und Mergel schuf.

Übersicht über das Diluvium.

Die Ablagerungen der Speyerer Mergel und ihrer grauen Sande sind stets als altdiluvial betrachtet worden. In Beziehung auf den innigen Zusammenhang mit den alpinen Glazialvorgängen, bei welchen das Rheintal eines der wichtigsten Aufnahmebecken der fluß- und windglazialen Erzeugnisse ist, konnten die tiefsten uns in der Pfalz bekannten Absätze z. B. von Jockgrim nur als Interglazial eines wärmeren humiden Klimas bezeichnet werden; vergleichbare Ablagerungen sind in berühmten Fundorten von Säugetierresten in Mosbach bei Biebrich-Wiesbaden und bei Mauer im Elsenz-Seitentale des Neckars (einer früheren Neckarschlinge, dem Austritt in das Rheintal nahegelegen) bekannt geworden. Eine Schwierigkeit bedeutet die paläontologisch-stratigraphische Deutung des Fossilinhalts der Schichten. Die tiefsten Mosbacher Sande, welche als tiefstes Diluvium gelten und auf weniger abwärts bewegten Randschollen aufliegen (vgl. FREUDENBERG, Notizblatt d. Vereins f. Erdk. und der hessischen Landesanstalt 1911) fehlen in Mauer, wie WURM hervorhebt; die Annahme, daß sie im Rheinprofil bei Jockgrim vorhanden sind, ist berechtigt und wird man zustimmen, wenn FREUDENBERG sie in den tiefsten grauen Sanden des bis über 40 m hinabreichenden Bohrprofils zu erkennen glaubt (Ber. der oberrh. geol. Gesellsch. 1909 S. 65—68). Es ist aber fraglich, ob die wichtigen Säugetierreste führenden Tone von Jockgrim nicht der Mauer-Gruppe mit *Rhin. etruscus* angehören; sie sollten als Waldphase im Interglazial bezeichnet werden und nicht eigentlich als Steppenphase, da die Braunkohle nur Höhenpunkt und Untergang des Waldes darstellt; auch die grauen Rheinsande und Tonschmitzen darüber sind noch als interglaziale Waldphase zu bezeichnen. FREUDENBERG ordnet dieses Interglazial dem zwischen der ersten und zweiten Eiszeit (Günz-Mindel-Zwischenzeit) und stellt den darüberliegenden rostigen Rheinkies unter den Bienwaldschotter in die Mindeleiszeit. Im Bl. Speyer ist dieser Schotter nicht als Hochterrassenschotter ausgeschieden, sondern eher als Verwitterungskruste der rheinischen Schichtenreihe betrachtet worden; es scheint aber ein selbständiges Gebilde zu sein und müßte der Mindeleiszeit entsprechen, wenn es nicht als Vertretungsrest der rheinischen Hoch-

¹⁾ Das Profil von Jockgrim wurde von GÜMBEL in Erl. zu Bl. Speyer 1897 und von FREUDENBERG in Ber. der oberrhein. geolog. Gesellschaft 1909, S. 65—68, behandelt (vgl. SOERGEL unten S. 167).

terrasse zu betrachten ist, welche uns, wenn wir sie nicht in den obersten grauen Sanden der Speyerer Schichten sehen würden, in der rheinischen Ausbildungsweise überhaupt fehlen würde. FREUDENBERG findet in ihm *Elephas primigenius*, der an anderer Stelle an der Basis der Cannstadter Tuffe mit *Rhinoceros tichorhinus* vergesellschaftet ist; letzterer ist auch von HAEERLE-WURM in dem tiefliegenden Terrassenschotter (= Hochterrassenschotter) von Odernheim a. Glan nachgewiesen. Es ist daher noch zweifelhaft, ob wir hier stratigraphisch eine der Mindeleiszeit entsprechende Ablagerung (der Tundra) vor uns haben, welche dann nur an ganz seltenen Stellen zum Ausstreichen an der Oberfläche käme; in den Aufschlüssen bei Speyer und bei Hochdorf (S. 142) fehlt in der Verbreitung der tiefen rheinischen grauen Schichten ein diesem rostigen Schotter entsprechendes Gebilde (vgl. S. 167 Nr. 34 S. 34).

An der Tatsache, daß die sogen. Hochterrassensande des rheinischen Gebietes mit jenen im bayerisch-alpinen Vorland gleichalterig sind, ist kaum zu zweifeln; ebenso ist die Wahrscheinlichkeit sehr groß, daß die Terrassenschotter der Täler des inneren Haardt und des nordpfälzischen Berglandes, wo in einem solchen ein *Rhinoceros tichorhinus* nachgewiesen ist, hieher zu rechnen sind und nicht etwa der Niederterrasse angehören. — Nach den in den Kalkschottern der Hochterrasse vorkommenden Conchylien (z. B. Oberbayern — in der Pfalz fehlte uns bis jetzt der Nachweis sicherer gleichalteriger Absätze im Gebiet einer rheinischen kalkführenden Ausbildung der Hochterrasse, welche aber vorhanden sein müssen —) ist das Klima der Hochterrasse ein kaltes gewesen. Wir haben bei München Conchylienlagen an verschiedenen Stellen und Höhen des Kalkschotters; auffällig ist eine tiefste Einschaltung über der Verwitterungsschicht des Deckenschotters bei Höllriegelskreuth, welche Conchylien-führende Lage trotz ihres Übergangs (nach oben) in eine sandige Ausbildung sehr lößartig ist. Mit dieser sandlöß- und lößartigen Lage habe ich den Kallstadter Aufschluß verglichen und man könnte ihr die Flugsande — zum mindesten die unteren — von Kirrweiler mit ihrer lößlehmartigen Deckschicht gleichstellen, welche zwar keine Conchylien enthält, aber durch ihren ebensowohl feinstaubigen Kalkgehalt als durch die Kalkmergelkonkretionen darauf hindeutet, daß aus dem östlich nahe liegenden Gebiete der rheinischen Sande (Hochterrasse) kalkführende Staubwehen möglich waren; das gleiche gilt für eine obere Abteilung der Hochterrassenschotter, worin wir bei München an mehreren Stellen lößartige Einschaltungen (feinsten Gletscherschlamm) mit Conchylien im Flußgebiet der Isar besitzen. Das wären also Ablagerungen der mittleren Eiszeit der sogen. äußeren oder Reißmoräne (vgl. Bl. Donnersberg S. 208—209, 211 über Schotter in Bl. Speyer).

Die nächstjüngeren Niederterrassenschotter gehören ebenso unbestritten der Würmeiszeit an. E. KRAUS hat für das Rheingebiet zwischen Basel und Mülhausen eine ähnliche Folge von ineinander genagten Flußböden (Schotterfeldern mit den Einnagungssteilrändern) nachgewiesen, wie sie im Inntal durch KOEHNKE bei der geologischen Landesuntersuchung benannt wurden. Für die zwei ältesten hat KRAUS im Gebiete der stärkeren Verbreitung der alpinen und voralpinen Kalkgerölle eine Verwitterungsdecke näher untersucht (Geogn. Jahresh. 1921 S. 169—222), welche jener von zwei im Inntal festgestellten Lehmen entspricht, deren allgemeine klimatologische Kennzeichnung er als die eines postglazialen Klimaoptimums von mediterraner Wirkung in Bildung von Roterden ausspricht.

Was nun den Löß betrifft, so liegt er zwar auf dem Hochterrassenschotter, ist aber nicht entstehungsgeschichtlich unmittelbar mit ihm verbunden. Der Verf. hat nachgewiesen, daß er z. B. bei München tatsächlich auf der Verwitterungsdecke des

Hochterrassenschotter in seinen beiden durch eine zum Teil humose Einschaltung getrennten Abteilungen auflagere; seine Bildung kann also nur, wie dies a. A. auch schon von KRAUS ausgesprochen wurde, mit der Entstehung der Niederterrasse zusammenfallen und als Gletscherschlamm aus den Flächenausbreitungen der Niederterrasse aufgewirbelt worden sein; hier hilft vor allem die Tatsache, daß sich die breitflächige Ausbreitung der Niederterrasse seitlich verlagert und verschmälert, daß, wie E. KRAUS im erwähnten Rheingebiet gezeigt hat, breite Flächen eines Flußbodens trockengelegt sind, daß sie ausgeblasen werden können und endlich einer Verwitterung überlassen sind; dies kann aber allein nicht genügen, um die Menge des entstandenen Lösses zu erklären, man muß denselben Vorgang während der ganzen Dicken-Ablagerung je eines der unterschiedlichen Flußböden annehmen; dieser wird hervorgebracht von zahlreicheren hin- und herpendelnden, sich langsam seitlich verschiebenden und schließlich einen einheitlichen Flußboden von annähernd gleichmäßigem Dickenwachstum und Oberflächenausebenung bildenden Teilflüßchen der Schmelzwasser; die stets in größerer Zahl trocken liegenden Flächen werden rasch und andauernd ausgeblasen und bilden so auf den benachbarten Hochterrassenerhebungen die mächtigen Lößabsätze.¹⁾

Die Trennung der beiden Lößabsätze habe ich nach den Aufschlüssen bei München kurzweg einer „Schwankung“ zugeschrieben in der Würmeiszeit; diese müßte sich in erster Linie in der Niederterrasse selbst äußern. Im Aufbau der Niederterrasse im Neckartale ist bei Heidelberg von Spitz eine gewisse Zweiteilung der Schotter bekannt gemacht worden, wenn sie auch bei weitem nicht so scharf ist wie etwa die oben erwiesene Zweiteilung der Hochterrassenschotter in der Pfalz. In die untere Niederterrasse reichen die nach oben verschwächenden Ausläufer kleiner Verwerfungen hinein. FREUDENBERG will hierin eine Parallele mit der von PENCK aufgestellten, neuerdings aber widerrufenen „Laufen“-schwankung sehen und spricht von einer zweiteiligen Niederterrasse, welche Bildung durch tektonische Vorgänge und ihre klimatischen Folgen begleitet sei. Im Hinblick auf unsere Aufstellungen in der Haardtgebirgs-Hochterrasse könnte das annehmbar erscheinen; ganz abgesehen von der Beziehung der „Laufen“-schwankung zu der Moränenentwicklung der Würmeiszeit, könnte auf die S. 136 erwähnte Tatsache der Störung der Niederterrasse und die benachbarte Senkung einer mit Verwitterungsschicht behafteten Scholle davon beim Limburger Hof hingewiesen werden. Jedenfalls sind auch noch den Löß betreffende tektonische Vorgänge, aber nach Ablauf der Niederterrassenzeit im Rheingebiet und in Bayern mehrfach bekannt geworden, wozu auch wahrscheinlich jene am Limburger Hof gehören werden.

¹⁾ Daß dies bei der Hochterrassenentstehung selbst nicht in entfernt ähnlichem Umfang der Fall ist und nur ein verschwindender Löß auf Deckenschotter liegt, wird vielleicht darin seine Ursache haben, daß hier in der Hochterrassenzeit die Wassermassen stärker, ausgebreiteter, auch zeitlich zusammengeschlossener dahinflossen, infolge davon lößartige Ablagerungen von Gletscherschlamm nicht ausgeblasen, sondern wenn sie nicht verschwemmt, dann eher in den Körper der Schotter eingeschaltet wurden. Besonders kann in einem Anschwemmungsgebiete harter grobkörniger Quarzgesteine, wie im Gebiete der Haardtgebirgs-Hochterrassenschotter, kein so feinkörniges windfertiges Kalkgestäube entstehen, wie in dem Gletscherschlamm der feinkörnigsten alpinen Mergel und Kalke mariner Abstammung; darum finden sich im Haardt-Hochterrassenschotter, obwohl die klimatische Möglichkeit sicher ebenso vorhanden war, nur selten lößähnliche Erzeugnisse, jedoch aber Flugsande; diese haben wir auch auf der haardtgebirgischen Niederterrasse bei abgeschwächter Verfrachtungsstärke weniger in geschlossenen Massen als in wandernden Dünenwellen (vgl. auch die Dünen der westpfälzischen Moorniederung in Geogn. Jahresh. 1898).

Eine andere Lösung schließt sich an die Ergebnisse der mehrerwähnten Untersuchung von E. KRAUS an; er hat klargestellt, daß von fünf postglazialen „Nieder“-terrassen des Rheins unterhalb Basel vergleichbar denen des Inns in Bayern die zwei ältesten eine starke an mediterrane klimatische Wirkungen erinnernde Blutlehm-Verwitterungsdecke besitzen (Geogn. Jahresh. 1921). Er muß auch zur Erklärung dieses „Klimaoptimums“ an „Schwankungen“ denken; gleichviel, ob die auffälligen PENCK'schen Schwankungen in den Moränengebieten aufrechtzuhalten sind oder nicht. KRAUS denkt in einem kleinen Ausblick S. 215 seiner inhaltreichen Abhandlung an die Vergleichbarkeit der postglazialen Terrassen und ihrer Blutlehmdecke mit den wiederholten Lößabsätzen und Verlehmungszonen, unter welchen die zwei ältesten jedenfalls die ausgedehntesten und auffälligsten sind. Ich schließe mich dieser Ansicht völlig an.

Daß die Niederterrasse wirklich der Lieferer von so mächtigen mergeligen Staubmassen sein konnte, wie sie das Löß-Muttergebiet verlangt, das geht zwar nicht aus der lediglich quarzsandigen haardtgebirgischen Niederterrasse hervor, jedoch aus der dafür maßgebenden rheinischen Entwicklung, welche offenbar in Stillwasserrinnen des damaligen fluviatilen Reinlaufnetzes in so hochkalkigen Mergeln zum Absatz kommt; diese Mergel sind verständlich kein Gletscherschlamm, sondern sandarme und sehr feinsandige Wiesenkalk-artige Ausfällungen aus einem harten Wasser am Ausgang der Niederterrassenzeit bei der Wiederbelebung humider Vegetation.

Auch zur Zeit der Hochterrassen-Flugsande muß eine vom Rheinflußgebiet her kommende Mergelstaub-Einwehung stattgefunden haben, welche jedesmal erst zur Geltung kam, als die örtlichen in den seitlichen Haardtgebirgs-Flußgebieten wirkenden Winde abflauten;¹⁾ somit konnte hier nur eine schwache sandige Mergel-Lößauflagerung erzeugt werden, in welchen das spätere Grundwasser die kuchenartigen Mergelplatten entstehen ließ (S. 139—142).

Tertiär (tm², tm¹, to³).

Proben 18 und 19. Die Bodenproben tertiärer Kalkabteilungen sind nahe beieinander in den Cerithienschichten von Alsterweiler und den Hydrobienschichten westlich hinter Maikammer gesammelt. Die Cerithienschichten bei Alsterweiler stellen einen dunkelbraungrauen steinigen Tonboden dar mit wenig größeren Kalksteinchen und schwerer zerreiblichen Mergelbröckchen; die Hydrobienschichten von Maikammer einen gelblichgrauen Tonboden gleicher Art, in welchem die erwähnten Mergelbröckchen in den „Steinen“ einen größeren Umfang einnehmen; desgleichen auch noch in kleinerer Größe als 2 mm ein Grobsand. In dem Grobsand beider Proben fanden sich über die Hälfte Toneisenstein- und Quarzkörnchen als Reste einer verschwundenen oder verschwemmten Lößdecke.

Bei Klingenstein wurden beim Neubau des Beamtenhauses für die Heilanstalt auf der Höhe graue Letten in ziemlicher Ausdehnung, unmittelbar an Buntsandstein angrenzend, bloßgelegt, in welchen handhohe Kalkbänkchen mit Septarien-

¹⁾ Man muß sich den Unterschied der Ursprungsgebiete hinsichtlich der Eis- bzw. Schneemassen von Alpen bzw. Haardtgebiete vorstellen; im Gletschereis die immer mehr zu stärkerer Wirkung in jeder Hinsicht aufgespeicherten und zusammenzurechnenden Verfrachtungs- und Zerkleinerungsenergien gegenüber jenen im nicht nachweislich vergletscherten Haardtgebirge sich vielfältiger zerteilenden und infolge davon auch zerwirkenden Tauwasservorgänge, an deren geringere Wirkung sich auch verhältnismäßig die schwächere Windflugarbeit anschließt.

zerreißen, hohle Kugeln mit Innenkrusten von Kalkspat (ausgelaugte Gipsknollen) und Gipsrosetten, endlich Schwefelkies nachgewiesen wurden; außerdem fanden sich Reste von Muschelschälchen und Pflanzenreste führende Einlagerungen, zum Teil mit oolithischem Kalk. Mit diesen Funden wurde ein in der Sammlung der Landesuntersuchung befindlicher verkalkter Holz- und Pflanzenrest vereinigt, der aus GÜMBELS Nachlaß stammt und dessen schwer entzifferbarer Zettel sich auf „Klingenmünster im Schutt aufgelesen“ deuten ließ. Es ist der Untersuchungsgegenstand des auf S. 1—16 dieses Jahreshettes behandelten tertiären Pflanzen enthaltenden Restes, den einzuordnen nunmehr eine Möglichkeit gegeben war.

Aus den Miozänkalken bei Birkweiler, in dem Kalk der kleinen Kalmit, von Frankweiler und bei Schaidt wurden in diesem Jahreshett S. 112—129 vier Algen beschrieben, deren weitere Einsammlung und Durcharbeitung von hohem Interesse ist.

Die im Bl. Speyer in umfassendem Maße ausgeschiedenen und zum Teil als Äquivalent der Speyerer Sande und Mergel angesehenen Freinsheimer Schichten halte ich für dem obersten Pliozän angehörig; sie enthalten zum Teil die gröberen Gerölle und Blockabsätze, welche am langsamsten von ihrer Abbruchstelle verfrachtet werden und daher zu oberst das Pliozän begrenzen. Zugleich mit der Wegräumung dieser groben Massen aus der Entfärbungsbreite, welche zum Teil längs des Haardtrands in Verwerfungsrinnen, noch nicht quer dazu erfolgte, beginnt auch die Verschwemmung von feinen Sanden und Tonen aus dem nicht entfärbten Buntsandsteingebirge.

Wie ich schon in Erl. zu Bl. Donnersberg S. 194 darauf hinwies, sind neuerdings bei Speyerdorf ost-südöstlich Neustadt a. H. (vgl. Bl. Speyer) die roten fetten Freinsheimer Tone in 40 m Tiefe erbohrt worden; die tiefe Lage ist wohl der Absenkung östlich der Einbruchlinie zu verdanken, welche von dem erwähnten Rhodt-Edenkoben-Maikammerer Steilabfall in der Richtung auf Mußbach-Ruppertsberg verläuft, eine Geländeerhebung mit geologischen Unterschieden, welche für sich nicht auf einen gewöhnlichen Abtragungsvorgang zurückzuführen ist.

Basalt (B).

Der in der Pfalz vereinzelt Durchbruch von Basalt im W. von Forst¹⁾ wurde in den Mineralien und Gesteinen der Rheinpfalz nicht für sich behandelt, dagegen S. 131, 185,—186 und 191 in seinen Mineralien Augit, im Rückstandsmineral von Kalzitkrusten zwischen den Säulen nebst der Bodenverwitterung und seinem Olivinegehalt. — Mikroskopisch wurde er neuerdings besonders von MATH. SCHUSTER besprochen.

Die Lagerungsverhältnisse erörtert dabei O. M. REIS in Ber. des oberrh. Vereins 1910 S. 28—41 und 1911. Der Basalt entspricht einem Durchbruch an einer Verwerfungsspalte mit nördlich und südlich nach ihm hin eingesunkenen keilförmigen Randschollen, von welchen das Magma kleine Teilschollen des Wellenkalks und Röts umschloß (vgl. 1911 S. 21).

