3. Ueber Sedimentär-Gesteine aus der Umgegend von Göttingen.

Von Herrn Heinr. Otto Lang in Göttingen.

Sedimentär-Gesteine sind seltener als Eruptivmassen der Gegenstand eingehender petrographischer Untersuchung, weil sie ihrer Natur nach dieselbe nicht zu lohnen versprechen. Die vielen Zufälligkeiten, welche bei sedimentärer und besonders deuterogener Gesteinsbildung statthaben können, erlauben selbst von der eingehendsten Untersuchung nicht zu behaupten, dass durch dieselbe alle und sämmtliche Beziehungen des Gesteins erschöpfend erforscht seien, und was die wesentlichen Eigenschaften betrifft, so offenbaren sich dieselben meist schon einer vereinfachten Prüfung in für die Zwecke der geologischen Praxis genügender Weise.

Dass Verfasser trotzdem diesen spröden Stoff behandelte, dazu veranlasste zunächst die unternommene Kartirung der hiesigen Umgegend; das Interesse an den wissenschaftlichen Fragen nach Bestand, Structur und Bildung der einzelnen Gesteinsarten führte aber naturgemäss zu einer Prüfung, inwieweit die Göttinger Vorkommnisse den verbreiteten Theorien und Ansichten entsprächen. Die Resultate dieser Prüfungen nun, soweit sie mir allgemeineres Interesse zu verdienen scheinen, gleichviel ob sie nur in einer besonderen Hervorhebung von einzelnen schon bekannten, aber wenig beachteten Verhältnissen bestehen oder sich als Modificationen älterer Theorien darstellen oder endlich als völlige Neuerungen auftreten, unterbreite ich hier der Kritik der Fachgenossen.

In der Gegend von Göttingen treten Gesteine der Triasformation, mit Ausnahme des unteren Buntsandsteins, und des Lias zu Tage; ausserdem finden sich unter dem Einfluss der Atmosphärilien entstandene Gesteinsablagerungen an den Gehängen vieler Hügel, sowie fluviatile Bildungen in den Thälern. Eingehenderer Untersuchung konnte begreiflicher Weise nicht jeder hier auftretende geologische Körper unterzogen werden, sondern es musste eine beschränkte Auswahl getroffen werden, für welche das geologische und petrographische Interesse leitend war. Leider konnte ich die lockeren Gesteinskörper hiesiger Gegend, wie Lehme, Löss und lössartige Ablagerungen, nicht

einer so eingehenden Prüfung unterwerfen, als ich wohl gewünscht häte, weil mir die Instrumente, resp. Aufbereitungs-Apparate eines petrographischen Laboratoriums nicht zu Gebote stehen.

Quarzit.

Im Gebrauche dieses Namens erlauben sich die Geologen grosse Freiheit; ausser auf echte Quarzite findet er sich nicht selten auf kryptomere quarzreiche Gneisse oder Gneiss-ähnliche Gesteine, am häufigsten aber auf kieselige oder überhaupt sehr feste Sandsteine angewandt. Die echten Quarzite sind jedoch den letzteren gegenüber durch den Mangel eines Bindemittels [1]), sowie durch die nicht klastische Form ihrer Quarzkörner (protogene, nicht klastische Structur) charakterisirt. Hier werde diese Bezeichnung nur Gesteinen zu Theil, welche sie mit vollem Rechte führen dürfen. Als solche sind zunächst zwei Gesteine des oberen Keupers (der Rhätischen Gruppe) anzuführen, welche das Gemeinsame haben, dass beide Petrefacten führen, ein Umstand, welcher sie zugleich vor allen Sandsteinen unserer Gegend und zwar auch den quarzitähnlichen auszeichnet.

Das eine Gestein ist der Protocardien-Quarzit. Protocardien enthaltende Gesteinsstücke habe ich bis jetzt von 10 Stellen der Göttinger Gegend gesammelt, während Pflücker y Rico nur 2 Fundorte kannte. Ob diese Stücke sämmtlich nur den Protocardien-Schichten Pflücker's entstammen, lasse ich hier dahingestellt. [2]) Dem blossen Auge scheinen diese

---

[1]) Zirkel, Petrographie I. p. 278. — Lang, Gesteinskunde p. 108.

[2]) Die Rhätischen Schichten sind in Göttinger Gegend nirgends in grösserer Erstreckung aufgeschlossen und ist man behufs ihrer Untersuchung ausser auf lose Steine in den Ackerkrumen auf die Profile der Abzugsgräben angewiesen. Dieser Mangel an guten Aufschlüssen rührt daher, dass die Gesteine fast gar keinen Nutzwerth haben, obwohl sandige Gebilde, und darunter auch kieselige Sandsteine, sowie Quarzite, die Formation fast ausschliesslich aufbauen; die Quarzite und kieseligen Sandsteine besitzen nämlich zu geringe Schichten-Mächtigkeit und die anderen (zwischengelagerten) Sandsteine zerfallen zu schnell unter der Einwirkung der Atmosphärilien; möglicher und wahrscheinlicher Weise besitzen manche dieser sandigen Schicht-Gebilde überhaupt gar kein festes Gefüge; auf welche Weise Pflücker ermittelt hat, dass am „kleinen Hagen" das ganze von ihm unter 2 (diese Zeitschrift XX. 1868. pag. 398) angeführte Schichtensystem von 10 m Mächtigkeit aus Sandstein bestehe, weiss ich nicht und erscheint mir die Thatsache zweifelhaft. Der Flecken Bovenden ist z. Z. der einzige Consument von Rhät-Gesteinen; in demselben sind die Strassen mit kieseligem Sandsteine gepflastert und sind die Einwohner mit diesen Pflastersteinen sehr zufrieden; die letzteren sind einem jetzt erschöpften

Protocardien-führenden Stücke verschiedenartig, nur die Färbung durch Eisenoxydhydrat und Eisenoxyd ist ihnen allen gemeinsam. Die einen Stücke gehören dünnen, noch nicht 1 cm dicken Platten an, welche sich oft schon bei der geringsten Berührung in nur gegen 3 mm mächtige Schicht-Scherben ablösen; diese Scherben zeigen die Protocardien in oft dichtem Aggregate, aber undeutlicher Erhaltung auf ihren dadurch unebenen Schichtflächen. Andere Stücke dagegen entstammen 2—3 cm und noch mächtigeren Platten und zerfallen nicht in genannter Weise; sie sind im Innern meist noch grau von Farbe (hellgrau, stahlgrau bis röthlich oder bräunlich grau) und erscheinen dabei feinkörnig, während jene ganz aphanitisch sind; eine der schiefrigen angenäherte Structur besitzen nur wenige Stücke und wird dieselbe bedingt durch einen reichlicheren Gehalt an silberglänzenden Glimmerblättchen, welche sonst sehr selten in diesen Stücken auftreten. Dagegen findet man häufiger eine geschichtete Lagen-Structur, hervorgerufen, abgesehen von der Imprägnation mit Eisenoxydhydrat, durch die lagenweise Häufung der Petrefacten; an vielen Stücken beobachtet man so bis zu 2 cm mächtige Schichten (Lagen), welche ausschliesslich aus Steinkernen von Pelecypoden [1]) bestehen und oft deren Schalenräumen entsprechende, von Eisenocker erfüllte Zellen aufweisen, mit ganz petrefactenfreien verwachsen. — Den Beweis, dass alle Protocardien enthaltenden Stücke Quarziten angehören, vermag ich begreiflicher Weise nicht zu führen; doch muss auffallen, dass die zwei nach der makroskopischen Prüfung verschiedenartigsten Stücke bei der mikroskopischen Untersuchung sich beide als Quarzite erwiesen haben.

Das eine davon stammt vom reichhaltigsten Protocardienfundpunkte der „Lieth"; es gehörte einer dickeren Schicht an

---

Loche am östlichen Abhange der „Lieth", dicht neben der Landstrasse entnommen; die Wände dieses Loches lassen aber keine continuirlichen Schichten, sondern ein Durcheinander von Gesteinsstücken erkennen und rechne ich deshalb diese ganze Masse zu den „Gehängebildungen".