Tuffige Schlotbrekzien wurden an einer Stelle kurze Zeit beobachtet, sie sind jetzt unter einer Halde verschwunden; ein dort gefundenes Geröll aus dem Oberrotliegenden mit einer Barytader könnte dafür zeugen, daß der Durchbruch auch auf einer alten permischen Mineralklüftung erfolgte, welche vorher durch Lockerung

¹⁾ Meine Schrift: „Der Rheintalgraben“, Geogn. Jahresh. 1914, bringt neben einer Übersicht über die Spalten auch eine Darstellung der Basaltdurchbrüche (β) im Grabengebiet und in der Umgebung, die Stellen der Gangmineralisation und des in den Tertiärablagerungen autochthonen Baryts zwischen Dürkheim und Kreuznach. Über Baryt bei Königsbach vgl. Erl. z. Bl. Donnersberg S. 163.

zu Einstürzen und zu Nachbrüchen von oben ebenso neigte, wie sie dem Basalt Gelegenheit bot, emporzusteigen und mit Explosionen die Brekzien zu erzeugen. Es dürfte der Durchbruchsort in der Nähe der Gegend gelegen sein, woselbst die Südgrenze des unter- bis oberrotliegenden Donnersberg- (Nord) Haardtbeckens an einer durch einen Einbruch hervorgerufenen Landbarre gegen das oberrotliegende (Süd) Haardtbecken sich befunden habe, welches letztere einen Grabeneinbruch für sich südlich der Landbarre bedeutet (vgl. dies. Jahreshft 1923 S. 75—77 u. S. 102).

Das erwähnte Mineral, welches ich Malthazit-ähnlich nannte, ist auch von Dr. RICHARZ in Basalten der Oberpfalz festgestellt und Magnalit genannt worden; es fand sich auch in ziemlich großer Verbreitung in den Basalten und Schlotbrekzien der Rhön (vgl. Erl. zu Bl. Brückenau und Geroda S. 50, hier an Magnesia arm).

Keuper und Lias (kp³ und kp⁴, l¹ und l²).

Von Weißenburg an zieht sich eine allerdings oft unterbrochene Kette von Keuperablagerungen bis nach Siebeldingen-Frankweiler; an letzteren Orten in verschiedenen wichtigen Ablagerungen, welche in Erl. zu Bl. Speyer S. 59 kurz geschildert sind (Lettenkohle, Gipskeuper, Schilfsandstein, Lehrbergsschichten). An der Grenze von Muschelkalk und Lettenkeuper waren vordem auch Kalksandsteine aufgeschlossen. — Bei einer Bohrung bei Frankweiler wurden bei 183 m graue knollige Kalke¹⁾ mit Fischzähnen und Ostracoden aufgeschlossen, welche ich damals der Grenzregion von Muschelkalk und Keuper zurechnete (vgl. Berichte des oberrh. geol. Ver. 1910 S. 47—48). Die Gesteine könnten auch ähnlichen Bänken im Gipskeuper angehören. L. v. WERVEKE deutet diese nun als Tertiär, was mir nicht wahrscheinlich vorkommt (Geogn. Jahresh. 1923 S. 22).

Bei Siebeldingen ist nun auch der früher nur aus Lesestücken bekannte Lias durch einen Bruchbetrieb aufgeschlossen worden; es sei vorläufig nur mitgeteilt, daß zutiefst mehrere feste dicke Bänke liegen, welche im Kern blaugrauer Kalk, aber in einer äußeren dicken Kruste infolge hohen Schwefelkiesgehalts stark eisenschüssig verwittern und oft mit Krusten feinen Gipses belegt sind; über ihnen folgt ein mergeliger Kalk, der *Pentacrinus tuberculatus* und *Gryphaea arcuata* auswittern läßt. In den höheren etwa 8 m eines grauen, gelblich verwitternden, ziemlich ebenmäßig geschichteten, querzerklüfteten Mergelkalks sind zwei Verbände dunkelgrauen tonigen Schiefers eingeschaltet, der erweicht zur Ziegelfabrikation dienlich ist. Die letzteren Schichten gehören der Amaltheenzone an, die ersteren dem oberen unteren Lias. Die Erstreckung der Formationsglieder auf der Karte ist infolge der Grenzenveranlagung nach Lesestücken wohl zu groß angegeben; die Schichten fallen mit 5—6° nach NW. im Steinbruch ein.

Muschelkalk (m¹, m², m³).²⁾

Probe 20. Unterer Muschelkalk, Wellenkalk, untere Abteilung des Wellensandsteins; Aufstieg von der Oberotterbacher Straße nach dem Wonneberg, Wingertweg. Die über 2 mm bis 3 cm messenden „Steine“ sind glimmerige Muschel-sandsteinbröckchen. Die Feinerde ist ein stark dolomitischer sandig-toniger Lehm, in welchem der hohe Gehalt an Staub und Abschlämbbarem an den marinen Absatz des eigentlichen Gesteinskorns erinnern; der hohe Gehalt an Grobsand bezieht sich nicht

¹⁾ Diese Kalkstücke, welche zur Prüfung vorlagen, mußten an den Geber zurückerstattet werden.

²⁾ Die Entnahmestellen für die Triasproben sind Taf. VI Fig. 8 mit 20—24 u. 25—27 angedeutet.

etwa auf die Korngröße des Quarzes, sondern auf unverwitterte feinkörnige Sandsteinbröckchen. Bodenfarbe braun.

Die chemische Untersuchung der Feinerde (S. 132) durch Dr. U. SPRINGER ergab 2,81 CaO, 1,78 MgO und 2,80% CO₂, der Rückstand ist ein außerordentlich feinkörniger Sand; der Grobsand ist an Brauneisen reich, ein Beweis, daß das Gestein auch noch Eisenkarbonat enthielt.

Die Aufschlüsse am Wonneberg bei Bergzabern beweisen, daß der unterste Wellenkalk auch im Süden der Pfalz immer noch als Wellensandstein ausgebildet ist; starke dolomitische Bänke, zum Teil sandig, zum Teil tonig verwitternd, begleiten den Aufschluß; es ist aber weder nach dem Liegenden noch nach dem Hangenden ein fortlaufender Zusammenhang; hier neigen sich die Dolomite in Faltungsumbiegung oder Abbruch nach Westen gegen das Liegende und das Gebirge. Auch auf der anderen Seite von Bergzabern zeigt sich die Störung; in dem Hohlweg hinter der Villa Pistor stoßen die Dolomite und Zellenkalke des mittleren Muschelkalks an den glimmerreichen, mürben und feinkörnigen Sandsteinen des Voltziesandsteins im W. ab.

Zwischen Klingenstein und Bergzabern ist auch noch im Bl. Speyer eine zweite über 3—4 Quertälchen herüberstreichende, nach OSO. einfallende Muschelkalklängsscholle eingezeichnet. Der Wellenkalk in typischer Entwicklung reicht hier offenbar viel tiefer hinab als die sogen. Plattenkalke der Westpfalz; der Schaumkalk ist ein ausgesprochener Oolithkalk mit einer Bohrröhrchenbank im Liegenden, in zwei Bänken entwickelt und mit einer kleinwursteligen Bank verbunden. In einer tieferen Lage des Wellenkalks über dem gut aufgeschlossenen dolomitischen Muschelkalkstein nördlich vom Frauenbergerhof fand sich eine Bohrwürmerbank, welche ich dem Liegenden der Oolithbank in Franken gleichstellen möchte; die Bohrröhrchen sind nicht ganz mit ockerigem Kalk erfüllt, sie lassen auch den außen rötlich gefärbten dichten und grauen Hof in großer Deutlichkeit erkennen. Die Schaumkalkbank wurde auch westlich von Birkweiler mit dem Bohrwürmerliegenden nachgewiesen. Die Bohrröhrchen sind in zwei Größen vorhanden, wie sie genau gleich in dem Wellenkalk Frankens beobachtet sind.¹⁾

Über den mittleren Muschelkalk dieses Zugs sei besonders gesagt, daß er (vgl. Aufschlüsse am Wachholderbusch) nach unten in Myophorienplatten (dolomitisch) übergeht und in höherer Schichtfolge auch viel Zellenkalke beherbergt; von Interesse sind hier nicht nur die gelegentlich zahlreichen schwarzen Hornsteine mit verkiesselten Ooiden, welche auf zweiter Lagerstelle in die Meeressande und in die diluvialen Schotter übergehen (so z. B. noch W. vom Hainfeld SW. Edenkoben am Weg neben der Kulmschiefergrenze in Masse beobachtet) sondern auch helle feinkörnige Quarzite, welche im NO. von Pleisweiler am Wachholderbusch in Verbindung mit Zellenwacken und grobspätigen Kalkspatausscheidungen gefunden werden; ich halte diese zum Teil kennzeichnend gestalteten Knollen für Umwandlungen von Gipsknollen in feinkörnigen Quarz und in Kalkspat, wie solches vergleichbar auch im unteren Gipskeuper Unterfrankens bekannt ist. Solche Quarzitknollen kommen an zweiter Lagerstätte im Schotter des Diluviums²⁾ nördlich und südlich von Berg-

¹⁾ Geogn. Jahresh. 1909 Kap. 15 S. 136—149 Taf. VII und Taf. IX.

²⁾ Wohl zu unterscheiden von den grobkörnig-geflötzten Quarziten im Diluvium zwischen Dürkheim und Grünstadt, welche aus dem Tertiär stammen.

zabern in großer Menge vor und stammen offenbar aus dem mittleren Muschelkalk zwischen Weißenburg und Klingenstein.

Am oberen (östlichen) Ende der Wachholderbusch-Schichtenreihe fanden sich Grubenaufschlüsse in den tiefsten Schichten, den Trochitenschichten des Hauptmuschelkalks.

Zuunterst liegt 1 m sehr feinkörniger Oolithkalk, oben mit vereinzelt Trochiten, 35 cm Feinoolith, 30 cm dichter Kalk mit vereinzelt Trochitenlagen, 15 cm Trochiten und Rhizocorallien, 25 cm hellgelblicher halboolithischer Kalk mit einzelnen Trochiten, damit eng verwachsen 0,50 m halbknohliger, halbmassiger Kalk mit hellgrauen Hornsteinknollen und 1 m bröckeliger Kalk in Einzelschichten mit einer Unterbrechung des Abbaus. Die obere östliche Grube beginnt mit 1,50 m in drei Bänken dichten grauen Kalks, die unterste mit Hornsteinknollen, 35 cm Trochitenkalk mit *Coenothyris (Terebratula) vulgaris* und *Lima lineata*, darüber liegt 1 m dichter grauer Kalk mit sehr feinen welligen Anwitterungsstreifen einer Schicht-Durchsinterung¹⁾ und Bohrröhren an der Hangendgrenze. Nun folgen drei Haupttrochitenbänke in 1,20 m und 0,80 m, mehrere dichte, nicht sehr dicke Bänke mit Schalen und Trochitenresten. Die Mächtigkeit dieser Schichtenreihe ist nicht viel verschieden von der in Erl. z. Bl. Zweibrücken S. 151 nach den Bezeichnungen der Hauptverwendungsart mitgeteilten Schichtfolge bei Biesingen. Ich verweise hierbei auch auf die in Geogn. Jahresh. 1901 S. 62 u. 1902 S. 159 u. 166 Taf. II Fig. 1a—d u. Taf. IV Fig. 9—10 gegebenen Beschreibungen und Abbildungen der die Oolithschichten daselbst so häufig durchsetzenden Styolithenspalten, welche beweisen, daß es sich bei letzteren um eine chemische Auflösung handelt. Bei den Brüchen am Wachholderbusch habe ich wenig von Styolithenspalten beobachtet. Das Oolithgefüge ist mikroskopisch nicht so deutlich wie im Westrich.

Für die in den Geogn. Jahresh. 1909 S. 71 u. 75 festgestellte Gesetzmäßigkeit des dreiteiligen Aufbaus von Bänken habe ich in diesem Schichtenzug westlich Bergzabern gute Beispiele gesammelt; auch Beweise von feinen Anschwemmungsböschungen in dem mittleren körnigen Abschnitt (gleiches aus dem oberen Muschelkalk von Lautzkirchen). Der in den Arbeitsblättern auszuscheiden gesuchte Trigonoduskalk an der oberen Grenze des Oberen Muschelkalks ist nicht zuverlässig abgeschlossen. Große braunrote flache Geschiebe werden auch hier in diesen Fossilkalken aufgefunden.

Ich schließe hier gleich die Erwähnung eines Lettenkohlenfundorts an am Springenberg in einem Hohlweg westlich neben der Straße Bergzabern—Oberotterbach; es finden sich hier die bekannten ockerig verwitternden Dolomite und Kalke mit Fischschuppen, Knochen und Zähnen, darüber mit *Anoplophora lettica* und *Myophoria Goldfussi*; an der Verwerfung gegen die tieferen Schichten — eine ununterbrochene Schichtenfolge liegt nicht vor — sind diese Dolomite zu einer Zellenbrekzie verwandelt.

Ein weiterer Aufschluß im oberen Muschelkalk ist der Bruch am Geilweiler Hof östlich Albersweiler; die Schichtfolge, deren Bankbild in Taf. VI Fig. 4 dargestellt wird, ist von oben nach unten: unter 30 cm Humus dichte Kalkbank mit eingeschlossenen Fossilien 0,25 m; unregelmäßig knollige Mergelkalkbänke mit Schiefer-ton-

¹⁾ Die gleichen Streifen habe ich in dem Bruche bei Gleiszellen beobachtet; sie sind daselbe, was ich in Sitzungsberichten der Pollichia Bad Dürkheim S. 39 1915 von fränkischem Fundort beschrieben und abgebildet habe.

zwischenlagen 0,35; fossilführende Bank 0,10; unregelmäßig knolliger, linsenförmiger Mergelkalk in Schiefen 0,30; feinkörnige Fossilbänke mit gut abgegrenzter fossilfreier Liegendflur 0,22; wellig-knollige Mergelkalke in Schiefertonen 0,25; dünnplattige Kalkmergel mit Fossilien in der Grundflur und Mergelschieferzwischenlagen 0,10; dichte knollige Mergel mit unregelmäßiger Oberfläche 0,18; Fossilkalk mit dichtem Liegenden, verbunden mit einem Kalk mit Stengeleinschlüssen 0,15; dünnplattige Kalke und Mergelschiefer 0,08; Kalk mit verschiedenen Zonen von Stengeleinschlüssen¹⁾ und Fossilien zugleich mit regelrechter Dreiteilung des Bankaufbaus 0,30; Schieferzwischenlage 0,07; feste dichte Kalkbank mit zahlreichen *Lithophagus*-Bohrhöhlen, welche mit ockerigem Kalk ausgefüllt sind, 0,12; Schiefer mit unregelmäßigen Mergelinschlüssen 0,40; oben feingelagerter Fossilkalk 0,18; in Mergelschiefer unregelmäßig plattige Kalklinsen mit *Rhizokorallium*, *Gervillia socialis*, *Coenothyris vulgaris* und *Ceratites cf. nodosus* 0,25; vier Fossilbänkchen 0,25; Schiefertone mit Mergelkuchen, nach unten dickere Platten 0,50; dicke Fossilbänke, in den oberen Trochiten unten dichter Kalk 0,90; Schiefer und unregelmäßige Kalkplättchen; letztere mit Trochiten 0,12; darunter dünne und dickbankige Kalke, zum Teil dicht, zum Teil mit Fossilien, oben mit mergelig-tonigen Schieferzwischenlagen, an einzelnen Stellen in dichterem Liegenden *Rhizokorallium* (ungefähr 10 Bänke) 2 m. Die erwähnte Trochitenbank entspricht wohl der sogen. Spiriferinenbank in Franken. Das Einfallen der Schichten beträgt 8—12° ONO.

Beim Abstieg von der Kropsburg nach St. Martin tritt am westlichsten Rand der Haardtrandschollen noch im Spaltenaufschluß Zellenkalk des mittleren Muschelkalks und wahrscheinlich Wellenkalk auf, der in der Karte nicht verzeichnet und allerdings sehr unbedeutend ist. Er beweist mit dem Vorkommen von Neustadt, daß am Haardtrand eine große Reihe von Muschelkalkschollen niedergebrochen und auch noch verborgen sind, welche möglicherweise die Kalkabsätze des Tertiärs durch Quellzuzüge unterstützen konnten.

Bemerkenswert ist, daß die Schichtvorkommen bei Birkweiler, Geilweiler Hof von Schubstriemenklüften durchsetzt sind, welche auf senkrechte Bewegungen innerhalb der Schichtverbände schließen lassen.

Über die in der Umgebung des Basalts von Forst anstehenden Muschelkalkgesteine vgl. Ber. des oberrh. geol. Ver. 1910 S. 29—30 und 1911 S. 21.

Buntsandstein (b^{2a} , b^3 , b^{2a-d} , b^1).

Probe 21 Oberer Buntsandstein; auf der Höhe des Wonnebergs bei Bergzabern (vgl. 14) hinter den Wingerten auf der Ebenung vor dem Wald. Bemerkbar ist gegenüber 14 ein höherer Gehalt an sehr feinkörnigen Sandsteinbröckchen (über 2 mm) ein im allgemeinen höheres, nach feineren Korngraden abnehmendes Sandkornmaß als Tongehalt. Der Grobsand bezieht sich nicht auf das Quarzkorn (vgl. 14); die feinen Sandsteinbröselchen sind wenig zerreiblich. Farbe des Bodens graubraun mit einem sehr deutlichen Stich in violettrot, was bemerkenswert ist, da der Tongehalt nicht sehr hoch ist und die Örtlichkeit in der Entfärbungszone liegt.

¹⁾ Die Stengeleinschlüsse sind Ausfüllungen von Bohrhöhlen besonderer Art, welche im Wellenkalk häufig sind (vgl. Geogn. Jahresh. 1909 S. 252 und 551).

Die geologische Reihenfolge dieser Schichten ist etwa die zwischen Voltziesandstein und unteren Zwischenschichten, also des über der oberen Dolomitbank gelegenen Sandsteins (vgl. zu 22 u. Erl. z. Bl. Zweibrücken S. 145, 2.). Das Korn ist demgemäß gröber als das jenes in Erl. z. Bl. Donnersberg S. 290 mitgeteilten Voltziesandsteins.

Probe 22. Hauptbuntsandsteinschichten zwischen Hauptkonglomerat und Trippstadtfels, Fortsetzung des Waldwegs vom Wonneberg nach Dörrenbach.

Unterhalb (westlich) von den in 21 behandelten Schichten tritt zunächst dem stärker entfärbten oberen Buntsandstein ein grobes Konglomerat, das Hauptkonglomerat auf, welches wieder von glimmerreichen sehr feinkörnigen Sandsteinen in gestörtem Verlauf unterlagert wird; darunter folgt wieder regelrecht das Hauptkonglomerat, auch hier ohne Ton und Carneol, nur gekennzeichnet durch stärkeren Eisen- und Mangengehalt (vgl. S. 153). Die aus zwei Felsbänkchen mit rauhen Quarzgeröllen bestehenden Trippstadtfels sind nicht da, wo die Karte sie streng nach der Spezialaufnahme von H. THÜRACH 300 m westlich vom Hauptkonglomerat bei einem Einfallen von 20° einzeichnet, sondern in einer mittleren Lage. Die als Trippstadtfels eingezeichnete Lage ist tatsächlich die der Rehbergfelszone (vgl. S. 152—153) eine zweite Schichtenfolge.