[1]) Die Protocardien finden sich da in Unzahl und walten vor allen anderen Organismenformen vor. Neben *Protocardia Ewaldi* tritt auch *Protocardia praecursor* auf, d. h. nach der von Pflücker a. a. O. gegebenen Diagnose (Pflücker führt sie auch, zwar nicht im Texte, aber in der Profiltafel von Göttingen an); zwischen beiden (hier) gleich grossen Formen finden sich jedoch so viele Mittelglieder, z. B. *Ewaldi*-Formen mit deutlichen breiten Anwachsstreifen und nicht mit Runzeln, dass eine Trennung beider Species auf Grund dieses Materials nicht durchführbar scheint. Gegenüber den Protecardien tritt *Cassianella contorta* zurück; im Uebrigen habe ich noch rechtwinklig gitterförmig gerippte Schalenstücke von etwa 1 cm grossen Pelecypoden *(Pecten)*, sowie auf eine *Terebratula* (?) hinweisende Reste beobachtet.

und erscheint im frischen Bruche hellgrau und feinkörnig; silberweisser Glimmer leuchtet nur in vereinzelten Blättchen hervor; Brauneisen ist auf Spaltrissen abgelagert. Unter dem Mikroskop erweist sich das Gestein ziemlich isomer, doch schwankt die Korngrösse etwas nach den verschiedenen Schichten und beträgt gegen 0,01 — 0,02 mm. Die an Masse bei Weitem vorwaltenden Quarzkörner sind ganz regellos begrenzt, aus- und eingebuchtet und greifen gegenseitig in einander; ein Bindemittel fehlt und nur das Brauneisen, welches bei seiner ganz ungleichmässigen Vertheilung durch das Gestein meist auf den Körnerfugen abgelagert und oft, zumal in den feinstkörnigen Aggregaten, daselbst gehäuft ist, spielt manchmal scheinbar diese Rolle. Die aus- und eingebuchtete, regellose Form der Quarzkörner erscheint mir nun an sich schon als ein Beweis, dass dieselben nicht mechanisch zusammengeführt sein können, denn diese ihre Gestalt hätte in der mechanischen Aufbereitung, bei dem gegenseitigen Reiben und Drücken, nicht conservirt bleiben können; sie wären ihrer Gestalt nach sogar wie zur Zertrümmerung bestimmt gewesen; dass nun derartige Körner so aneinanderschliessend gelagert sind, dass ihre Ein- und Ausbuchtungen [1]) sich gegenseitig entsprechen und keine Lücken bleiben, ist in meinen Augen ein zweiter wichtiger Beweisgrund für eine protogene und gegen eine deuterogene (klastische) Bildung des Gesteins. Diese Erscheinung ist nicht etwa, woran Jemand denken könnte, durch eine Zertrümmerung oder Spaltung und Zerfall grösserer Quarzkörner zu erklären, welchem Zerfalle auch eine Umlagerung der optischen Elasticitätsaxen in den einzelnen Partikeln folgte; die hier vorliegende Erscheinung ist eine ganz andere als in den Fällen, wo letzterer Vorgang wahrscheinlich stattgefunden hat, und, wenn es auch schwierig ist die Verschiedenheiten beider Erscheinungen in Worte zu fassen, will ich doch wenigstens ein Kriterium hervorheben: wo ein Zerfall grösserer Körner wahrscheinlich stattgefunden hat, da beobachtet man spitze und scharfe Ecken der Partikel, entsprechend den Bruchstücken des Quarzes; hier aber, in dem Quarzitgemenge, sind die Conturen trotz dem gegenseitigen Entsprechen der Formen in den Ein- und Ausbuchtungen, ganz vorwaltend abgerundete. — Flüssigkeitseinschlüsse konnte ich in den eigentlichen Quarzit-Körnern nicht entdecken. — Klastische Elemente fehlen dem

---

[1]) Diese Ein- und Ausbuchtungen sind jedoch nicht so tief resp. hoch, dass eine Verwachsung und Durchwachsung wie bei ber Mikropegmatitstructur resultirt; die Erscheinung erinnert noch in keiner Weise an diese, schon deshalb nicht, weil keine blummenblättrige Wiederholung der Aus- und Einbuchtungen in annähernd gleichen Intervallen vorliegt.

Gesteine allerdings auch nicht völlig, wie das bei einer Gesteins-Bildung im Wasser leicht begreiflich ist; so beobachtet man grössere, eckige Quarzkörner, Feldspath-Bruchstücke und Glimmerfetzen; diese deuterogenen Gemengtheile spielen aber eine ganz untergeordnete Rolle.