Die in der Bodenprobe beobachteten Steine sind (?) aus dem Hauptkonglomerat abgeschwemmte Quarzgerölle; auffällig ist der für diese Stufe kennzeichnende hohe Gehalt an Grobsand, besonders an etwa 1,5 mm-Körnchen, während die feinste Korngröße und Ton sehr gering ist. Bodenfarbe ist hellgrau (gelb).

Im Vergleich mit den in Erl. z. Bl. Donnersberg gekennzeichneten Schichten gleicher Folge bemerkt man die viel stärkere Zerkleinerung der Schichtkörper bei der Verwitterung in aufgerichteter Schichtlage und im Gebiete der Entfärbung.

Probe 23. Boden zwischen Trippstadt- und Rehbergschichten (über das Geologische vgl. zu Probe 22 u. Z. 3—5 von unten), gesammelt in mittlerer Lage des Gehänges. Die kleinen Bröckchen unter den „Steinen“ sind keine Quarz- sondern Sandsteinbröselchen; die Feinerde ist wenig gröber wie bei 22, jedoch fehlen die 1,5 mm-Körnchen und darüber; auch der Tongehalt ist geringer. Bodenfarbe hellgelbgrau.

Probe 24. Schichten unter den Rehbergfelsen. Joch zum Kohlbrunnerberg. Weg nach Dörrenbach.

Im großen und ganzen sehr ähnliche Bodenkörnung wie bei 23; etwas grobkörnige Sandsteinbröckchen unter den Steinen; Feinerde hellgelblich mehr wie bei 22. Der erhöhte Tongehalt entspricht dem Gesteinsmerkmal der Schichten nach der Grenze gegen die Trifelschichten (vgl. Erl. z. Bl. Zweibrücken S. 140).

Auf einen Irrtum im Bl. Speyer möchte ich kurz aufmerksam machen; an dem hohlen Weg von den Kalkbrüchen durch den Wald abwärts oberhalb Gleishorbach ist neben Muschelkalk Hauptkonglomerat und Oberer Buntsandstein eingezeichnet; in der Tat steht hier aber Hauptbuntsandstein von den Rehbergschichten bis zum Hauptkonglomerat und darüber hinaus an. Die Schichtenfolge ist ungefähr diese: 12 m halbfelsige Bänke mit einzelnen Geröllen; 13 m halbfelsige Gerölle-führende Rehbergschichten; 40 m Dünnschichten mit Eisendurchsinterungsbändern; ein Verband von 4 m hirsekörnigen Sandsteinen mit Geröllen; 3 m geröllfreie Dünnschichten; 2 m mürbe geröllführende Schichten als untere Trippstadtfels dann folgt ein Verband von fast 20 m Dünnschichten, in welchen bei 4 m ein Gerölle-führendes Bänkchen von 1 m und bei 8 m ein Hirsekornbänkchen auftritt; dann

folgen die oberen Geröll-führenden Trippstadtfelsen mit bei 3 m von unten wieder eingeschalteten Dünnschichten von 2 m. Darüber liegen 15—20 m gewöhnliche geröllfreie Dünnschichten, welche nach oben vereinzelte Gerölle einschließen (vgl. S. 152 Z. 19); darüber liegt ein Verband von etwa 7 m mit Kugelsandsteinen 0,5 m mit großen Kugeln, 1 m rote Letten, Sandsteine bei 4 m nochmals Kugelschicht, 2 m nochmals, aber kleinkugelig (1,5 cm); dieser ist überdeckt von einem 3 m-Hauptkonglomerat und von 4 m kleinlöcherigen, fast schwammigen Felssandsteinen mit einzelnen Geröllen. Diesen folgen rote Tone 1 m als Vertreter der Carneolbank, dann 20 m mürb verwitterte, sehr feinkörnige tonige Sandsteine mit Glimmer, mit queren Durchsinterungstreifen und rötlichen Färbungsresten, dünn-schichtig bis massig, nach oben etwas einheitlich 10 m und dünnschieferig 1 m; abgesetzt an der Waldgrenze gegen einen Verwerfungskeil von Trippstadtschichten felsig, hirsekörnig mit einzelnen Geröllen, worauf wieder nach Osten schlecht aufgeschlossener Oberer Buntsandstein und Tertiär folgen.

Jener nicht richtigen Einordnung entspricht auch die Kartierung des Südhanges des Bergs, woselbst an der Waffenschmiede Hauptkonglomerat statt Trippstadtfelsen angegeben sind; die Schichtenfolge geht hier bis zu dem Liegenden der Tongallen und einzelne Gerölle führenden Rehbergfelsen; diese bestehen aus höchst regelmäßig schieferig bankigen und sehr ebenflächigen Sandsteinen, mit feinstem Wechsel des Korns (Feldspäte etwa ein Drittel der Quarzkörner und kleiner wie diese). Tongallen sind nicht selten und sind wie die seltenen tonigen Schichtzwischenlagen grünlich entfärbt.¹⁾ Mangan hat sich bei der Entfärbung oft auf den Schichtoberflächen, d. h. in den Fugen angereichert.

Probe 25. Trifelsschichten außerhalb der Entfärbungsrandbreite nördlich Blankenborn, Höhe des Abtkopfes. Es fällt der höhere Gehalt an Steinen auf, welche aus ziemlich viel Quarziten und gröberen Sandsteinbrocken besteht. Feinerde rötlich-gelb, nicht sehr grobkörnig. Steiniger magerer Grobsand.

Probe 26. Trifelsschichten westlich Birkenhördt oberhalb der Straße nach Lauterschwan aus dem über 1 m dicken Schuttmantel des Berggehanges. Steine: größere Quarzite wie bei Probe 25 (3 cm lang und 2 cm breit) und feste Sandsteinbröckchen bis ziemlich feine Bröselchen davon über 2 mm, eine Art Übergang zu der gemischt körnigen Feinerde; Bodenfarbe rötlichgrau. Steiniger magerer Grobsand.

Die beiden Proben aus den Trifelsschichten östlich des Bereichs der eigentlichen „Ruinensandsteine“ sind wesentlich grobkörniger und tonärmer als die in Erl. zu Bl. Donnersberg S. 289 mitgeteilten südlich von Kaiserslautern; es spiegelt sich darin nicht nur die Probeentnahme in etwas höherer Schichtfolge, sondern auch in einer Gegend mit allgemein etwas geröllärmerer Entwicklung der Trifelsschichten. Bemerkenswert ist aber die fast völlig gleiche Zusammensetzung aus Feinerde und Steinen.

Zu den Trifelsschichten habe ich gesteins- und schichtkundlich Nachstehendes hinzuzufügen: Ein wichtiger Aufschluß ist ein Hohlweg, der ostwestlich südlich

¹⁾ Wenn diese grüne Färbung nach FRIEDR. BÜCHLER in Geogn. Jahresh. 1920 S. 199 auf eine Wirkung des bei sich zersetzendem Schwefelkies entstehenden Schwefelwasserstoffs zu setzen ist, so müßte die Entfärbungsumwandlung auf bei dem Entfärbungsvorgang beteiligte Schwefelsäure zurückgeführt werden. Hiefür spricht, daß bei der Bad Dürkheimer Bohrung (vgl. Ber. des Oberrh. geol. Vereins 1910 S. 47, Min. der Rheinpf. 1920 S. 218) Schwefelkies in allen Horizonten und desgleichen (vgl. dieses Jahreshft S. 28) in der Bohrung bei Godramstein (hier auch Realgar) auftritt.

von Dörrenbach und N. von P. 377 m westlich der Springenbergverwerfung nach P. 482 m verläuft; er zeigt zunächst einen dreifachen Wechsel von Dünnschichten und halbfelsigen Dickschichten mit Quarzgeröllen und Tongallen mit deutlichem östlichen Einfallen, welche eine annähernde Horizontalgrenze zwischen Rehberg und Trifelsschichten nicht berechtigt sein läßt. An der stumpfwinkeligen Weggabelung östlich und unterhalb des Steinbruchzeichens der Karte zieht eine entgegengesetzt flach einfallende, sehr stark eisenschüssige Kluffüllung von NW. herein, das Ausbeissen des verschwächten Erzgangs, der von Norden her aus einem ganz unentfärbten Sandsteinbereich übers Tal herüberstreicht. Jenseits der Störung sind die Sandsteine typische Trifelssandsteine und die vor der Kluff liegenden Sandsteine gehören den nächst höheren, die „Tischfelsen“ enthaltenden Sandsteinen an.

Wichtig ist, daß die hier sehr gut erhaltenen dicht gesetzten Entfärbungsstreifen — wie dies auch öfters in dieser Gegend kenntlich ist — beweisen, daß die Enteisung mit einem deutlichen bänderförmigen braunen Eisenabsatz quer in den einzelnen Schichtkörpern, also von Osten nach Westen und nicht von oben nach unten fortschreitet (vgl. unten) und daß ein Manganabsatz erst später meist auf scheinbar erst danach entstandenen Querklüften zwischen den Schichtfugen erfolgte; daß ein Erzgang aus einem nicht entfärbten Bergkörper nach dem entfärbten zu auskeilt.¹⁾ Eisenabsatz in Gängen und Enteisung in dem Gebirgskörper scheinen daher von unten und von der Seite, nicht von oben her eingetreten zu sein und keine unmittelbaren Beziehungen zu haben (hierüber vgl. noch unten S. 160 und Taf. VI Fig. 9 u. Fig. 10). Die rotgefärbte Hangtrümmersmasse, welche an vielen Bergen der Entfärbungsbreite, z. B. über den Grethener Trifelsbrüchen (Mitt. der Pollichia 1915 Taf. III), zu beobachten ist, beweist die Verschleppung des hangenden, nicht entfärbten tonigen Eisenoxyds im Gehänge nach unten.

Forstwirtschaftlich von Bedeutung sind zwei Analysen über den Kalkgehalt von Trifelssandsteinen, eine nicht entfärbte I von einem Bruch im Tale westlich Edenkoben und eine entfärbte II in einem Bruch südlich der Kropsburg (vgl. Taf. VI Fig. 11); nach Dr. SPRINGERS Untersuchung enthalten die Gesteine CaO 0,20% (II Spur), MgO 0,19 (II 0,16), Sesquioxyde 14,28 (II 9,91), SiO₂ 85,38 (II 89,93). Das entfärbte Gestein hat mit der Entfärbung und offenbar Kaolinisierung der Feldspäte seinen Kalkgehalt völlig eingebüßt, der Manganengehalt des Glimmers ist wenig angegriffen.

Probe 27. Unterer Buntsandstein, etwas unterhalb des Jochs zwischen Modenbacherhof und Ramberg (auf letzterer Seite).

Die Steine des Verwitterungsbodens bestehen aus etwa $\frac{2}{3}$ 2—4 mm kleiner gleichmäßiger und $\frac{1}{3}$ größerer Bröckchen des sehr feinkörnigen Gesteins. Die gleichmäßige dunkelrotbraune Feinerde zeigt einen Übergang von gröberen zu feineren Korngrößen. Der Grobsand ist hellrötlich und sehr feinkörnig.

Fast überall, wo im Innern des Waldgebietes mit Hauptbuntsandstein der Untere Buntsandstein an Verwerfungen zu Tage tritt, begegnet man landschaftlich lieblichen Inseln der Landwirtschaft; flußabwärts überquerende Trifelsmassen mit

¹⁾ Wie die Erzgänge überhaupt aus SW., dem nichtentfärbten Bereich herüberziehen, so beginnt die Entfärbung nördlich von Dörrenbach etwa 300 m östlich des Kohlbrunnerberg-Eisengangs und zwar an einer durch Schichtenverschiebung mit Reibungsgangmasse scharf bezeichneten Stelle (vgl. den Weg zwischen der Kapelle und Dörrenbach) und setzt dann auch sehr deutlich ein.

ihren Talungen haben aufwärts im Bereich des Unteren Buntsandsteins Talweitungen veranlaßt, in welchen die Landwirtschaft auch mehr Flächen für ihren Betrieb vorfindet.

Probe 28. Unterer Buntsandstein westlich Birkenhördt, oberhalb bei der Straßengabelung (Südseite).

Hier macht sich die Nähe des tiefsten, in dieser Gegend sehr grobkörnigen Trifelssandsteins (Eck'sches Konglomerat) in Geröllen kleinerer Größe und in geringer Vermehrung in Menge und Korn des Grobsands bemerkbar; sonst ist die dunkelbraune Feinerde des Bodens trotzdem sehr feinkörnig.

Es ist aus der außerordentlich dichten Setzung des feinsten Sandsteinkornes (und der dolomitischen Bindung) verständlich, daß der Untere Buntsandstein in der Entfärbungsbreite am Hardtrand fast nicht entfärbt ist, wenn auch unter ihm das Obere Rotliegende ganz beträchtliche teilweise Enteisung erfahren hat. Auch in dem Eisenerzgang ist der Untere Buntsandstein in den Brekzienbrocken selten ganz entfärbt.

In den Brüchen bei der Gehlmühle zwischen Bergzabern und Birkenhördt fanden sich *Spongeliomorpha*-Röhrenfüllungen in schwach gewundenem Verlauf (Taf. VI Fig. 7) von 2,5 cm Breite und 35 cm Länge (vgl. über *Spongeliomorpha* im Muschelkalk Geogn. Jahresh. 1909 S. 256—289 Taf. XI Fig. 12—22 und im Oberen Buntsandstein, Zeitschrift d. Deutsch. Geolog. Gesellsch. Bd. 73, Jahrg. 1920 S. 231).

Das Oberrotliegende (ro²).

Probe 29. Oberrotliegendes aus den oberen tonigen Sandsteinlagen oberhalb des sogen. Romantischen Weges bei St. Martin.

Die „Steine“ des Bodens bestehen aus kleinen Quarzgeröllchen, feinkörnigen Sandsteinbröckchen und vielen fast zerreiblichen Bröselchen des letzteren. Der hohe Staub- und Tongehalt der ziegelrotbraunen Feinerde ist charakteristisch; die grobkörnigeren Sandsteine des Romantischen Weges selbst sind viel mehr entfärbt.

Probe 30. Oberrotliegendes unterhalb Ramberg, linke Talseite, in der Nähe des Beginns der tieferen Konglomerate.

Unter den „Steinen“ des Bodens finden sich hauptsächlich kleine schwarze Geröllchen von paläolithischen Schiefen und Schülferchen von tonig-feinsandigen Schiefen des Oberrotliegenden selbst. Bemerkenswert ist der hohe Staub- und Tongehalt.

Die Analyse einer etwa 20 m oberhalb Ramberg auf dem Weg nach den drei Buchen zum Modenbacher Hof anstehenden dichten dolomitischen Bank ist in diesem Jahreshft S. 79 Nr. 2 im Zusammenhang mit der Analyse eines Zechsteingerölls aus einem Konglomerat an der oberen Grenze des Rotliegenden O. von Birkenhördt (Taubenbühl P. 222) mitgeteilt; diese merkwürdige Zechsteingerölllage mit härteren sandigen Dolomiten, Quarzen und einzelnen Riesenfeldspäten ist in den südlichsten Aufschlüssen des Obersten Oberrotliegenden zugehöriges Auftreten, dessen weitere Entwicklung nach SO. gegen ein vermutlich vielleicht von Störungen betroffenes Ufergebiet¹⁾ nicht mehr zu untersuchen ist; in einem nordwestlichen Bereich der Verbreitung dieser Schichten in der Südhardtmulde kommt

¹⁾ Es könnte hier der Fall vorliegen, daß der Zechstein an einzelnen Stellen auf dem Grundgebirge ziemlich unmittelbar aufliegt wie im Odenwald und Spessart.

an gleicher Stelle der Schichtenfolge dagegen ein Quarzkonglomerat zwischen Frankeneck und Weidenfels vor; im mittleren Bereich dieser Mulde habe ich dieses Konglomerat an der Zechsteingrenze nicht mehr gefunden.

Folgendes Profil des Oberrotliegenden stammt aus der südwestlichen Fortsetzung der Muldenmitte, in welcher mit der Zechsteinverbreitung auch ein großer Teil der Melaphyrergüsse angesammelt ist (vgl. dieses Jahreshaft S. 76); es verläuft südlich von Waldrohrbach — Weg nach Münchweiler: 1. 18 m massige grobrundkörnige schwarz und weißfleckige Sandsteine. — 2. 8,20 m Wechsel von sandig-tonigen Schieferen und karbonatisch gebundenen Bänkchen. — 3. 7 m Rötelschiefer. — 4. 8,15 m Rötelschiefer mit dünneren festeren, sandigen und schieferigen Bänkchen. — 5. 6 m hellrötliche Sandsteinbänkchen mit grobkörnigen Einlagerungen und sandig-tonigen Schieferzwischenlagen. — 6. 4 m grob- und feinkörnige Sandsteinbänke mit weißlichen dolomitischen Einlagerungen. — 7. 2,5 m tonige Sandschiefer. — 8. 2,5 m massige Sandsteinschiefer mit weißlichen grobkörnigen Knöllchen abschließend. — 9. 13 m sandige, zum Teil fast massige Rötelschiefer und tonige Rötelschichten mit sandigen Bänkchen wechselnd und mit klotzig verwitterndem Sandstein abschließend. — 10. 0,5 m violettrote Schiefertone. — 11. 0,3 m Konglomeratschmitze, unter 2,5 m mürben sandigen Schiefer. — 12. 8,0 m halbfelsige, zum Teil grobkörnige, zum Teil feinkörnige, tief dunkelrote, groß-manganfleckige Sandsteine. — 13. 2,5 m fahlviolettgraue und rötliche feinblättrige Schiefertone mit Sandsteineinschaltung und 1 m abschließendem roten Sandstein. — 14. 1,80 m grauer starksandiger Dolomit als Zechsteinvertretung. — 15. 3 m massige rote Sandsteine. — 16. 5 m wechselnd sandige Rötelschiefer und weißliche gestreifte Sandsteine. — 17. 2 m weißliche bankige Sandsteine, worüber dann der eigentliche Untere Buntsandstein folgt. — Im ganzen handelt es sich um eine Mächtigkeit von 95 m, welche jener der oberen, nicht konglomeratischen Abteilung bei Albersweiler nur wenig nachsteht.

Hier ist kein eigentlicher Zechstein mehr vorhanden, wir haben aber eine deutliche Zechsteinvertretung in den mit den fahlviolettroten Schiefertönen verbundenen grauweißlichen dolomitischen Sandstein; es handelt sich um eine nach Westen vor sich gehende Versandung der mit dem östlichen Meere verbundenen Senke.

Die oben erwähnten knollig dolomitischen Lagen in der tieferen Gruppe der Schichten über den Konglomeraten sind überall zu bemerken; auch in den letzteren selbst ist gelegentlich nicht nur das Bindemittel kieselig und dolomitisch, sondern es finden sich in den Konglomeraten nördlich Burrweiler über den mit Granitgängen durchsetzten Kulmschichten kleine, auch graue Dolomitknauern mit Jaspis, welche westlich davon in den Konglomeraten nach dem Modenbacher Hof¹⁾ zu nicht mehr auftreten ebensowenig wie nördlich und südlich (vgl. hiezu dieses Jahreshaft S. 79—80).