Das andere untersuchte Stück war ein Scherben der zuerst charakterisirten Art und stammte vom kleinen Hagen; die Dünnschliffe erinnern, mit blossem Auge betrachtet, an Perlit, indem die von Eisenoxyd markirten Schalenschnitte der Protocardien ähnliche Zeichnungen liefern. Durch die reichlichere Einmengung von Eisenoxyd ist die Structur desselben etwas verhüllt, doch erkennt man an den dünnsten Schliffen die völlige Uebereinstimmung in den wesentlichen Verhältnissen mit erstbeschriebenem Stücke; dasselbe ist auch von dem anderen erwähnten Petrefacten-führenden Quarzite zu sagen; derselbe entstammt der von Pflücker a. a. O. pag. 39 mit e bezeichneten Knochenschicht; er ist auch ziemlich dünnschichtig, hellgrau, aphanitisch, und die organischen Reste (Fischzähne) erscheinen dunkel und hornig. Unter dem Mikroskop zeigt er Spuren geschichteter Structur und sind die mächtigeren Schichten durch klastische Einsprenglinge porphyrisch. Die ziemlich isomere Quarzgrundmasse (Korngrösse ebenfalls 0,01—0,02 mm) erweist sich ganz den anderen Quarziten entsprechend (protogen und „quarzitisch"), nur hat es den Anschein, als ob stellenweise eine isotrope, farblose Basis zwischengeklemmt sei; auch nehmen ausser etwas Brauneisen klastische Gemengtheile in geringer Anzahl an ihrem Aufbaue Theil (Feldspath, Glimmer, opake Körnchen, Glaukonit). Als Einsprenglinge, in deren Lagerung sich übrigens auch die Horizontal-Structur ausspricht, indem sie meist mit ihren Längsrichtungen der Schichtfläche parallel liegen, fungiren vorzugsweise 0,2—0,4 mm grosse, meist eckige Quarzkörner, deren Bedeutung für die Frage nach der Bildung des Gesteins ich erst später, bei dem nächst beschriebenen Vorkommen beleuchten werde, aber auch einige Feldspathbruchstücke und endlich lederbräunliche Lamellen und Fetzen verschiedenster Gestalt und Grösse, wahrscheinlich Reste von animalischen Cuticulargebilden.

Wie ich schon bei dem zuerst beschriebenen Quarzite dargelegt habe, kann ich eine deuterogene (klastische) Bildung dieser Gesteine nicht annehmen. Auf die bereits angeführten Verhältnisse der Structur lege ich dabei das Hauptgewicht; doch giebt es für die bisher betrachteten Quarzite auch noch ein anderes Moment, welches für die nicht-klastische Natur spricht: das ist ihre Petrefactenführung; wenn sie von den in ihnen begrabenen Organismen-Resten auch nur die

Form und nicht mehr die Substanz (abgesehen von dem letztbeschriebenen Gesteine) aufbewahrt haben, so zeichnen sie sich doch dadurch ganz besonders gegenüber allen klastischen, im Mineral-Bestande ihnen verwandten Gesteinen unserer Gegend aus: die Bildung unserer klastischen Sandsteine scheint unter derart gewaltsamen Verhältnissen stattgefunden zu haben, dass kein Organismenrest, mit Ausnahme einiger Pflanzentheile, wahrscheinlich von Tangarten, in für die Erhaltung günstiger Weise eingebettet wurde. Die Petrefactenführung der Quarzite erscheint deshalb wichtig, zwar nicht als eigentlicher Beweispunkt, so doch als ein Umstand, der eine andere Bildungsweise als die der klastischen Sandsteine wahrscheinlicher macht.

Deuterogener (klastischer) Natur sind die Quarzite also nicht, doch finde ich andererseits auch die Annahme einer directen, primären Bildung dieser sedimentären Quarzite, durch chemische Abscheidung aus Wasser, nicht für gerechtfertigt; ich halte sie vielmehr für metamorph und zwar für Umwandlungsproducte, entstanden aus organogenen[1]) Ablagerungen amorpher Kieselsäure, aus Massen also, welche den Kieselguhrlagern und Polirschiefern der Tertiär- und Quartär-Zeit entsprechen würden.[2]) Es wäre doch sehr zu verwundern, wenn in vortertiären Zeiten die Organismen-Colonien nicht auch analoge Ablagerungen[3]) zu bilden vermocht hätten; dass wir letztere nicht mehr in entsprechender Beschaffenheit finden[4]), daran trägt nur eine moleculare Umwand-

---

[1]) Eine organogene Ansammlung von Kieselsäuremassen erscheint mir geologisch viel wahrscheinlicher als eine durch chemischen, directen Niederschlag (Abscheidung) erfolgte; auf letzterem Wege, also aus „Kieselsäure-Gallert“ sollen nach Laspeyres, diese Zeitschr. Bd. XXIV. pag. 298. die „Knollensteine“ der sächsischen Braunkohlenformation entstanden sein.

[2]) Dass sich die Analogie bis auf die limnische Lebensweise der Organismen, resp. die lacustrische Gesteinsbildung erstreckte, will ich nicht behaupten, aber einerseits will ich in Anbetracht der Gesteinsbeschaffenheit der oberen Keuperbildungen auch nicht die Möglichkeit bestreiten, dass dieselben an einer seichten Küste in brakischem Wasser abgelagert sind, andererseits muss ich jedoch die Wahrscheinlichkeit betonen, dass ganz den lacustrischen Ablagerungen entsprechende durch marine Diatomeen oder überhaupt marine Organismen an Küsten entstehen können und konnten.

[3]) Also protogene; vergl. meine Gesteinskunde pag. 79. Bei dieser Gelegenheit will ich betonen, dass ich die genetischen Bezeichnungen in dem Sinne anwende, wie ich sie in meiner „Gesteinskunde“ definirt habe; ich verstehe also unter Sedimentär-Gesteinen, um gleich die Ueberschrift meiner Mittheilung zu berühren, nicht bloss deuterogene im Sinne Naumann's (klastische), sondern überhaupt Gesteine, deren Material zunächst der äusseren Erd-Oberfläche entnommen wurde (vergl. a. a. O. pag. 83 und 78).

[4]) Die Bactryllien-Ablagerungen der alpinen Trias dürften als die Regel bestätigende Ausnahmen gelten.

lung die Schuld, die Umbildung nämlich in Quarzgesteine (eine Gesteins-Paramorphose). Bei der ungeheuren Verbreitung krystallinischer Kieselsäure in der Natur und der dagegen verschwindenden von amorpher liegt ja die Annahme sehr nahe, dass die Quarzstructur dem eigentlichen Ruhe- oder Gleichgewichtszustande der Kieselsäure entspreche und die amorphe Modification also leicht jene annehme; so konnten aus ehemaligen Polirschiefern oder Kieselguhrlagern Quarzite oder auch Kieselschiefer [1]) entstehen. Dass in Quarziten die Ausbildung der Quarzkörnchen zu ihrer jetzigen Beschaffenheit erst nachträglich nach Ablagerung des Gesteins erfolgt ist, dafür spricht entschieden der Befund des zuerst beschriebenen Protocardien-Quarzites und zwar speciell der in ihm enthaltenen Ueberreste organischer Formen [2]): deutlich erkennt man nämlich die Quer- oder Längsschnitte der Molluskenschalen als durch dunkle organische (?) Substanz begrenzte, meist auch durch innige Imprägnation mit Roth- und Brauneisen ausgezeichnete, seltener von letzteren ganz erfüllte Bänder; sie erscheinen auf dem Gesteins-Mosaik oft in Doppellinien so, wie Landstrassen auf Karten markirt sind; ihre Form und Dimension (0,02 mm mittlere Breite) ist also noch aufgezeichnet, ihre Substanz aber verloren, da die Quarzkörnchen in sie eingedrungen und zwar in der Weise hineingewachsen sind, dass im eigentlichen Mosaik der Quarzitmasse eine Rücksicht auf die Gegenwart dieser Organismenreste nur sehr selten obgewaltet hat; letztere haben keine besondere Quarz-Füllmasse, welche sich von der umgebenden Masse abgrenzen würde [3]); der Quarz in- und ausserhalb der „Schalen-Gespenster" ist also wohl gleichzeitig entstanden, d. h. zu Quarz geworden; während vorher wahrscheinlicher Weise das Gesteins-Material in Rücksicht auf die Protocardien-Einschlüsse gelagert (struirt) war, ging die Umwandlung von Centren aus, welche ausserhalb derselben lagen und war das Umlagerungs-Bedürfniss ein so intensives, dass die organischen Formen in ihrer Abgeschlossenheit nicht respectirt wurden und ihre schon secundäre, pseu-

---

[1]) Vergl. A. Rothpletz, diese Zeitschrift 1880. pag. 447.

[2]) Dass die Protocardien, welchen diese Formen entsprechen, die amorphe Kieselsäure geliefert hätten, kommt mir begreiflicher Weise nicht in den Sinn zu behaupten; im Gegentheile bin ich der Meinung, dass deren Schalen bei ihrer Einlagerung noch aus Kalkcarbonat bestanden haben.