Die Konglomerate keilen von den aufragenden Felsriffen nach Westen rasch aus, so zeigt sich über der Melaphyrkuppe unterhalb Münchweiler über 17 m feinkörnigen und plattigen tonigen Sandsteinen, schieferigen Schichten mit grünen Rundflecken und dunklerem Kern [S. 153¹⁾], endlich knolligen dolomitischen Sandsteinen, eine höhere Gruppe von 7 m mit vier grobkörnigen Sandsteinbänkchen, von welche eine stärker karbonatisch gebundene mit Feldspäten (frischen und ganz kaolinisierten weißen), erbsengroßen Quarzen und vereinzelt über doppelt so großen Kulm-

¹⁾ Über dies Konglomerat und seine Mißdeutung vgl. Geogn. Jahresh. 1919 S. 320¹⁾.

schieferstückchen besonders auffällt, worauf bis 25 m schiefer-tonige, sandschieferige und schwachbankige Schichten bis an die Grenze des Unteren Buntsandsteins folgen.

In allen diesen Aufschlüssen machen sich besonders im unteren Profile die rund- und ziemlich gleichmäßig grobkörnigen Sandsteine geltend, besonders in allen Aufschlüssen des Haardtrandes (vgl. z. B. romantischen Hohlweg bei St. Martin). Diese Sandsteine entfärben auch leicht und es bilden sich hierbei gleichmäßig angesetzte Oxydationsbogenlinien quer zu den Schichten (vgl. Erl. zu Bl. Donnersberg S. 149 Fig. 55), welche an den Schichtfugenunterbrechungen u. s. w., je nachdem sie verzögert oder beschleunigt werden, sich stark zurück oder vorwärts biegen.

Das bekannte Riff von Kulmschiefern W. von Unterhambach mit Rotliegendebedeckung zeigt in dem leider jetzt etwas verwachsenen Bruch ein Lehrbeispiel der sogen. Transgression von flachliegendem ungefähr 8 m Rotliegendkonglomerat über etwa 10 m des vorher aufgerichteten Grundgebirges. Beim Aufstieg vom Dorf nach dem Porphyrdurchbruch zeigen die Schichten des Grundgebirgs keine außer-gewöhnlichen Metamorphosen etwa durch den Porphyr; einzelne tonige, eisenreiche Verwitterungslagergänge im Streichen der Masse von SW. nach NO. rechnen nicht hiezu. Die Kuppe ist hier in schwachen unregelmäßigen Vertiefungen der Oberfläche von kleinen Muldenabsätzen des Oberrotliegenden ummantelt, welche aus Schiefer-tonfüllungen mit Bruchstückchen des Kulmgesteins und aus Porphyrgeröllen bestehen, nach oben zu unter einer Schicht mit Porphyrgrus, welche nach W. einfällt, grauliche Farbe annehmen und verschwinden; der Porphyr selbst ist einheitlich im Gesteinscharakter, dagegen außerordentlich stark und klotzig verwittert. Von dem erwähnten Bruch mit dem schönen Bild der Transgression ist dieser Aufschluß übrigens durch Einbruch einer schmalen Buntsandsteinscholle getrennt, welche im Bl. Speyer nicht dargestellt ist. Die Entfärbung des Oberrotliegenden auf der Westseite der Kuppe ist ziemlich stark. Die Porphyre müssen unter der Trias eine größere Verbreitung haben, da z. B. nicht nur die Rotliegendkonglomerate im Modenbachertal und bei Lambrecht viele Porphyrgerölle enthalten, sondern auch die Rotliegendkonglomerate der Nordpfalz viele für dort fremdartige, für die Südpfalz kennzeichnende Porphyrreste enthalten. Fluidale Effusivporphyre sind allerdings am Haardtrand nicht aufgeschlossen (vgl. dieses Jahreshft S. 102).

Granit und Gneis (G. und gn.).

Probe 31. Granit von der Ludwigshöhe bei Edenkoben. Die Verwitterungstiefe des Granits ist gering, höchstens 30 cm, die Steine bestehen hauptsächlich aus losgelösten Quarzen und Feldspäten, über 2 mm, wenig größere Brocken. Die dunkelgraubraun, schwach violett angefärbte Feinerde ist in ihrem Korn ganz charakteristisch gegliedert.

Der Granitkopf, der einzige freiliegende der Pfalz,¹⁾ ist durchschwärmt von schmalen Quarz- und Pegmatitgängen in N.—S. und NW.—SO.; seine Verbreiterung ist jedenfalls in der Tiefe größer (vgl. auch das Anstehen bei Hainfeld), da noch die Kulmschiefer W. Hainfeld am Austritt des Modenbacher Tals aus dem Gebirg von einzelnen in der Permzeit tektonisch zerrissenen Granitgängen in N.—S. durchsetzt werden. Man sieht, daß diese Durchsprengungsrichtungen schon sehr alt und nicht erst durch alpinen Druck hervorgebracht sind.

¹⁾ Der bei Hainfeld und im Kaiserbach in der Karte angegebene ist gering und schlecht aufgeschlossen.

Unter der Trias und dem Perm der Haardt werden noch mehr Durchbrüche dieser Art sich befinden, deren reichlicher Verwitterungsabfall zu permischer Zeit die Arkosen und Tonsteine des nördlich anstoßenden Rotliegenden Beckens am Südrand des Pfälzer Perm-Karbon-Gewölbes gebildet haben (vgl. dieses Jahreshft S. 76).

Es ist die Frage, ob der Gneis von Albersweiler ein sogen. primärer Gneis ist, oder eher ein Erzeugnis der Durchdringung einer in seiner Art nicht mehr genau zu kennzeichnenden Schiefergesteinshülle mit granitischem Magma.¹⁾ Nach den Darstellungen von A. LEPPLA wiegt jedenfalls der magmatische Bestandteil außerordentlich vor. Diese Durchdringung, Aufzehrung und Umwandlung müßte wohl im kleinen sehr gelockertes Schichtensystem betroffen haben. Die Lagerungsflächen sind bezeichnender Weise ungefähr die des varistischen Bogens und werden streichend in Ost—West durchschnitten von dunkeln lamprophyrischen Gesteinen (Kersantiten), welche wohl ein letztes Abspaltungsgestein aus der karbonischen plutonischen Reihe darstellen und mit den nachkarbonischen Melaphyren und Porphyren nicht in Zusammenhang stehen.

An einem der an der nördlichen Bruchwand von Albersweiler schief austreichenden lamprophyrischen Gänge scheint auch eine pneumatolytische Umwandlung des Gneises eingetreten zu sein; es liegt da eine ganz abweichende feinkörnige, dichte Quarzausbildung vor, welche deutlich unter dem Mikroskop noch die Reste gneisartigen Gefüges erkennen läßt in sehr zersetzten Glimmerspuren, in einem gestreckten Quarzkorn etwas größerer Form und in Zwischenfeldern sehr feinen Kornes in gleichmäßiger Wachstumsverschränkung der Teilchen.

Gegenüber der ostwestlichen Streichrichtung des Gneises von Albersweiler sind die Kulmschiefer stärker nach Norden umgebogen (N. 30° O., vgl. LEPPLA, Zeitschrift d. D. Geol. Ges. 1892, S. 438), so zwar, daß beide in ähnlichem Maße von der varistischen Richtung N. 45° O. bzw. nach O. oder N. abweichen; ich halte das als eine Folge einer Anlagerung an den im Osten erkennbaren granitischen Kern, der eine Nordsüd- und Ostwestbegrenzung gehabt hat und nicht völlig mit der varistischen Grundgefüge-Richtung übereinstimmen muß (vgl. unten).

Über die Eisenerzgänge und das Gebirgsgerüst am Haardtrand.

In meiner Studie „Der Rheinalgraben“, Geogn. Jahreshft 1914, S. 262, habe ich zusammengefaßt, was aus alten Plänen über das Einfallen der Erzverwerfungs-klüfte bei Niederschlettenbach und zwischen Böllenborn—Birkenhördt und Bergzabern bekannt wurde; es hat sich feststellen lassen, daß hier entsprechend dem deutlichen Bild eines muldenartigen Einbruchs mit Staffelbrüchen nach der Mitte des Einbruchgebiets südwestlich des Lauterflusses zwischen Bundental und Weiler auch nordöstlich bei Erlenbach—Niederschlettenbach und am Peternell NO. Böllenborn die Verwerfungen nach innen einfallen wie bei regelrechten Muldengräben.

Ich habe nun in der nordwestlichen Fortsetzung des Peternellgangs in den Steinbrüchen bei der Gehlmühle von Birkenhördt nach ihm gesucht; der Peternellgang selbst streicht östlich der Zahl 360 m (Steinköpfel) der 1914 beigefügten Karte und ist nicht selbst eingetragen; er verläuft dort in der Richtung auf die Zahl 401 m am Querenberg jenseits der nördlichen Talabzweigung nach Blankenborn (vgl. dies im Kartenausschnitt Fig. 8 in Tafel VI dieses Jahreshftes). Zwischen den beiden

¹⁾ Vgl. Jahresber. des Oberrhein. Geol. Vereins 1910 S. 59 die von BORZONG mitgeteilten Äußerungen von A. SAUER über die Bedeutung des Albersweilerer Gneises.

westlichsten Steinbrüchen im unteren Buntsandstein ist nun eine von Eisenabsätzen an Spalten durchsetzte und gehärtete Gesteinsrippe stehen geblieben, welche die Fortsetzung jenes Erzganges nach NO. darstellt; es zeigt sich (Taf. VI Fig. 5) eine von unten her veranlaßte Lockerung des Gefüges, welche sich in drei muldenartigen Einsenkungen mit treppenförmigen Absetzungen und dahin einfallenden Spaltklüften mit senkrechten Bewegungsanzeichen äußert und in der unteren Scharung dieser Klüfte eine erhebliche Einbruchverbreiterung von kleinen und großen ziemlich eckigen Brocken aus der nächsten Nachbarschaft von unterem Buntsandstein verursacht; diese Brocken sind wohl alle zum Teil entfärbt und durch sandiges und derbes schaliges Eisenerz fest zusammengebacken. Die zwischen zwei Ganggabelungen liegende Sandsteinmasse ist zum Teil enteisent, zum Teil mit hydrooxydierten Eisenbändern durchsetzt. Die östliche Grenzklüft der Gangbruchmasse ist fast senkrecht.

In der nordöstlichen Fortsetzung dieses Ganges ist an den Brüchen des Querensbergs auf dem Nordosthang des Blankenborner Fels eine Stelle, welche als weitere Fortsetzung des Ganges betrachtet werden darf (Taf. VI Fig. 6), dessen Klüft nach NW. einfällt, einer kleinen Verwerfung und auslaufenden Erzanreicherung entspricht. — In den oberhalb P. 231 dieser Talung auf dem Westhang angelegten Brüchen streicht eine Verwerfung mit steiler Klüft zu Tage, welche der westlichen Randverwerfung des engeren Peternellgrabengebiets gleichzustellen wäre. Auch hier treten senkrechte Klüftstreifungen auf, welche radiale Bewegungen kennzeichnen.

Südwestlich von Bergzabern habe ich auf dem Ostwestweg nördlich von Dörrenbach bei der Höhenlinie bei einer Brunnenstube eine Entblößung beobachtet, welche das Bild eines kleinen von steiler und weniger steiler Verwerfung seitlich begrenzten Horstes darlegt, so wie sie auch in den obigen Gangprofilen gekennzeichnet sind. — Es fehlen hier im Haardtinneren bis jetzt alle Anzeichen tangentialer Bewegungen!

Auch der noch von der Talsohle aus gangbare Eisenstollen am Premelsberg bei Niederschlettenbach wurde besucht; er geht in einer breiten Gangbrekzie, welche scheint es nach W. einfällt, woher Eisenerzzüge aufsteigen und sich im Dach flach umbiegen. Die westliche eigentliche Gangklüft ist offenbar durch den Stollen nicht berührt; diese dürfte nach Südosten einfallen; die Aufschlußarbeiten sind vorläufig eingestellt.

Dieses Einbruchgebiet stellt im kleinen die Rheingrabenentstehung dar.

Ich habe die in dem Hauptgraben neben den Anzeichen der vertikalen Bewegungen beobachteten nordsüdlichen tangentialen für Folgen von Ausgleichsbewegungen erklärt, insofern erstens die gesamte Masse sich in Anpassung an eine geringere Länge in der Tiefe sich nordsüdlich aufwölbend verkürzen muß und zweitens in dieser eingebrochenen Masse neben Buntsandstein plastischere Schollen von Jura, Muschelkalk und Keuper viel leichter Einzelbewegungen längs der Rheingrabenachse ausführen und auf gewisse Teile der Randschollen auch noch übertragen können, als daß sie im Buntsandstein von selbst entstehen.

Von Wichtigkeit ist die in dem Bild 5 der Tafel VI dargestellte Art, wie die großen Brekziefüllungen der Eisen- und Bleierzgänge entstehen, nämlich durch Zusammenbruch nach unten.¹⁾ Daß die zinkerze- und silberhaltigen Bleierze

¹⁾ Man erkennt auch hier die überlieferte Tatsache (vgl. v. GÜMBEL Erl. z. Bl. Speyer S. 54), daß eine Vereinigung der Erzgänge das Gangmittel steigert, so daß im Schlettenbacher Erzgang 12 und 20 m Mächtigkeit sich ergaben.

von unten her eindringen, dürfte von Niemanden bezweifelt werden. Ich glaube, daß hier, wie dies auch für die Kupfererze im Oberrotliegenden im SO. von Imsbach bis Bräunigweiler und Göllheim — vielleicht auch im Buntsandstein bei Wattenheim? — gelten dürfte (vgl. Erl. z. Bl. Donnersberg S. 294—295), der Erzgehalt bei einer postumen (tertiären) Wiederbelebung der pneumatolithischen (bzw. vulkanischen) Vorgänge in eine höhere Ausfällungsfläche (neue Landoberfläche!) emporgeführt wurde und hier die Eisenkarbonatlösungen hauptsächlich hydroxydierten. Gleichzeitig geriet die rote Eisenoxydfärbung des Buntsandsteins durch die halb termalen, mit Gas verbundenen Einwirkungen von den senkrechten Klüften aus in Bewegung und wurde hydroxydiert. Von einer Einwirkung von oben nach unten ist nichts zu bemerken; dagegen haben wir oben S. 154 und S. 155 darauf aufmerksam gemacht, daß die Körper der Schichtenmassen selbst von der Seite her von Eisen lösenden und das Hydroxyd fortführenden bzw. auch noch im Sandstein schon ausfallenden Flüssigkeitsdurchzug betroffen werden; das letztere scheint der Fall zu sein, wenn sich dem Haardtabbruchrand schwerer durchlässige tertiäre Schichten vorlegen oder wenn dem ungehinderten Abzug nach außen und dem Absatz und Niederschlag in den tiefsten Tertiärgebilden sich nach O. einfallende Schollen mit ihren schwerer durchlässigen Schichtflächen entgegenstellen. Das würde für den südlichen Abbruchrand der Pfälzer Haardt gelten. Bild 9 und 10 in Tafel VI lassen von Aufschlüssen bei Bergzabern und Neustadt a. H. erkennen, wie selbst im kleinen die flachen Schichtfugen maßgebend sind für die in den Schichtkörpern sich verziehenden Lösungen und ihre Ausfällungen.

Es wurde oben S. 153¹⁾ darauf aufmerksam gemacht, daß zu seiten von Mineralspalten und Verwerfungen eine erhebliche Eisenkiesanreicherung im Buntsandstein, besonders des entfärbten Gebietes, in der Tiefe beobachtet ist; im Zusammenhang mit der grünlichen Umfärbung von roten Tongallen und Tonzwischenlagen, welche auf Zersetzung von Eisenkies zurückgeführt wird — auch die rundlichen grünlichen Flecken im Unteren Buntsandstein und den Rötelschiefern (S. 156) gehören hiezu —, darf daran gedacht werden, daß Schwefelsäure in den Gasen und Flüssigkeiten der Entfärbungsbreite des Haardtandes enthalten war.

Mit dem von mir angenommenen Beginn der Entfärbung zur Zeit der Meeressandsteinbildung und der fortdauernden Wirkung bis zum Pliozän würde auch übereinstimmen, daß die Manganhydroxydausfällungen südlich von Dörrenbach auf jüngeren Querspalten der Schichten nach älterer Eisenhydroxydbänderung und auch sonst im ganz entfärbten Sandstein vor allem noch auf Schichtfugen auftritt, daß sich im Meeressand und Cyrenenletten hauptsächlich die Eisenhydroxydaufspeicherung einstellt, während in den Kalkabteilungen schon die entfärbten Sande und in auffälligerer Anreicherung das Manganhydroxyd sich bemerkbar machen, welches sich schwerer löst und auch schwerer als Hydroxyd ausfällt (es sitzt z. B. allen Brauneisendendriten als letzte Bildung auf).

Es macht sich hierbei scheinbar geltend, was ich schon in dem Aufsatz über die Umgegend von Bad Dürkheim in *Pollichia* 1915, LXX. J., Nr. 29, S. 47—52 hervorgehoben habe, daß die erste Lösungsdurchdringung der Gebirgsscholle von den Spalten aus sogleich mit einer gebänderten Auflösung und mit solchen Ausfällungsabsetzungen des Gesteinskörpers selbst und in ihm beginnt, und nicht erst, wie LIESEGANG es darstellte, zwei Lösungen gegenseitig diffundieren, welche gelegentlich mit den Eigenheiten der Gesteinskörper und ihren Zerspaltungen gar keine Beziehungen haben könnten; diese Beziehungen liegen aber immer vor.

Es ist noch zu betonen, daß die fortdauernden Gebirgsbewegungen in der Tertiärzeit, für welche sich viele Nachweisungen bringen lassen, den Fortgang der Entfärbung bis zum Eintritt des Pliozäns verbürgen. — Mit den Enteisenererscheinungen treten auch in gewissen Längsbereichen noch Verkieselungen hauptsächlich an randlich gelegenen Spalten, so zwischen Deidesheim und Wachenheim, wo sich auffällige Spaltenbrekzien fast an jedem am Haardtrand vorspringenden Längszug bis halbwegs Dürkheim feststellen lassen, deren Beziehung zur Umgebung des Forster Basaltdurchbruchs als Mittelpunkt ganz auffällig ist.

Taf. VI Fig. 12 stellt die randliche Verkieselung einer solchen Kluffüllung in dem Sprunggefüge hinter der Burg von Wachenheim dar, woselbst kleine gebirgswärts gerichtete Absenkungen eine größere Absenkung (vgl. Ber. der oberrh. geol. Ges. 1910, S. 28 Kartenriß) der gleichen Art begleiten, wie ich eine solche auch zwischen Forst und Wachenheim am Bismarckfelsen am Haardtabfall daselbst S. 93, 1911, S. 25–27, und Geogn. Jahreshefte 1914, S. 253–259 (vgl. auch Ber. des Oberrhein. Geol. Vereins 1910 S. 38 Fig. 10 und besonders S. 44 Fig. 13) darstellte.

Diese kleineren Absenkungen vom Haardtrande nach Westen sind nicht selten; ich glaube auch, daß die eigenartige Tatsache, daß zunächst des Haardtrandes häufiger eine geologisch jüngere Teilscholle westlich einer älteren randlichen liegt also z. B. Lias westlich vom Keuper und dieser westlich von Muschelkalk bei Siebelingen, Muschelkalk westlich von Buntsandstein bei Neustadt a. H., zwischen Klingenstein und Bergzabern (was einer Überschiebungsfolge von Westen ganz widerspricht) auf solche gebirgswärts eintretende Abrutschungen zurückzuführen sind. — Diese Tatsachen waren der Anlaß zu der von mir im Ber. des oberrh. geolog. Vereins 1910, S. 18, gegebenen Konstruktion der möglichen Mechanik der Haardtrandbewegungen und Umkippungen, zu deren Verständnis ich jetzt noch hinzuzufügen habe, daß hiermit auch am Gebirgsrand selbst noch Lockerungen von unten her stattfanden und die westwärts gerichteten Absenkungen nicht lediglich auf die Umkipfung der äußersten Randschollen zu setzen sind.

Ich habe hierbei auf die nicht seltenen Brekzienbildungen, Zermahlungen und Stoffabführungen aufmerksam gemacht und gebe das Bild einer solchen von einem Steinbruch an der Randscholle Höhe 338 südlich der Kropsburg und erwähne von Edenkoben aus dem Bruch unterhalb des neuerdings schönede verunglimpften Straßburgdenkmals am Westrand nahe der Verwerfung eine Kluffüllung aus entfärbten Brocken, welche stark mit Brauneisen gebunden ist, während die höher liegenden flach ausgebreiteten tonigen Zwischenschichten nur halb von der Seite her entfärbt sind.

Taf. VI Fig. 13 gibt das Bild des äußersten Gebirgsschollengefüges am Vogel-schutzgärtchen bei Deidesheim. Die dicken, halb felsig gebliebenen Bänke bilden einen Teil der Trippstadtfelsen; zwischen beiden etwas verworfenen Teilstücken findet sich ein Keil Dünnschichten, dessen Bewegungsmöglichkeit zuletzt nur annähernd wagrecht gewesen sein kann, wie das hier auch eine der wenigen am Haardtrand mir bekannt gewordenen nahezu wagrecht gestreiften Schubflächen beweist. Die Fläche mündet diagonal aus SW. auf den Haardtrand aus. Bei keilförmigen Einsenkungen unter Hangenddruck müssen im Keilgrund (Synklinallinie der Keilöffnung) seitliche Bewegungen stattfinden nach einer wenn auch geringen Neigung der Keilgrundlinie. — Die Bewegungsrichtung würde mit der Annahme von südwestlich forttreibenden Überschiebungswirkungen übereinstimmen, das erzeugte Schollenbild widerspricht dem aber entschieden.

Es sei hier noch auf Folgendes hingewiesen.

Es steigert sich die Tiefe des Einbruchs am Gebirgsrand nach Albersweiler zu von Weissenburg aus, wogegen hier die miozänen Tertiärschichten, besonders in dem Kalkzug Göcklingen—Ilbesheim—Godramstein (Landau) eine größere Höhe und Breite einhalten. Südlich davon in der Achse Bergzabern—Langenkandel hat dagegen das Pliozän bis nahe an den Gebirgsrand eine auffälligere, sich gegen das Miozän nördlich davon abhebende Verbreiterung, jenseits und südöstlich welcher nach dem Rhein zu wieder Miozänkalk in auffälligerer Lage und Höhe bei Büchelberg auftaucht. Es ist hervorzuheben, daß diese Linie eine wichtige Erdbebenlinie ist. — Die fast nordsüdliche Lambrecht—Hardenburg—Albersweilerner Verwerfung scheint bei Eschbach eine gradlinige, vielleicht postume Fortsetzung im Tertiärvorland zu besitzen und sich über Bergzabern (Bahnhof) in der Richtung auf Neuhoef (Altenstadt), Oberdorf, Hunsbach (Bahnhof) — Bl. Speyer XXV—XXVI, 16, 17 — fortzusetzen.

Ich habe in diesem Jahresheft darauf aufmerksam gemacht, daß ungefähr entsprechend der Verbreitung des Grenzlagere bei Albersweiler u. s. w. auch die Verbreitung des Zechsteins gelegen sei, welche auf eine Fortsetzung der damals in der Anlage bestehenden Senke zwischen Schwarzwald und Odenwald mit einer Zechsteinabzweigung hinweise. Dieser Grenzlager- und Zechsteinmulde entspricht auch die Mittelflur der Verbreitung des feinkörnigen Unteren Buntsandsteins, der in der Donnersberg-Haardt-Mulde eine ganz andere Ausbildung besitzt (vgl. Erl. z. Bl. Donnersberg S. 124 unten); die hier sich fortsetzende Vertiefung muß auch aufwärts noch angedauert haben und im Tertiär wieder lebendig geworden sein. Hieraus verstehe ich das Auftreten von Lias und Gipskeuper bei Albersweiler als einen in einem lang andauernden buchtartigen Ablagerungsmuldenbereich eintretenden, besonders tiefen, altbegründeten tektonischen Einbruch, welcher eigentlich die unverkennbare gradlinige westliche Fortsetzung der Langenbrücker Senke im Kraichgau mit Lias und Dogger im Kern darstellt; eine südlichere Abzweigung biegt noch in SW. nach der Pfalzburger Mulde ab.

Die Forschung nach der Entstehung des Rheintalgrabens ist durch neuere Ergebnisse der Untersuchung der Granitmassive rechts des Rheins erheblich gefördert worden; durch BUBNOFF und H. CLOOS wurde nachgewiesen, daß dort schon große „rheinische“ Bewegungen in karbonischer und permischer Zeit stattgefunden haben, welche als Vorläufer des Rheintalgrabens anzusehen wären; es sind das vorzugsweise Tangentialbewegungen, welche die aufgerichteten Schichten des vor-karbonischen Grundgebirges auf dem Ostflügel der Störungslinie nach N. in einer Flexur¹⁾ vorgebogen haben. Diese Vorbiegungen im Granitgebirge und seinen anlagernden alten Schichten konnten westlich davon ein Trümergebirge verursachen, welches nun von Trias und Jura überdeckt, von den alt- bis mittelkretazischen und eozänen Senkungen im Westen und Osten gespannt wurde, endlich im Oligozän und Miozän senkrecht einbrach und die horizontal gelagerten Trias- und Juraschichtmassen nachbrechen ließ.

Es scheint dieser Vorgang im varistischen Grundgebirge ein ziemlich allgemeiner gewesen zu sein; meine Kartierungen in der bayerischen Rhön haben eine Anzahl NO.—SW., N.—S. und NW.—SO. gerichteter, fast muldenartiger Schichten-einbrüche an mehr und weniger regelmäßigen Spalten nachgewiesen, in welchen

¹⁾ Die Störung, an welcher dies neuerdings nachgewiesen ist, ist auf meiner Rheintalgraben-Karte am Osthang des Odenwaldes bei Pfaffenberfurt (Pfb) zu sehen.

dann durch die Lockerungen und auseinanderweichenden Bewegungen im Grundgebirge auch die Basalte durchbrachen. Die Basaltdurchbrüche sind tektonisch gerichtet und ihre wechselständige Anordnung ist in ähnlicher Weise durch das aufgerichtete Grundgebirge beeinflusst, wie ich dies auch für die magmatischen Durchbrüche im Permkarbon der Rheinpfalz nachwies. Ich habe im „Rheintalgraben“ (Geogn. Jahresh. 1914 S. 258) darauf aufmerksam gemacht, daß für die Senkung eines Keils von der Grundfläche der Rheintalsenke um etwa 1000 m auf nach unten und innen zusammenschaarenden Klüften mit 70° oder 80° Neigung nur ein dehnendes Zurückweichen der Seitenwände um 365 bzw. 162 m anzunehmen nötig wäre; für das tiefer liegende Grundgebirge wäre die Dehnung noch geringer und der Tiefeneinbruch einer präkarbonischen nordsüdlichen Trümmerbreite noch weniger auffällig.

Ich glaube noch daran, daß die angebliche Ursache dieser nun in die Tiefe zu verlegenden Dehnung die Senkungsvorgänge in jenen im östlichen und westlichen Europa bis ins jüngste Tertiär andauernden Ablagerungssenkungen zu sehen ist, deren Rückwirkung auf die mittlere, dadurch gespannte Erdbreite nicht abzulehnen ist. Das varistische Grundgebirge konnte zur vorpermischen Zeit im streichenden Druck nach Norden in Flexuren ausbiegen, bei einer späteren durch das triasische und jurassische Deckgebirge zusammengehaltenen nordost-südwestlichen Aufbiegung konnte es nur in zahlreichen kleinen klaffenden NS.- oder NW.—SO.-Spalten auseinandergehen, welchen die Einbrüche nachfolgten; hierbei wurden letztere zum Teil wieder durch varistisch gerichtete Einbrüche abgelöst und verlagerten sich seitlich sodann absetzungsweise, wie wir dies im kleinen an den Basalten und den mit ihnen verbundenen Einbruchsmulden der Rhön ebenso erkennen können wie im Rheintalgraben-Sprunggefüge.

Die vorhin genannte Erdbreite, welche dem jetzigen Rheintalgraben entspricht, kann vielleicht permisch und karbonisch (postkulmisch) vorgebildet sein; auf der Pfälzer Seite — haben wir oben erwähnt — hat ein Granitkern am Haardtraud eine seitliche Begrenzung, welche die kulmischen Schiefer aus der varistischen Richtung nach NNO. umbiegen läßt, wie ähnlich mindestens die für die Kersantite dienlichen Zersprengungen des Gneises von Albersweiler in einer Südbegrenzung des Granits abgelenkt oder ostwestlich vorgebildet und gerichtet sind. Kleine permische Tangentialverschiebungen gehen durch schmale Granitgänglichchen im Kulm W. Hainfeld hindurch und der Basaltuff von Forst enthielt ein Oberrotliegendes-Geröll mit einem alten Barytäderchen (vgl. S. 147). Die Formationsgrenze war hier jedenfalls alte Bewegungsgrenze. Die Abtragungsfäche ist tektonisch gestört (S. 76 d. J.).

Konkretionen aus dem Lößlehm von Oberotterbach (Pfalz).

Von Dr. Ad. SPENGLER.

Die prozentische Zusammensetzung der Konkretionen aus dem Lehm von Oberotterbach¹⁾ ist im Rahmen ihrer qualitativen Zusammensetzung von Kieselsäure, Eisenoxyd, Tonerde und Manganoxydulhydrat eine sehr schwankende.

Im allgemeinen bestehen diese Konkretionen aus einem gelben Sande von nahezu gleicher Korngröße (etwa 0,2 mm), der meist die Kruste bildet und nach dem Innern stark mit Eisenoxydhydrat und Manganoxydhydrat durchsetzt ist. Kalk fehlt sowohl in der Form des kohlen-sauren wie auch des schwefelsauren Kalkes

¹⁾ Grube östlich der Straße Bergzabern—Heyhof nach Oberotterbach, vgl. oben S. 140 die Lagerungseinzelheiten.

als Verkittungsmittel gänzlich und Magnesia ist nur in ganz geringer Menge vorhanden. Phosphorsäure konnte ebenfalls nicht nachgewiesen werden. Dagegen fiel bei der qualitativen Untersuchung auf, daß neben dem Mangan noch ein Element der Eisengruppe in bestimmbarer Menge vorhanden sein müsse; alle Anzeichen sprachen für Nickel. Die an einer größeren Menge ausgeführte Prüfung bestand bei dem schwarzbraunen Schwefelwasserstoffniederschlag in essigsaurer Lösung in der sehr schön eingetretenen Reaktion des sogen. Nickelringes dieses merkwürdigerweise nicht einmal unbedeutenden Vorhandenseins eines hier nicht vermuteten Metalls.

Hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung trifft man nun kieselsäurereiche, helle, an Metalloxydhydraten verhältnismäßig arme und kieselsäurearme, an färbenden Metalloxyden reiche Knollen. Die Schwankungen sind übrigens nicht allzugroß im Kieselsäuregehalt (60—75%), dagegen ganz erheblich bezüglich des Eisenoxydhydrats (bis zu 18% Fe_2O_3), welchem, in größeren Mengen auftretend, der Hauptanteil der Färbekraft zufällt.

Quantitative Zusammensetzung der Konkretionen.

a) Kieselsäurereiche:	b) Kieselsäurearme:
SiO_2 75,81 %	60,77 %
Al_2O_3 8,50 "	10,52 "
Fe_2O_3 5,18 " = 3,62 % Fe;	17,97 " = 12,57 % Fe
MnO 4,76 " = 3,68 " Mn;	4,72 " = 3,65 " Mn
NiO 0,63 " = 0,49 " Ni;	0,31 " = 0,24 " Ni
MgO 0,08 "	0,10 "
H_2O 4,98 "	5,36 "
99,94 %	99,75 %

Die Einwirkung verdünnter Säuren auf diese Konkretionen im vorliegenden Falle 1,5 n. Salzsäure (ca. 4%) im Auftragsverfahren, äußert sich zunächst als Ausbleichung der äußeren Schichten unter kräftiger Auflösung von Eisen und Mangan. Dadurch entsteht im Anfangsstadium unter Wahrung der Form der Konkretionen eine gelblichweiße Schale mit dunklem Kern, bei fortschreitender Säureeinwirkung tritt bei dem gelockerten Gefüge allmählich Zerfall zu einem gelblichen Bleichsand ein. Die nachfolgende Analyse einer ausgebleichten Konkretion zeigt zunächst die Anreicherung von Kieselsäure auf Kosten von Eisen und Mangan und im Vergleich mit obigen Analysen eine bemerkenswerte Konstanz der Tonerde, welche auf deren bekannte Schwerbeweglichkeit zurückzuführen ist. Bei weiterer Ausbleichung, wie sie durch Humussäurelösungen unter längerer Einwirkungsdauer ebensogut hervorgerufen werden kann, bildet sich eine ungesättigte Tonerdekieselsäure neben freier Kieselsäure heraus, welche, ihres sauren Charakters halber stark absorbierend wirkt auf Basen, wie Kalk und Magnesia und im Boden als einer der Träger der sauren Reaktion anzusprechen ist.

Analyse einer mit zwei Liter 1,5 n. Salzsäure ausgebleichten Konkretion:

SiO_2	77,95 %
Al_2O_3	8,81 "
Fe_2O_3	3,40 "
MnO	1,75 "
Ni	0,27 "
MgO	0,11 "
H_2O	7,47 "
	99,76 %

Die Untersuchung mit dem Metallmikroskop ergab keine erkennbaren Teilchen des Nickelerzes, welches nach REIS wohl zunächst aus Flußseifen aufgeweht und am Haardt-Steilrand niedergesunken ist, in zweiter Linie aus den Serpentinien des Schwarzwalds stammen wird.

37 Nährstoffanalysen von Böden der Reihe Nr. 1—46.

(S. 132—133 Anm.)

Nr.	Bezeichnung (vgl. S. 132—133)	P ₂ O ₅ (Phosphorsäure)	K ₂ O (Kali)	CaO (Kalk [gebr.])	N (Stickstoff)	Reaktion (Säureprüfung)
1	Mundenheim jüngstes Alluv	0,08	0,17	3,53	0,09	alkalisch
2		0,14	0,19	3,67	0,07	„
3	Mundenheim, ar ³	0,13	0,17	6,52	0,11	„
4	Desgl., jüngeres Alluv	0,13	0,16	5,74	0,18	„
5	Desgl., a ³	0,09	0,15	4,71	0,10	„
6	Desgl., tiefere Schicht unter d. Krume ar ³ .	0,10	0,25	11,42	0,08	„
7	Versuchsfeld Roth, Langenkandel	0,07	Spur	0,11	0,11	neutral zu sauer
17	Löß, Ziegelei Haßloch	0,12	0,21	15,38	0,01	alkalisch
18	Hydrobienschichten bei Maikammer	0,11	0,30	8,03	0,14	„
19	Cerithienschichten bei Alsterweiler	0,17	0,72	1,28	0,20	„
20	Unterster Muschelkalk, Wonneberg	0,08	0,59	2,51	0,08	„
21	Oberer Buntsandstein, Ebenung Wonneberg	0,05	0,10	Spur	0,11	neutral zu sauer
22	Hauptkonglom. u. Trippstadtch., Wonneberg	0,02	0,02	Spur	0,06	schwach sauer
23	Zwischen Trippstadt- und Rehbergfelsen	0,02	0,09	Spur	0,03	stark sauer
24	Rehbergschichten, Kohlbrunner Berghang	0,01	0,02	Spur	0,06	schwach sauer zu neutral
25	Trifelsschichten, Blankenborn	0,04	0,30	Spur	0,07	stark sauer
26	Trifelsschichten westlich Birkenhördt	0,02	0,08	Spur	0,03	neutral
27	Unterer Buntsandstein, Modenbacher Joch	0,02	0,12	0,02	0,06	stark sauer
29	Rotliegendes, Romantischer Weg St. Martin	0,03	0,26	0,07	0,09	„ „
30	Rotliegendes unterhalb Ramberg (Feld)	0,05	0,01	0,20	0,15	neutral zu sauer
31	Granit der Ludwigshöhe, Edenkoben (Wald)	0,005	0,19	Spur	0,07	„ „ „
32	Hochterrassenschotter Hatzenbühl	0,07	0,04	0,10	0,09	sauer
33		0,06	0,04	0,13	0,19	alkalisch zu neutral
34	Löß, Meckenheim	0,10	0,02	8,57	0,05	alkalisch
35	Lößlehm, Meckenheim	0,12	0,07	0,62	0,14	„
36	Lößlehm, Böhl	0,18	0,12	1,89	0,05	„
37	Sandiger Lößlehm Hochdorf	0,12	0,15	0,74	0,12	„
38		0,09	0,06	1,24	0,05	„
39		0,10	0,13	0,38	0,07	„
40		0,10	0,02	1,15	0,05	„
41	Niederterrasse (rhein.) Limburgerhof, Grube (Schlag XIII). Humoser Sand 0—20 cm	0,06	Spur	0,27	0,07	„
42	Desgl., schwach lehmiger Sand 20—40 cm	0,02	Spur	0,18	0,03	„
43	Desgl., eisenschüssiger Sand 50—70 cm	0,05	0,17	0,36	0,07	„
44	Desgl., Mergel 100—120 cm	0,11	0,12	34,0	0,04	„
45	Desgl. Grube Westschlag, Sand 0—30 cm	0,07	0,04	0,25	0,01	„
46	Desgl., lehmiger Sand 30—40 cm	0,014	0,05	0,14	0,01	„

Waldböden

(Erläuterungen zu den Nährstoffanalysen siehe S. 166.)

Die Bestimmungen über den Gehalt an Phosphorsäure, Kali und Kalk sind nach der in der Hauptversuchsanstalt für Landwirtschaft, Techn. Hochschule in München festgehaltenen deutschen Vereinbarung ausgeführt (1—6 von Dipl.-Landw. HENKEL): „Herstellung der Stammlösung für die drei Stoffe durch Aufschließung mit konzentrierter Salzsäure (100 cbcm, spez. Gew. 1,175—1,18) mit Zusatz von 100 cbcm destilliertem Wasser eine Stunde auf Asbesteller im Erlenmayerkolben gekocht, filtriert und auf 500 cbcm aufgefüllt.