[3]) Vergl. diese Zeitschrift Bd. XXXI. pag. 663 u. 786, insbesondere auch pag. 665; aus Zittel's Beschreibung der Spongiennadeln im Hilssandstein werden die Unterschiede der Bildungsweise des Gesteins ersichtlich werden.

domorphe Substanz dem Triebe der umschliessenden, chemisch gleichartigen Masse folgte. Wäre das umschliessende Gesteinsgemenge schon Quarz gewesen, als die Schalen noch von anderen Substanzen als Kieselsäure hauptsächlich erfüllt waren, wäre letztere also erst später in die Schalenräume eingesickert, so dürfte man erwarten, dass dieselbe, als unter abweichenden Bedingungen entstanden, auch eine von der umschliessenden Gesteinsmasse abweichende, vielleicht Chalcedon-Structur aufweise, was nicht der Fall ist: demnach dürfte sie gleichzeitig mit der einschliessenden Quarzitmasse zu Quarz [1]) geworden sein, und in Folgerung dessen kann dieser Umbildungsact erst nach der Umschliessung der Protocardienschalen, also nach der Gesteinsablagerung stattgefunden haben. — Lässt man diese Annahme gelten, so ist der Protocardien-Quarzit auch interessant dadurch, dass er zeigt, wie eine Umbildung des ganzen Gesteins und eine Umlagerung der Moleküle stattfinden konnte, ohne die organischen Formen ganz zu verwischen, weil letztere bereits durch Oxyde von Eisen (und wohl auch Mangan) sowie aus der organischen Verbindung gelösten Kohlenstoff, und zwar wahrscheinlich schon bei der ersten pseudomorphen Umbildung in Opal, fixirt worden waren.

Wenn ich im Vorstehenden nur Petrefacten-führende Quarzite geschildert und auf ihre Petrefactenführung sogar besonderes Gewicht gelegt habe, um ihre Bildungsart wahrscheinlicher erscheinen zu lassen, so bin ich begreiflicher Weise doch weit entfernt von der Behauptung, dass alle sedimentären Quarzite noch Spuren von Organismenresten aufweisen müssten. Nach der von mir aufgestellten Hypothese mussten ja alle Organismenreste, welche aus amorpher Kieselsäure bestanden, bei der Gesteinsumbildung ihrer Structur und, mit Ausnahme der oben erwähnten Verhältnisse, ihrer äusseren Form verlustig gehen; es hing aber rein vom Zufall ab, wenn auch Organismenreste von anderem Mineralbestande bei der Gesteinsablagerung mit eingeschlossen wurden; es kann daher gar nicht überraschen, dass wir auch Petrefacten-freie Quarzite finden (zu welchen wahrscheinlich auch viele sogen. Braunkohlen-Quarzite gehören). Ich habe die Petrefacten-führenden nur deshalb vorangestellt, weil ich in ihnen besseres Beweismaterial für die vorgetragene Bildungs-Hypothese erblickte; auch in Göttinger Gegend finden sich petrefactenfreie, allerdings ebenfalls wie jene nur spärlich und in untergeordneten Massen. Sie sind an deuterogenen Gemengtheilen verhältniss-

---

[1]) Die bekannten „Kieselringe“ bestehen nach Bischof, Geologie, 1. Aufl., II. pag. 1249 vorzugsweise aus amorpher Kieselsäure; eine Opalisirung der Petrefacten kann also vorhergegangen sein.