Die Feststellung dieser Nährstoffe entspricht einem Nährstoffbestand, welcher dem Pflanzenwachstum erst langsam unter dem Einfluß verschiedenster natürlicher und auch durch Düngung gesteigerter Einwirkungen zur Verfügung steht und der erst ebenso langsam aus dem ständig noch verwitternden Gestein dargeboten werden kann.¹⁾ Es muß bei der Reinigung der Felder von mittelgroßen und kleineren Steinen, welche sehr umfangreich der Erhaltung des wichtigen Feinerdebestandes des Bodens dienen, Maß gehalten (Erl. z. Bl. Donnersberg S. 289 Abs. 4) und sollten nur die hart verkieselten Sandsteinbrocken, Quarz- und Quarzit-, Achatgerölle ebenso wie die festen Brauneisensteinschwarten (Buntsandstein, Meeressand, Pliozän und Diluvialschotter) und die dichten harten Kalksteine (im Muschelkalk und Tertiär) u. a. auf die Rosseln geworfen werden. Der angeführte Kalkgehalt (= gebrannter Kalk) ist natürlich eine geringere Zahlenangabe wie der in Tabelle S. 132—133 nach PASSON in runder Zahl festgestellte Gehalt an Kalk (= kohlen saurem Kalk), trotzdem jener der Pflanze leichter zugänglich ist; die Nährstoffanalyse gibt hier auch den schwerer zugänglichen Vorrat an. Die Buntsandstein- und die davon abgeleiteten tertiären und diluvialen Sandböden überhaupt zeigen sich arm an Phosphorsäure, sehr arm sind erstere an Kalk, besonders in der Entfärbungsbreite am Haardtrand (vgl. S. 154), das gleiche gilt von dem Granit von Edenkoben.

Zur Beurteilung der Nährstoffwerte sei angeführt, daß für P_2O_5 gilt: 0,10% = gut, 0,03 = mäßig, 0,07 = arm bis mäßig, 0,05 = arm; für K_2O 0,10% = reich; 0,08 = arm, 0,07 = sehr arm; für CaO 0,30 = gut, unter 0,25 = noch kalkbedürftig, 0,18 = mäßig, 0,07 = arm; für N von 0,12 aufwärts = gut und reich, 0,10 = mäßig bis gut, 0,04 = arm.

Die in obiger Aufstellung aufgeführten Zahlen für die Säureprüfung verhalten sich in sechs Fällen verschieden von den Angaben auf S. 132—133 und jenen der Lackmusreaktion auf S. 173—174 dieses Jahreshftes; letztere und die bei der ersten Aufstellung angewendete etwas ältere Methode von HASENBÄUMER sind wohl übertroffen durch die neueste Daikuhara-Hasenbäumersche Methylrotmethode, welche den Umschlagpunkt genauer feststellen läßt.

Wichtigere geologische Abhandlungen zu Bl. Speyer.

1. LEPPLA A., Die westpf. Moorniederung und das Diluv. Sitzber. d. bayer. Akad. d. Wiss. München 1886, S. 182—187.
2. — — Der Buntsandstein des Haardtgebirges. Geogn. Jahresh. I. 1888 S. 39—64.
3. — — Zur Lößfrage des Haardtgebirges. Geogn. Jahresh. II 1889 S. 176—187.
4. — — Über den Bau der pfälzischen Nordvogesen u. s. w. Jahrb. d. preuß. geol. Landesanstalt 1892.
5. THÜRACH H., XXVII. Vers. des Oberrh. geol. Vereins zu Landau 1892.
6. LEPPLA, Über das Grundgebirge der rheinpälz. Nordvogesen. Zeitschrift Deutsch. Gesellschaft Bd. XLIV S. 400—438.

¹⁾ Die S. 149 oben und S. 159 Abs. 3 mitgeteilten Analysen sind unter etwas stärkeren, auch höhere Zahlen ergebenden Bedingungen ausgeführt.

7. REIS OTTO M., Westpfälzische Moorniederung, ein geol.-hydrogr. Problem. Geogn. Jahresh. 1899, XII. S. 72—108.
8. v. AMMON L. und THÜRACH H., Ber. über die gemeinschaftlichen Diluvial-Exkursionen in Mitt. der Bad. geol. Landesanst. III. Bd. I. H. 1893.
9. C. W. v. GÜMBEL, Kurze Erläuterungen zu dem Bl. Speyer 1 : 100 000 1897. München.
10. v. AMMON L. und REIS OTTO M., Kurze geologische Beschreibung einiger pfälzischer Gebietsteile in NEUMAYER, Erdmagn. Vermessung der Rheinpfalz. Pollichia, Bad Dürkheim 1903 S. 1—18.
11. FREUDENBERG W., Das Diluvialprofil von Jockgrim u. s. w. Ber. d. Oberrh. geol. Vereins 1909 S. 61—68.
12. REIS OTTO M., Ausflüge bei Forst, Dürkheim u. s. w. Jahresb. d. Oberrh. geol. Vereins 1910 S. 13—55.
13. SCHUSTER MATTH., Der Nephelinbasalt vom Pechsteinkopf. Ebenda 1910 S. 104—107.
14. BOTZONG C., Ausflüge nach Albersweiler und Umgebung. Ebenda S. 59—65.
15. HAEBERLE D., Über das Vorkommen von Kugelbildungen in der Rheinpfalz. Pfälz. Heimatk. 1910.
16. REIS OTTO M., Nachlese zu den Berichten über die Bad Dürkheimer Tagung. Jahresber. Oberrh. geol. Ver. 1911 S. 21—23.
17. BOTZONG C., Die Erdbeben Süddeutschl. (besonders die der Rheinpfalz). Pfälz. Heimatk. VIII 1912, Heft 1—3 und 9.
18. DINU J., Geologische Untersuchungen der Beziehungen zwischen Gesteinsspalten, Tekt. u. s. w. im östlichen Pfälzer Wald. Inaug.-Dissert. Heidelberg 1912.
19. BUCHER W., Beiträge zur geologischen Kenntnis des jüngeren Tertiärs der Rheinpfalz. Geogn. Jahresh. 1913.
20. HAEBERLE D., Die gitter-, netz- und wabenförmige Verwitterung der Sandsteine. Geologische Rundschau V. 1914.
21. REIS OTTO M., Der Rheintalgraben. Geogn. Jahresh. XXVII. 1914 S. 249—278.
22. — — Geologische Studien aus der Umgegend von Bad Dürkheim. Mitt. d. Pollichia LXV. 1914 S. 67—119.
23. — — Über das Vorkommen von Asphalt in Mineralgängen und Eruptivgesteinen der Rheinpfalz, S. 45—80. (Profil des tertiären Meeressandes, Eisendurchsinterung im Buntsandstein.)
24. ARNDT H., REIS OTTO M. und SCHWAGER AD., Übersicht der Mineralien und Gesteine der Rheinpfalz. Geogn. Jahresh. 1918/19 S. 45—80.
25. REIS OTTO M., Über Eisenerzgänge in der südlichen Rheinpfalz. Pfälz. Heimatk. 1919 S. 150—153.
26. LEHR G. J., Wasseraufnahmefähigkeit des Hauptbuntsandsteins, Granits und Rötelschiefers (von der Kalmit, von Neustadt a. H. und Edenkoben). Pfälz. Heimatk. 1921 S. 108—109.
27. REIS OTTO M., Erl. z. Bl. Donnersberg 1 : 100 000, 1921, München. (S. 128, 132, 143, 163, 194, 208, 223.)
28. — — Oolithartige Versteinering von Pflanzenresten aus dem Tertiär der Rheinpfalz. Geogn. Jahresh. 1923 S. 1—16.
29. — — Das oberrotliegende Grenzlager im Haardtgebirge u. s. w. Ebenda S. 75—102.
30. — — Kalkalgen und Seesinterkalk aus dem rheinpfälzischen Tertiär. Ebenda S. 102—130.
31. NIKLAS H. und HOCK, Feststellung der Azidität bei versch. Pfälzer Bodenarten. Ebenda S. 169—174.
32. v. WERVEKE, Schichtenfolge in zwei Bohrungen auf Erdöl in Godramstein. Ebenda S. 17—26.

Nach Abschluß der obigen Ausführungen wurde mir noch bekannt die Schrift von:

33. SOERGEL W., Die diluvialen Säugetiere Badens. Mitt. der Bad. Geol. Landesanstalt 1923 (vgl. Jockgrim S. 164—167, 220—221, 222—244, 251). Die S. 250—251 gegebene Übersicht läßt auch die in Erl. z. Bl. Donnersberg S. 218 (Prof. S. 195, 215) mitgeteilten Säugetierreste einordnen; sie würden der III. Mosbacher Fauna, dem oberen Günz-Mindelinterglazial angehören. Demnach bestände bis zu dem Hochterrassenschotter eine nicht unerhebliche Lücke im Gebiet der Haardtgebirgsabsätze.
34. THÜRACH H. bespricht in Erl. zu den badischen Blättern Karlsruhe und Daxlanden S. 34 das Profil von Jockgrim; hier findet sich auch S. 8 ein Profil durch den Bienwald und Büchelberg.
35. SRIGEL, Perm. Abtragungsfläche. Verh. naturh. Ver. Heidelberg. VII 1 S. 166—168 Albersweiler.

Tafel-Erklärung.

(Taf. VI des Jahreshefts.)

Fig. 1. Profil der Lehm- und Sandgrube zwischen Kirrweiler und Venningen. Die unteren vier Abteilungen: weißer Sand, Ton, weißer Sand und Sand mit weißen Buntsandsteingeröllen gehören dem Pliozän (einschließlich der sog. Freinsheimer Schichten) an, dessen Oberfläche weiter

rechts noch stärker nach Westen abfällt. Darüber folgt ein roter Flugsand und ein bräunlicher Flugsand mit Lößlehm-artigen Beimengungen und Kalk-Mergelkuchen in zweimaliger Wiederholung bis zum Beginn des Lösses, der mit seiner Verwitterungsschicht und dem oberen Löß noch angedeutet ist. Maßstab 1 : 50. S. 139. (? = Profil Hangenbieten Abhdl. Els.-Lothr. Spez.-K. IV. 2. 1888).

Fig. 2. Sand- und Kiesgrube südlich von Albersweiler, Aufnahme im Jahre 1913. Maßstab 1 m = 1 cm. S. 138.

Fig. 3. Sandgrube links vom Wingertweg von Edenkoben nach Rhodt. Im unteren Teil des Bilds grenzen rechts ausgebleichte und weiße pliozäne Sande und Sandsteinschotter und links rotbraune Hochterrassenschotter in Verwerfung an; die ganz gleichen rotbraunen Schotter liegen oben wagrecht über der Verwerfung. Maßstab 1,5 m = 3,5 cm. S. 138.

Fig. 4. Schichtungsbild des Hauptmuschelkalkbruchs beim Geilweiler Hof nördlich von Siebelingen über und unter der Spiriferinen-Trochitenbank. Dichte Kalke sind weiß gehalten, Fossilkalke mit Schalenquerschnitten, Radzeichen und Lochmuschelurissen und angedeuteten Rhizocorallien nebst Bohrröhren von Bohrmuscheln; Schiefer gestrichelt. Maßstab 20 cm = 10 mm. S. 150—151.

Fig. 5. Fortsetzung des Peternellgangs im Steinbruch bei der Gehlmühle zwischen Bergzabern und Birkenhördt (vgl. Fig. 8). Sandstein des unteren Buntsandsteins mit zwei tonig-schieferigen Zwischenlagen (gestrichelt); die brockige Gangfüllung ist mit Sand und tonigen bis derben Brauneisenschalen gebunden. Maßstab 5 m = 100 mm. S. 153.

Fig. 6. Auslaufen des Peternellgangs im unteren Blankenborner Tal in einem Steinbruch auf der östlichen (linkten) Talseite. Unterer Buntsandstein. Maßstab 5 m = 100 mm. S. 159.

Fig. 7. Spongeliomorpha-artige Ton-Röhrenfüllung im Unteren Buntsandstein des Bruchs an der Gehlmühle. Länge 35 cm, Breite 2,5 cm. S. 155.

Fig. 8. Übersichtskärtchen in 1 : 100000 der Gegend zwischen Bergzabern, Dörrenbach, Birkenhördt und Blankenborn in Fortsetzung der tektonischen Übersicht in Geogn. Jahreshefte 1914; dortselbst ist der Peternellgang am Steinköpfel nicht eingezeichnet; es fehlt auch die Gehlmühle, die erst neuerdings Bedeutung erhalten hat; jedoch sind dort die Fallzeichen der Gänge eingetragen. Außerdem sind in Fig. 8 die Entnahmestellen von Buntsandsteinbodenproben 20—24, 25—27 angedeutet.

Fig. 9. Eisenhydroxyd-Durchsinterungsbänderzüge im oberen Hauptbuntsandstein, Bruch N. der Schnakenmühle Bergzabern. Maßstab 1 m = 75 mm. S. 160.

Fig. 10. Gleiches von Haardt bei Neustadt a. H.; hier ist das einseitige Dichterwerden der Rostanreicherung zu zeichnen versucht, was in Fig. 8 sehr viel schmaler ist. S. 160.

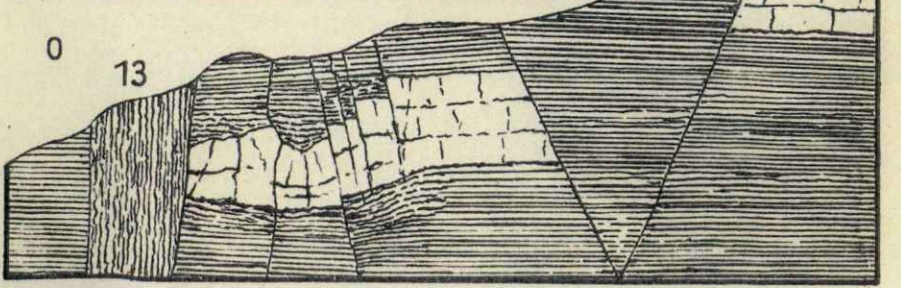
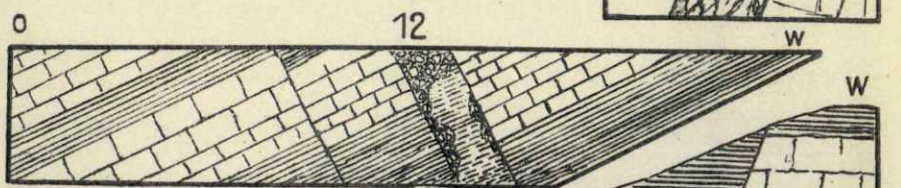
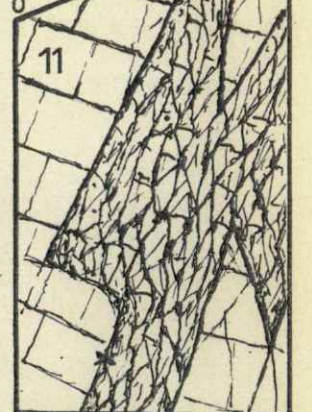
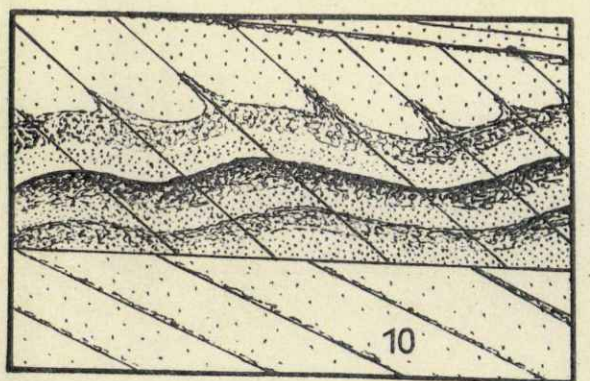
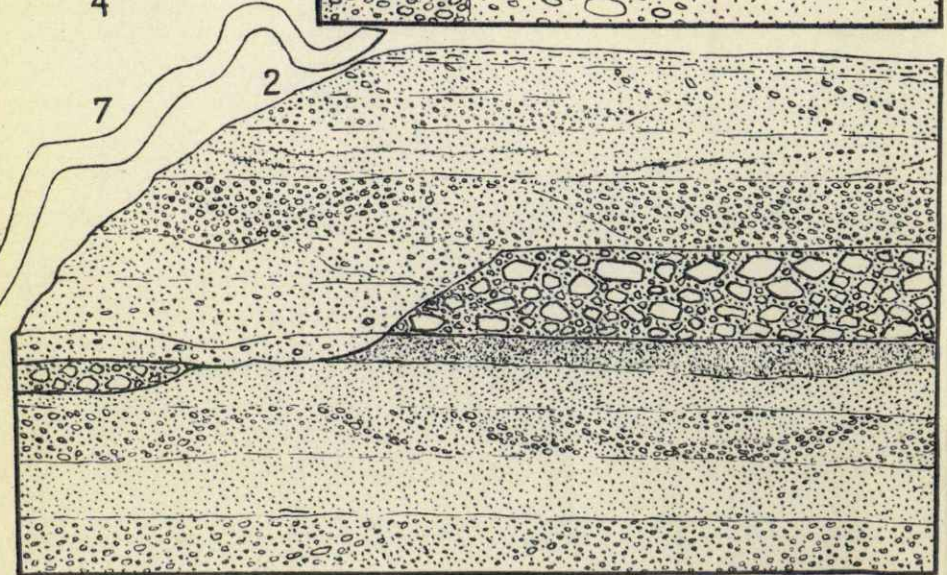
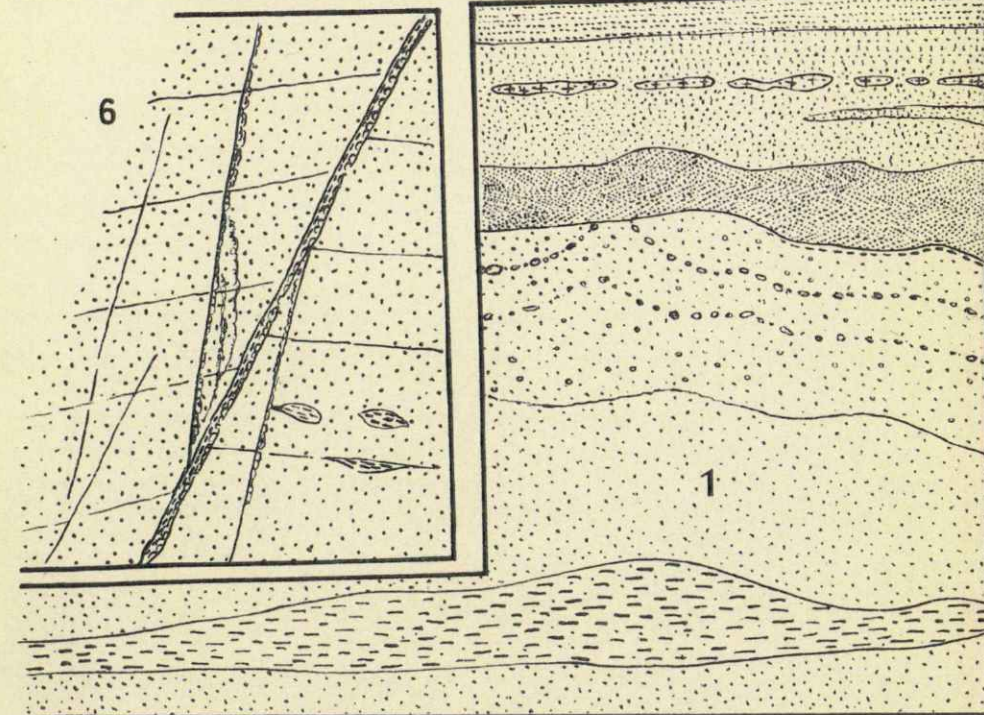
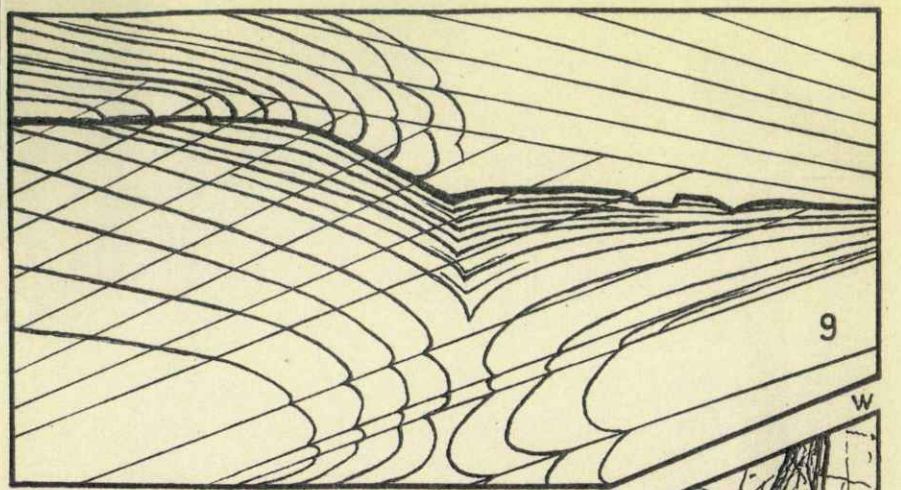
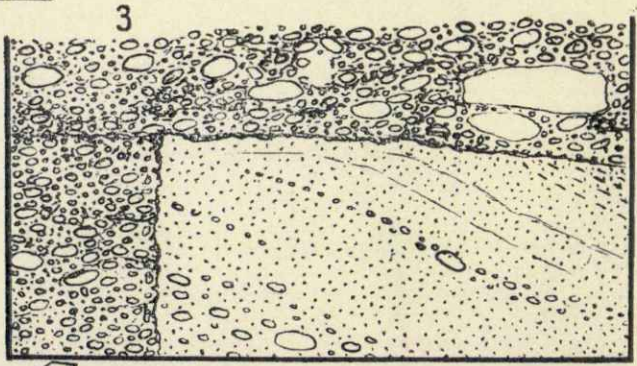
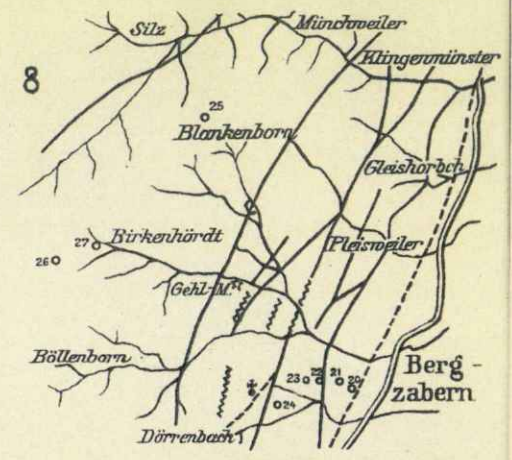
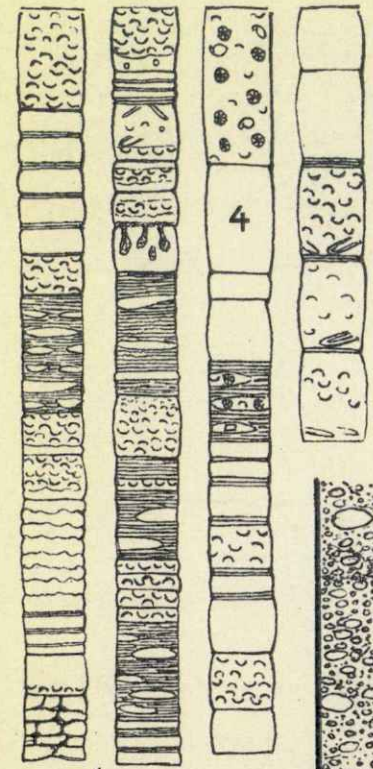
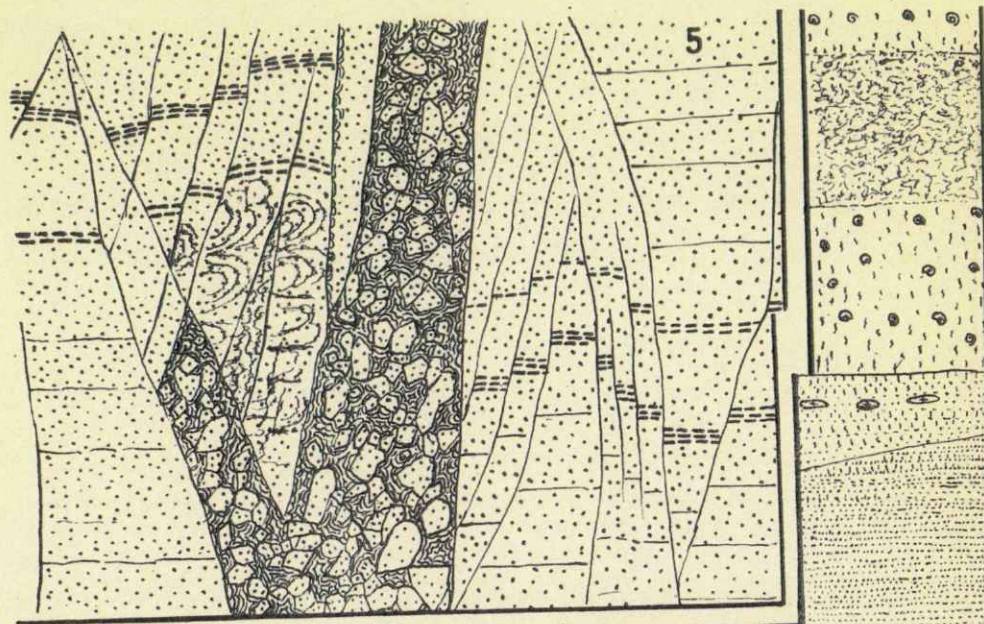
Fig. 11. Eine tektonische Bruchstück- und Zertrümmerungseinschaltung im Bruch S. von der Kropsburg zum Vergleich mit Fig. 5. Maßstab 1,5 m = 1 cm. S. 161.

Fig. 12. Etwas gestrecktes Profil hinter der Burg von Wachenheim a. H. mit einer stark verkieselten tektonischen Trümmerklufffüllung bei „12“; Breite des Einbruchs bei 12 = 1,5 m. S. 161.

Fig. 13 Profil des äußersten Haardtrandes am Vogelschutzgärtchen bei Deidesheim (am Sensentalausgang); an einer Keilseitenfläche wagrechte Schubstreifen; die felsigen Schichten gehören den Trippstadtfelsen an. Höhe rechts etwa = 12 m. S. 161.

Inhalts-Übersicht.

	Seite
Aufstellung nach Körnungsgrößen, Kalkgehalt, Reaktion, Wasserkapazität untersuchter Böden	131—133
Anmerkungen zu den aufgestellten Bodenzahlen und geologische Erläuterungen . . .	134—158
Alluvium (S. 134). — Diluvium, Niederterrasse (S. 135—137). — Diluvium, Löß und Hochterrasse (S. 137—138). — Flugsandbildungen der Hochterrassezeit (S. 138—142). — Speyerer Sande und Mergel (S. 142—143). — Übersicht über das Diluvium (S. 143 bis 146). — Tertiär (S. 146—147). — Basalt (S. 147—148). — Keuper und Lias (S. 148). — Muschelkalk (S. 148—151). — Buntsandstein (S. 151—155). — Das Oberrotliegende (S. 155—157). — Granit und Gneis (S. 157—158).	
Über die Eisenerzgänge und das Gebirgsgestänge am Haardtrand	158—163
Konkretionen aus dem Lößlehm von Oberotterbach (Pfalz) von Dr. SPENGLER	163—164
Wichtigere geologische Abhandlungen z. Bl. Speyer	164—165
Tafel-Erklärung	167—168



Bestimmung der Reaktion und der Kalkbedürftigkeit von Böden der Pfalz (Bl. Speyer).

Ausgeführt von

H. Niklas und **A. Hock.**

Besprochen von **H. Niklas** (Weihenstephan).

Im Herbst 1922 sammelten der Vorstand der geologischen Landesuntersuchung Herr Oberbergdirektor Dr. REIS und der Referent in der Rheinpfalz u. a. eine größere Anzahl von Bodenproben ein. Diese wurden, wie üblich, im Laboratorium der geologischen Landesuntersuchung einer eingehenden Untersuchung unterzogen. Bei der großen Bedeutung, welche der Reaktion des Bodens für seine Bewirtschaftung zukommt, erschien es angebracht, die Pfälzer Bodenproben auch nach dieser Richtung hin einer genauen Prüfung zu unterziehen.

Aus unsern bisherigen Ergebnissen geht hervor, daß die Reaktion der Böden durch die geologischen Verhältnisse mehr oder weniger beeinflußt wird. Insofern sollte die Bearbeitung der Pfälzer Böden auch einen Beitrag nach dieser Richtung hin liefern. Von praktischer Bedeutung ist es insbesondere, einen Überblick darüber zu gewinnen, ob in der Pfalz saure Böden in größerer Zahl und Verbreitung auftreten. Schließlich sollte durch vergleichende Untersuchungen festgestellt werden, welche Methoden sich ganz besonders für die Prüfung der Reaktion und der Kalkbedürftigkeit eignen und inwieweit die Ergebnisse übereinstimmen.

Kalkbedürftigkeit hängt vielfach nicht von der Gesamtmenge des vorhandenen Kalkes, sondern davon ab, ob eine Pufferwirkung im Boden vorhanden ist und welche Reaktion er besitzt. Die von uns durchgeführte biologische Methode zur Feststellung derselben im Zusammenhalt mit den Aziditätsmessungen ergibt erfahrungsgemäß eine sichere Basis zur Beurteilung der Kalkbedürftigkeit. Die von der geologischen Landesuntersuchung festgestellten Gehalte an kohlensaurem Kalk erfahren somit durch unsere anderweitigen Feststellungen eine wertvolle Beleuchtung. Sie wurden mit voller Absicht unabhängig von unseren speziellen Untersuchungen ermittelt.

Saure Böden sind wenig ertragreich und können mit Recht als kranke minderwertige Standorte bezeichnet werden. Wie später noch an der Hand der beigefügten Tabellen gezeigt werden soll, sind sie auch in der Pfalz weit verbreitet.

In sauren Böden fehlen insbesondere die stickstoffsammelnden Bakterien, wie Azotobakter und die Knöllchenbakterien. Eine salpeterbildende Wirkung und ein Abbau der Humussubstanzen findet in ihnen nur in geringem Maße statt.

Saure Böden verkrusten und verschlammern leicht und lagern gerne dicht, da die zur Ausfällung der Bodenkolloide nötigen Basen und ganz besonders Kalk

fehlen. Sie sind zumeist arm an für die Pflanzen aufnehmbaren Nährstoffen, wie z. B. an Kali und Phosphorsäure und die ungesättigten Bodenkolloide halten diese wenigen Nährstoffe zähe fest. Nicht selten sind saure Humus- und Moorböden sogar für eine Stickstoffdüngung dankbar, da ihre Humusmassen durch die fehlende Bakterientätigkeit nicht abgebaut werden.

Eng im Zusammenhang mit der Frage der Reaktion der Böden steht die ihrer Kalkbedürftigkeit. Man kann fast immer annehmen, daß ein saurer Boden auch ein kalkbedürftiger Boden ist. Trotzdem wurde die sogen. Azotobaktermethode angewendet, um ein klares Bild hierüber zu gewinnen. Azotobakter gedeiht nach den Angaben von H. R. CHRISTENSEN in Kopenhagen, der hierüber umfangreiche Untersuchungen angestellt hat, nur in Böden, die nicht kalkbedürftig sind. Auch unsere bisherigen Untersuchungen bestätigen dies und in 300 Fällen ist es uns niemals gelungen, auf sauren Böden Azotobakterkulturen zu erhalten. Diese bedürfen zu ihrem Gedeihen einer gewissen Pufferwirkung, welche von den basischen Bodenbestandteilen ausgeübt wird.

Zur Prüfung mittels Azotobakter werden 20 g Mannit in 1 l destilliertem Wasser gelöst und 0,2 g K_2HPO_4 zugesetzt. Diese Lösung gibt man in kleine Erlenmeierkolben von etwa 50 ccm Inhalt, setzt 5 g der zu untersuchenden Bodenprobe hinzu und mittels eines Platindrahtes etwas einer frischen Azotobakterkultur. Die Kolben werden dann etwa fünf Tage lang im Thermostaten einer Temperatur von 25—20° ausgesetzt. In nicht kalkbedürftigen Böden bildet sich an der Oberfläche der Lösung eine Azotobaktervegetation in Form einer dunkelbraunen bis grauen schleimigen und gerunzelten Haut, deren Entwicklung täglich beobachtet wird. Eine schwache Vegetation erhielt das Zeichen +, eine mittlere ++, eine kräftige +++, während keine Azotobakterentwicklung in der beigefügten Tabelle mit 0 bezeichnet wurde, aus der ja für jede untersuchte Bodenprobe das Nähere zu ersehen ist.

Es erübrigt sich ferner, in aller Kürze auf die anderweitigen zur Verwendung gelangten Untersuchungsmethoden einzugehen.

An einfachen Methoden, die allerdings nur orientierender Natur sind, dafür aber jederzeit auch vom Praktiker angewendet werden können, kommen in Betracht die Prüfung mittels Salzsäure auf das Vorhandensein von kohlen-saurem Kalk und die Lackmusreaktion.

Bei letzterer wurde nun auf Grund der gewonnenen Erfahrungen nicht Lackmuspulver benützt, sondern nach dem Vorschlage von H. KAPPEN der Boden in einer Porzellanschale mit 7,5% KCl-Lösung befeuchtet und je ein roter und blauer Lackmustrreifen darüber gelegt. Diese einfache Untersuchung, die auch vom Praktiker geübt werden kann, da es genügt, statt der 7,5% Chlorkaliumlösung den angefeuchteten Boden mit einer Messerspitze KCl oder NaCl zu versetzen, gewährt immerhin die Möglichkeit, die stärker sauren oder alkalischen Böden festzustellen und sie von den neutralen Böden zu trennen, die einer eingehenden Untersuchung bedürfen.

Eine verhältnismäßig einfach anzuwendende Methode ist ferner die sogen. Combresche oder Rhodanidmethode, welche von COMBRE ausgearbeitet und von HISSINK nachgeprüft wurde.

2—3 g Boden werden dabei mit 5—6 ccm einer alkoholischen KCNS-Lösung geschüttelt und nach wiederholtem Schütteln die Farbe der überstehenden Bodenlösung festgestellt. Bei sauren Böden wird durch die sauer reagierenden Eisen-

und Aluminiumsalze die Rhodanwasserstoffsäure in Freiheit gesetzt, welche dann mit dem Eisen des Bodens die rot gefärbte Eisenrhodanidlösung ergibt. Bei alkalischen Böden dagegen setzt man eine rot gefärbte Eisenrhodanidlösung zu, wodurch eine Entfärbung eintritt, wobei sich Eisenhydroxyd und farblose Alkali- oder Erdalkalirhodanidlösung bildet. Wir haben durch eingehende Untersuchung festgestellt, daß sich nur lufttrockene Böden zu dieser Prüfung eignen (Illustr. landw. Ztg. 1923) und gezeigt, wie man sich selbst diesbezügliche Standardlösungen herstellen kann.

Die Gesamtbodensäure wurde nach KAPPEN bestimmt. 50 g Boden wurden mit 125 ccm Chlorkaliumlösung (7,5%) eine Stunde lang ausgeschüttelt. Nach dem Abpipettieren der überstehenden Lösung wurde ein bestimmter Teil derselben mit $\frac{1}{10}$ n Natronlauge titriert.

Was nun die Bestimmung der sogen. Wasserstoffjonenkonzentration betrifft, die ja ein wichtiges biologisches Moment darstellt, so wurde die Menge der frei dissoziierten Wasserstoffjonen in der Bodenlösung bestimmt.

Entscheidend für die Reaktion einer Lösung ist die Konzentration der in ihr befindlichen Wasserstoff- bzw. Hydroxyljonen. In neutralen Lösungen ist die Konzentration beider Ionen gleich. Bei höherer Wasserstoffjonenkonzentration ist die Flüssigkeit sauer, bei niedriger alkalisch. Eine neutrale Lösung enthält bei 22° je 10^{-7} normal. Bei neutraler Reaktion ist demnach $(H) = 10^{-7}$ normal, bei saurer Reaktion größer wie 10^{-7} n und bei alkalischer kleiner wie 10^{-7} n (22°).

Man ist übereingekommen, immer nur die Wasserstoffjonenkonzentration anzugeben und nennt sie einfacher Wasserstoffzahl (H^+). Die Wasserstoffzahl ist also die Anzahl Grammjon Wasserstoff pro Liter.

SOERENSEN führt zur Charakterisierung einer Lösung statt ihrer Wasserstoffzahl deren Logarithmus ein, ohne das selbstverständliche Minuszeichen und nennt diese Größe den Wasserstoffexponenten (P_H). P_H wird mit Zunehmen der Säuerung kleiner, (H^+) größer.

Die P_H -Bestimmung der Pfälzer Böden geschah auf kolorimetrischem Wege, d. h. es wurde die Nitrophenol-Indikatoren-Reihe (α - und γ -Dinitrophenol meta- und para-Nitrophenol) dazu verwendet. Jeder dieser Indikatoren hat innerhalb einer bestimmten P_H -Grenze eine mehr oder weniger intensive gelbe oder gelblich-grüne Farbe. So umfaßt para-Nitrophenol ein Bereich von P_H 5,4 – 7,0, also von sauer bis neutral; bei P_H 5,4 ist die Lösung ganz schwach gelb, wird bei höherer P_H immer tiefer gelb; bei 7,0 liegt das Optimum. Lösungen, die stärker sauer sind, also P_H unterhalb 5,4, ergeben mit para-Nitrophenol keine Farbe; für diese ist der Farbstoff γ -Dinitrophenol geeignet. Für ganz stark saure Lösungen P_H unter 4,2 kommt α -Dinitrophenol und für alkalische Lösungen P_H über 7 m-Nitrophenol in Betracht.

Ausführung der Messung: 6 ccm der zu untersuchenden Lösung werden mit 1 ccm der Indikatorlösung versetzt und die entstehende Farbe mit genau geeichten Standardlösungen auf Farbübereinstimmungen verglichen. Der P_H ergibt sich dann aus der P_H des Standardröhrchens.

Die Bodenazidität besteht aus der aktuellen, der potentiellen und der Austauschazidität.

Erstere ist eine Folge der Dissoziation der Bodensalze in der Bodenlösung, die potentielle ist die Folge der Pufferwirkung der Bodensalze, während die Austauschazidität durch Austausch von positiven Ionen zugesetzter neutraler Salze entsteht.

Die aktuelle sowohl wie die Austauschazidität spielen im Boden eine große Rolle. Während erstere von der Menge der freien Wasserstoffjonen in einer bestimmten

Bodenmenge abhängt und um so größer ist, je mehr freie Wasserstoffjonen vorhanden sind, ist letztere insbesondere davon abhängig, welche Basen im Boden absorptiv gebunden sind. Diese Basen treten in Wechselwirkung mit dem Boden, z. B. mit durch die Düngung zugefügten Basen, bzw. tauschen sich mit diesen aus. Beteiligen sich aber an diesem Austausch auch Eisen und Aluminium, was immer dann geschieht, wenn nicht genügend Alkalien und Erdalkalien und insbesondere nicht genügend Kalk im Boden ist, so bilden sich Eisen- und Aluminiumsalze, die sauer reagieren und zum Teil auch giftig sind. Saure Böden reagieren also nicht deswegen sauer, weil sie, was ja ausnahmsweise auch der Fall sein kann, freie Säuren enthalten, sondern weil in ihnen beim Zusetzen von Basen Al und Fe in den Basenaustausch treten und saure Lösungen bilden.