mässig reiche, überhaupt im Bestande sehr unreine Gesteine und gehören dem oberen Keuper, eines auch der oberen Abtheilung des mittleren Keupers an; von ihnen soll nur eines noch hier angeführt werden, das von jeher als Quarzit bezeichnet worden ist und dem Schichtencomplex 2, in Pflücker's Profil vom kleinen Hagen, a. a. O. pag. 398 angehört; es ist hellgelb, doch z. Th. fleckig, da das Brauneisen in ihm ungleichmässig vertheilt ist, feinkörnig, dünnplattig bis fast schiefrig, zerfällt in 1—5 Qu.-dm grosse Plattenstücke, welche nicht selten etwas gebogen sind und in ihrer Erscheinung an manche glasurlose Topfscherben oder besser Kapselscherben der Porzellanfabriken erinnern; angeschlagen klingen dieselben, aber nicht so hell wie Phonolith. In dem senkrecht zur Schichtfläche gelegten Dünnschliffe erkennt man eine durch die ungleichmässige Vertheilung des überhaupt reichlich gegenwärtigen Brauneisens bedingte geschichtete Structur; letztere wird noch weiter hervorgehoben dadurch, dass dem an sich ziemlich isomeren Quarzitgemenge von 0,02 mm Korngrösse in ziemlicher Menge, aber doch nicht so reichlich, dass normale porphyrische Structur resultire, dabei auch in etwas ungleichmässiger Vertheilung, durchschnittlich 0,1 mm grosse, eckige Bruchstücke von Quarz, seltener von Feldspath eingelagert sind, die in der Mehrzahl mit ihrer Länge parallel der Schichtfläche liegen. Die Quarzkörner des isomeren Quarzitgrundgemenges sind regellos gestaltet, aber immer abgerundet; neben Quarz treten auch hier Feldspathe auf, ferner farbloser sowie gebleichter Glimmer (ohne Beziehung zur Schichtfläche gelagert), trübe Körner mit feinstkörniger Aggregatpolarisation, opake Körnchen (Erz?) sowie abgerundete, stark lichtbrechende Körner und Säulenbruchstücke von verschiedener Art, darunter auch dem Turmalin angehörige (nach der Lichtabsorptionsrichtung und der grauen Färbung bei stärkster Absorption zu urtheilen); bei diesem Reichthum an accessorischen und verunreinigenden Substanzen ist es sehr begreiflich, dass diese sowie das reichlich vorhandene Brauneisen oft als Cement zu fungiren scheinen; dass aber trotzdem das Quarzitgemenge wesentlich protogener, nicht klastischer Natur ist, geht zunächst aus der hin und wieder deutlich erkennbaren protogenen Structur, d. h. der oben erwähnten Form und Aneinanderlegung der Quarzkörnchen hervor; dann aber kann man auch aus der Gegenwart der grossen, klastischen Quarzeinsprenglinge darauf schliessen, welches Verhältniss ich bei den vorbeschriebenen Quarziten, da dieselben durch ihre Petrefactenführung interessanter erschienen, nicht erst näher beleuchten wollte und das ich unten bei dem Ueberblick über die Sandsteine noch einmal berühren werde. Nach Daubrée's werthvollen

Untersuchungen[1]) ist nämlich die Abrundung von Quarzkörnern dadurch bedingt, dass dieselben hinreichend gross sind, um nicht im Wasser suspendirt zu werden und auch wieder klein genug, um der Strömung zu folgen. Wären nun hier die abgerundeten Quarzkörner der „Grundmasse" mechanisch herbeigeführt, so hätte diese schwache Strömung, welche die kleinen Körner nur fortstossen und rollen, nicht suspendiren und tragen konnte, unmöglich zugleich die grossen eckigen Quarzkörner mitbringen können. Die Gegenwart der letzteren ist demnach ein Beweis für die nicht-klastische Natur der ersteren.

Sandstein.

Der nahen Verwandtschaft im Mineral-Bestande wegen seien den Quarziten gleich die Sandsteine angereiht; sie sind im Gegensatz zu jenen deuterogene, klastische Gebilde, mechanische Absätze des bewegten Wassers, welches die durch seine Stosskraft mit fortgeführten mineralischen Partikel absetzt, sobald die Intensität dieser Kraft nachlässt; da ein solcher Nachlass dem Trägheitsgesetze entsprechend allmählich erfolgt, so sondert auch das bewegte Wasser die in ihm suspendirten Partikel nach den combinirten Verhältnissen ihrer Dichte, Grösse und Form: es schlämmt sie. Ein mechanischer Absatz von Sand wird im Meere kaum im eigentlich pelagischen (durch Meeresströmungen), sondern nur im Küsten- und Rand-Gebiete möglich sein; im Küstengebiete variiren aber die Verhältnisse, welche einen mechanischen Absatz bedingen, nicht allein periodisch, z. B. schon nach der Jahreszeit, sondern auch local sehr schnell und wir haben in Anbetracht dessen keinen Grund zur Verwunderung, wenn wir in den gleichzeitigen Ablagerungen einander naher Localitäten petrographisch ganz verschiedene Schichtenfolgen finden. Diese Bildungsverhältnisse bedingen aber zugleich eine Relation zwischen der Mächtigkeit und der Ausdehnung der marinen deuterogenen Ablagerungen, nicht bloss der Sandsteine, sondern überhaupt aller deuterogenen Gesteine. Eine Combination von Verhältnissen z. B., die eine 10 m mächtige Sand-Ablagerung zu bilden gestattet, kann sich im Meere unmöglich auf nur etwa 1 km Erstreckung einstellen; deshalb dürfen wir, natürlich immer auch das Gesteinsmaterial bei der Mächtigkeitsbestimmung in Betracht ziehend, sagen: je mächtiger eine sedimentäre Ablagerung, desto grösser muss auch ihre Er-