Die Wasserstoffjonenkonzentration beeinflusst das Bakterien- und Pflanzenleben weitgehend. Ist sie entsprechend hoch, so können Bakterien nicht mehr existieren und auch eine Reihe höherer Pflanzen reagiert empfindlich auf größere Schwankungen der P_H . Versuche haben gezeigt, daß enge Beziehungen unserer Kultur- und sonstiger Pflanzen zu der Stärke der Wasserstoffjonenkonzentration bestehen und daß die Verteilung und Verbreitung der Pflanzen davon mehr oder weniger mitbestimmt werden.

Böden mit geringer Wasserstoffjonenkonzentration sind nach den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit die Alluvial- und Lößlehmböden. Es sind überwiegend alkalische Böden ohne irgendwelche nachweisbare Bodensäure. Schon die Lackmusprobe zeigt in den meisten Fällen den alkalischen Charakter an, während die Salzsäureprobe nur zum Teil positive Ergebnisse zeitigte.

Ausnahmslos gelingt in diesen Böden die Kultur des Azotobaktors und demnach ist keiner dieser Böden kalkbedürftig. Die Böden enthalten genügend Basen der Alkalien und Erdalkalien, so daß beim Basenaustausch keine sauren Aluminium- und Eisensalze entstehen, da Aluminium und Eisen nicht in den Basenaustausch miteinbezogen werden. Kaliumrhodanidlösung wird daher nicht rot gefärbt bei der Prüfung der diesbezüglichen Böden, während zugesetzte Eisenchloridlösung entfärbt wird und zwar im Verhältnis zu ihrer Alkalität.

Sauer dagegen sind durchwegs die untersuchten Buntsandsteinböden und ebenso die des Rotliegenden. Auch hier erwies sich die Lackmusprobe als wertvoller Tastversuch, der besonders dann eindeutig ist, wenn die Proben entweder stark nach der sauren oder der alkalischen Seite hinneigen. Bei obigen sauren Böden treten ebenfalls Eisen- und Aluminium, da es an Basen fehlt, in den Basenaustausch mit ein, bewirken die sogen. Austauschazidität (s. Ergebnisse der Rhodanidmethode).

Kalkbedarf.

Boden Nr.	Reiner kohlensaurer Kalk in Doppelzentner pro ha	Reiner gebrannter Kalk in Doppelzentner pro ha
11	50	28
12	0,8	0,45
14	31	17
16	18	10,1
17	16,6	9,2
18	60	37
24	2,2	1,3
26	3,1	1,7
28	0,9	0,5
31	36	20

Die Titration mit $\frac{1}{10}$ n Natronlauge ergab zum Teil nicht unbeträchtliche Mengen von Gesamtsäure. Daraus lassen sich theoretisch die Mengen an Kalk berechnen, die zur Absättigung derselben nötig wären. — Es sind dies jedoch Mindestzahlen, da ja in der Praxis der Kalk zumeist nicht in so feinverteilter Form und inniger Mischung dem Boden einverleibt wird, als dies nötig wäre.

In unserm Institute durchgeführte umfassende Untersuchungen haben ferner gezeigt, daß die Titration der Gesamtbodensäure nach DAIKUHARA keine zuverlässigen Werte ergibt, da das gebildete Eisen- und insbesondere Aluminiumhydroxyd in kolloidem Zustand Säuremengen einschließen, die sich der Titration entziehen.

Die Wasserstoffionenkonzentration dieser Böden ist wesentlich höher als die der zuerst erwähnten alkalischen Alluvial- und Lößlehmböden. Azotobakterkulturen können sich bei Impfung dieser Böden mit Azotobakter nicht entwickeln. Schuld daran ist einerseits die Bodensäure und andererseits das Fehlen der Pufferwirkung von Basen der Alkalien und insbesondere der Erdalkalien, wie des Kalkes.

Es ergibt sich somit, daß die geologischen Verhältnisse besonders in extremen Verhältnissen die Reaktion der Böden weitgehend mitbedingen, wenn auch nicht in Abrede gestellt werden soll, daß hiebei auch die Kultur der Böden und der Einfluß der Vegetation mitbestimmend sind.

Wir sehen, daß entsprechend den geologischen Verhältnissen in der Pfalz (Buntsandsteinböden, Böden des Rotliegenden, Urgebirgsböden) saure und alkalisch bedürftige Böden in der Pfalz häufig und in größerer Verbreitung auftreten. Durch entsprechende Düngung und Kultur kann und muß hier Abhilfe geschaffen werden.

Die Resultate zeigen, daß innerhalb der geologischen Verhältnisse jedoch unter dem Einflusse der Bodennutzung und Bodenkultur nicht unbeträchtliche Schwankungen auftreten können.

Die auf verschiedenem Wege gewonnenen Ergebnisse über Alkalität und Azidität der Böden stimmen unter sich im allgemeinen gut überein. Es dürfte sich somit erübrigen, jeweils alle Methoden in Anwendung zu bringen. Ganz besonders ist das bei stärker sauren oder alkalischen Böden der Fall, während die Neutralböden einer eingehenden Untersuchung und zwar insbesondere nach der Richtung der Feststellung der Kalkbedürftigkeit bedürfen. Bei Anwendung der Azotobakterprobe ist fünftägiges Beobachten dem nur dreitägigen ganz entschieden vorzuziehen.

Untersuchungsergebnisse.

Laufende Nr.	Herkunft des Bodens	Lakmus Reaktion	Rhodanidprobe		Aufbr. mit HCl	Azotobakterentwicklung nach		Gesamt-säure auf 100 g Boden	Wasserstoff-ionen-konzentr. PH
			ungef. Lös.	mit FeCl ₃ gefärbt		3 Tage	5 Tage		
1.	Mundenheim, Acker, jüngstes Alluv	alkal.	0	entfärbt	zieml.	0	++	—	7,0
2.	Mundenheim, Kartoffelacker, jüngstes Alluv	„	0	zieml. entf.	„	+++	+++	—	7,0—7,1
3.	Mundenheim, jüngerer Alluv, Acker	„	0	„	„	—	++	—	7,1
4.	Mundenheim, jüngerer Alluv	„	0	stark entf.	„	0	++	—	7,0
5.	Mundenheim, jüngerer Alluv	„	0	zieml. entff.	„	0	++	—	7,1

Laufende Nr.	Herkunft des Bodens	Lakmus Reaktion	Rhodanid-probe		Aufbr. mit HCl	Azotobakter-entwicklung nach		Gesamt-säure auf 100 g. Boden	Wasser-stoff-konzentr. P _H
			ungef. Lös.	mit FeCl ₃ gefärbt		3 Tage	5 Tage		
6.	Mundenheim, jüngeres Alluv, tiefere Schicht unt. d. Krume	"	0	"	"	+	+++	—	7,0
7.	Roth bei Kandel, Vers.-Feld Nr. 8 der Bad. Anilin- und Sodafabrik, Diluvium	neutr. sehr schw. sauer	schw. rosa	0	0	+++	+++	0	6,7—6,8
8.	Grube beim Bahnhof Edenkoben, Zwischenschicht	alkal.	0	stark entf.	stark	++	+++	—	7,1
9.	Lößgrube Edenkoben, quarzführende Zwischenschicht	"	0	zieml. entf.	"	+	+++	—	7,0—7,1
10.	Lößgr. Edenkoben, Löß unter der quarzführenden Schicht	"	0	"	wenig	+	++	—	7,1
11.	Unterer Lößlehm, Grube bei Edenkoben	schw. alkal.	0	etwas entf.	"	0	+	—	6,6—6,8
12.	Kirrweiler Ziegeleigrube a) Unterer Flugsand	"	0	0	0	+	++	—	6,8—6,9
13.	Desgl. b) Lehmige Oberlage	"	0	etw. entf.	wenig	0	++	—	7,1
14.	Desgl. c) Oberer Flugsand	"	0	w.entf.	mäßig	+	++	—	6,9
15.	Desgl. d) Lehmige Oberzone	"	0	"	"	0	++	—	7,2
16.	Desgl. e) Unterer Löß	"	0	"	"	0	++	—	7,0
17.	Ziegeleigrube Haßloch, Löß	"	0	"	stark	0	++	—	7,1
18.	Obermiozän bei Maikammer (Hydrobienschichten)	alkal.	0	zieml. entf.	"	+	+++	—	6,9—7,0
19.	Alsterweiler, Cerithienkalk	neutr.	0	"	wenig	+++	+++	—	7,1
20.	Unterster Muschelkalk, Wonneberg, Bergzabern	schw. alkal.	0	"	"	+	++	—	7,1
21.	Oberer Buntsandstein, Wonneberg, Bergzabern	schw. sauer	rosa	0	0	0	0	0,6 ccm	6,6—6,7
22.	Zwischen Hauptkonglomerat und Trippstadtschichten, Wonneberg bei Bergzabern	sauer	schw. rot	0	0	0	0	11 ccm	6,4
23.	Sandsteinboden zwischen Trippstadt- u. Rehbergfelsen, Wonneberg, Bergzabern	stark sauer	rot	0	0	0	0	34 ccm	6,3—6,4
24.	Rehbergschichten n. d. Joch z. Kohlbrunnerberg	"	"	0	0	0	0	12,2 ccm	6,5
25.	Trifels, ober. Reg. v. Blankenborn, Abtsberg	sauer	"	0	0	0	0	20 ccm	6,3
26.	Unt. Trifels westl. Birkenhördt	schw. sauer	schw. rosa	0	0	0	0	2 ccm	6,7
27.	Modenbacher Joch, Unterer Buntsandstein	sauer	rosa-rot	0	0	0	0	24 ccm	5,9—6,0
28.	Unterer Buntsandstein w. Birkenhördt	schw. sauer	rosa	0	0	0	0	0	6,7
29.	Rotliegendes bei St. Martin, Romant. Weg	stark sauer	dunkel-rot	0	0	0	0	40 ccm	4,9—5,0
30.	Rotliegendes, Acker unterhalb Ramberg	sauer	rosa	0	0	0	0	1,5 ccm	6,4
31.	Granit, Ludwigshöhe b. Edenkoben	schw. sauer	schw. rosa	0	0	++	+++	0,5 ccm	6,7

Über Böden aus dem Unterrotliegenden im Lautertal zwischen Olsbrücken und Wolfstein.

Kurz erläutert von

Dr. Otto M. Reis.¹⁾

In Ergänzung zu den Bodenuntersuchungen, welche in Erläuterungen zu Blatt Donnersberg 1:100 000, 1921, S. 283—286 Nr. 1—8 ohne Nährstoffbestimmung und zu Blatt Kirchheimbolanden 1:25 000 (Geogn. Jahresh. 1921 S. 264—269 mit Nährstoffbestimmungen) erschienen sind (vgl. S. 131¹⁾), seien diese Feststellungen an im Unterrotliegenden des mittleren Nordpfälzer Berglands im Jahre 1921 mit Dr. NIKLAS gesammelten Böden veröffentlicht. — Es sind die Böden der breiter an Fläche ausladenden Formationsglieder zwischen dem Grenzmelaphyr und dem Porphyrdurchbruch vom Königsberg; die Böden sind alle mehr und weniger steinig, was auch aus den allgemein hohen Zahlen für den Grobsand hervorgeht; auffällig ist der fast durchgängig hohe Gehalt an Abschlämmbarem, so daß von starksandigen steinigen Tonböden und nur in einem Fall von steinigen grobsandigen Sandböden (vgl. 1921 S. 285 Nr. 6) die Rede sein kann.

Nr.	Bezeichnung	Steine (S. 132)	Feinerde (S. 132)	Grobsand (S. 132)	Feinsand (S. 132)	Staub (S. 132)	Abschlämmbares	CaCO ₂ (PASSON)	Bodensäure (Reakt.)	Phosphorsäure (P ₂ O ₅)	Kali (K ₂ O)	Kalk (CaO)	Stickstoff (N)
		%	%	%	%	%	%	%		%	%	%	%
1.	Westl. Roßbach ru ¹ . .	6	94	29,6	9,6	22,6	38,2	0	alkal.	0,07	0,02	0,25	0,18
2.	Stahlhausen ru ^{2a} (unt.) .	12	88	21,6	10,0	28,1	40,3	Spur	alkal.	0,10	Spur	0,36	0,18
3.	Schmeisbach.M.ru ^{2a} (ob.)	26	74	26,0	12,8	25,6	35,6	0	sauer	0,05	0,02	Spur	0,13
4.	Kreimbach ru ^{2c}	14	86	16,0	12,0	26,0	46,0	0	alkal.	0,10	0,02	0,12	0,20
5.	S. Kaulbach ru ³	25	75	27,2	12,8	21,6	38,4	0	schw. sauer fast neutral	0,04	Spur	0,41	0,13
6.	S. Kaulbach ru ^{4a}	11	89	61,6	8,4	11,2	18,8	0	alkal.	0,05	Spur	0,24	0,12
7.	SW. Olsbrücken ru ^{4b} . .	33	67	33,0	10,4	14,4	42,2	0	g. schwach sauer	0,08	0,04	0,24	0,18
8.	Desgl. Wackenkopf ru ^{4b}	40	60	30,4	11,2	14,8	43,6	0	neutral	0,07	0,02	0,30	0,13

1. Der aus den Unteren Kuseler Schichten (ru¹) Nr. 1 gesammelte Boden gehört der obersten Abteilung dieser Schichtgruppe an, während die in Erl. z. Bl. Donnersberg von Rehweiler a. Glan (Häuptel) veröffentlichte zur mittleren „grauen“ Abteilung gehört. Im Vergleich beider kommt der gegensätzlich grobkörnig sandige Tonboden in einer Probe der letzteren gegenüber den Gesteinskennzeichen der ersteren Stufe deutlich zum Ausdruck. „Steine“ bestehen aus Sandstein und roten Schieferbröckchen, Quarzen und vereinzelt Feldspäten, Feinerde rotbraun. Der

¹⁾ Sämtliche Zahlen der Aufstellung sind von Dipl. Landwirt THEODOR HENKEL ausgearbeitet. Zum Vergleich mit den Gesteinen der Formationen sei auf v. AMMON und REIS Erl. z. Bl. Kusel 1910 S. 91—124 bzw. S. 129 verwiesen.

Grobsand und Feinsand besteht aus rötlichen und gelblichen Quärzchen; das Abschlämbare ist hellrötlich und tonig. Grobsandig-lehmige Tonböden.

2 und 3. Der 1921 S. 28 Nr. 2 untersuchte Boden von ru^{2a} (Odenbacher Schichten) war ein Boden aus sehr feinkörnigen sandigen Bänkchen. Die beiden Böden aus dem Lautertal (beide unterhalb des Flözes gesammelt) sind einander sehr ähnlich; in Boden 2 überwiegen die Sandsteinbröckchen mit einzelnen Quarzen gegenüber den härteren Schiefer-tonen, im Grobsand sind fast nur glimmerige feinkörnige Sandsteinbröckchen und Quärzchen; Bodenfarbe hellgelbgrau, Abschlämbares weißlich grau, mehr Quarz als Ton. In Boden 3 treten dunkelgraue weichere Schiefer-tone neben überwiegend härteren Sandsteinen auf, die im Grobsand nebeneinander fast gleichwertig sind; Abschlämbares toniger und gelbgrau. Es fehlen die Böden der mehr konglomeratischen Einlagerungen von ru^{2a}. Grobs.-lehmige Tonböden.

4. Mit den 1921 S. 285 Nr. 4 mitgeteilten Analysen eines Bodens der Hooper Schichten ru^{2c} hat der vorliegende nur entfernte Ähnlichkeit, er ist kein schwarzer Glanzschieferboden. Die Steine sind ein Gemisch von feinkörnigen großglimmerigen Sandsteinbröckchen und zurücktretenden Schiefer-tonen, Farbe fast grünlich grau; Grobsand besteht aus Schiefer-tonbröckchen und Quarz; das Abschlämbare ist hellgrau. Da grobkörnige Schichten hier sehr zurücktreten, sind hiermit die Böden von ru^{2c} im wesentlichen dargestellt. Schwach stein. grobs.-lehm. Tonböden.

5. Der hellgraue Boden der Unteren Lebacher Schichten ru³ besteht in den „Steinen“ aus harten Schiefer-tonen und vereinzelt Sandsteinbrocken; im Grobsand findet sich lediglich Schieferzerreißel, während der Feinsand aus Quarz und Glimmer besteht, Abschlämbares ist hellgelbgrau; daneben gibt es noch reinere Sandsteinböden.

6. Der dunkelbraune bis rötlich braungraue Boden der Oberen Lebacher Schichten ru^{4a} scheint einer weicheren oder stärker verwitterten Schichtenreihe-ausbildung anzugehören als der 1921 S. 285 Nr. 6 angeführte stark steinige Sandboden; die viel geringer zähligen Steine sind grobkörnige Sandsteinbröckchen und Quarze in verschiedener Größe; sehr gut stimmen aber die niederen Kennzeichen überein; der Grobsand zeigt mehr grobe Quärzchen (kein Feldspat! Verwitterung?); das Abschlämbare ist hellrötlich, scheinbar sandig. — Daneben gibt es noch weniger steinige und schwach tonige Sandböden.

7 und 8. Die in diesem Bereich des Pfälzer Gewölbes mächtigeren Olsbrücker Schichten (ru^{4b}) sind durch zwei Einsammlungen vertreten, welche beide dem breiten Durchstreichen tieferer (Haupt-) und höherer Tonsteinbänke entsprechen; die Kornzusammensetzung ist sehr ähnlich. In der oberen Feldbreite bestehen die Steine des braunrötlichen Bodens aus Tonsteinstückchen und vereinzelt größeren Quarzen, der Grobsand ist tonsteinig und quarzreicher; in der Breite der tieferen Haupt-tonsteine gibt es grauliche und weißliche, dichte und sandige Tonsteine, die auch im Grobsand noch stark hervortreten; das Abschlämbare ist in beiden Fällen hellrötlich und mehr tonsteinig als tonig. Steinige grobsandige Tonböden.

Alle diese Böden sind arm bis fast frei von kohlensaurem Kalk, also in höherem Grade kalkbedürftig und arm bis gut an Kalk (CaO); der Gehalt an Kali ist sehr gering, wenngleich hervorzuheben ist, daß die verhältnismäßig höchste Kalizahl an das Auftreten der allerdings schwer verwitterbaren¹⁾ Tonsteine geknüpft ist; der Gehalt an Phosphorsäure ist zwischen arm 0,04, arm bis mäßig 0,07, mäßig 0,08, gut 0,10%; der Gehalt an Stickstoff ist zwischen mäßig bis gut 0,12 und gut 0,20%. Nur Boden 3. ist im Wald gesammelt, der entschieden sauer ist; es ist nicht so sehr die Formation, wie man aus den Worten Dr. NIKLAS' S. 171 d. J. entnehmen möchte, welche die Bodensäure verursacht, sondern in erster Linie deren Eignung oder Nötigung Wald zu tragen oder der Umstand, in geringer Vergan-genheit Waldboden gewesen zu sein.

¹⁾ Bezüglich des Anteils von nicht oder schwer verwitterbaren Gesteinen am dauernden Neuaufbau des Bodens vgl. oben S. 166. Auch aus den schon mitgeteilten Analysen scheint hervorzugehen, daß kein schrittweiser Übergang von den gröbereren Korngrößen zu den feineren stattfindet, sondern daß die größten Bodenteile an der Hervorbringung der kleinsten am ausgiebigsten und wirksamsten beteiligt sind.