[1]) A. Daubrée, Experimental-Geologie, Deutsche Ausg., 1880. p. 198.

streckung sein und finden wir in Göttinger Gegend genug Belege für diese Behauptung.

Behalten wir den Bildungsprozess noch im Auge, so werden wir einräumen müssen, dass wenn ein sedimentäres Gestein Partikel ein und desselben Minerals, etwa von Quarz, in zwei ganz verschiedenen, unvermittelten Grössenstufen und dabei nicht in Schichten getrennt, als der Menge nach wesentliche Gesteinsconstituenten enthält, beiderlei Partikel unmöglich deuterogen (klastisch) sein können, denn beim (ungestörten) Schlämmprocesse werden nie dergleichen Partikel zusammen abgesetzt. Eine Störung des Processes etwa in der Weise, dass mit dem nur durch die Stosskraft des Wassers transportirten Materiale zugleich durch eine andere Kraft oder durch eine Combination von Kräften, etwa durch Wind oder durch Eis transportirtes zur Ablagerung käme, müsste für jeden concreten Fall erst wahrscheinlich gemacht werden; und an eine nachträgliche Mengung, wie man durch Rütteln und Schütteln in einem Gefässe ungleich grosse Körner vermengen kann, lässt sich bei einer Gesteinsablagerung natürlich gar nicht denken. Dieses Verhältniss ist nicht so unwichtig, als man vielleicht meint, und zwar einerseits in Rücksicht auf die Gesteine mit porphyrischer Structur (s. oben bei den Quarziten), andererseits im Hinblick auf das Bindemittel mancher Sandsteine.

Diesem Umstande entsprechend finden wir die Sandsteine (ganz abgesehen von vorhandenen Bindemitteln, s. unten) als deuterogene Gesteine meist ganz oder wenigstens angenähert isomer, eine Thatsache, welche schon A. Daubrée vom Standpunkte der Experimental-Geologie aus betont hat.[1]) Unter den 8 aus Göttinger Gegend untersuchten Sandsteinen erwiesen sich 5 als eigentlich isomer; beim Bausteine des Buntsandsteins schwankte aber die Korngrösse schon bis zum Doppelten der Minimalgrösse (0,2 — 0,4 mm) und bei zwei Rhätischen Sandsteinen waren die Grenzen der Korngrösse noch viel weiter hinausgeschoben, doch waren die Grenzwerthe nicht „unvermittelt". — Als ein weiterer Ausfluss der Bildungsverhältnisse ist auch der Umstand zu betrachten, dass die vorwiegend aus abgerundeten Körnern bestehenden Sandsteine isomer sind und sein müssen, die mit weiteren Grenzen der Korngrösse dagegen sowohl eckige wie abgerundete Körner enthalten, denn die Abrundung kann immer nur Körner von einer Grösse treffen, welche gerade noch das Fortrollen der Körner durch die Stosskraft gestattet, aber nicht mehr erlaubt, dass dieselben im Wasser suspendirt schwimmen können. — Eine Behauptung

[1]) A. Daubrée, Experimental-Geologie, 1880, deutsche Ausg., p. 196.

Daubrée's a. a. O.: „die Grösse von Körnern, welche in sehr schwach bewegtem Wasser schwimmen können, scheint etwa $^1/_{10}$ mm mittlerer Durchmesser zu sein; aller Sand, der feiner ist, wird ohne Zweifel eckig bleiben", findet durch die Göttinger Sandsteine volle Bestätigung, indem diejenigen mit abgerundeten Körnern mindestens 0,1 mm mittlere Korngrösse besitzen; ein feinkörniger Sandstein von 0,05 mm mittlerer Korngrösse dagegen enthielt durchweg eckige Körner.[1])

Die klastischen Gemengtheile der Göttinger Sandsteine habe ich nun zunächst betreffs ihres Herkommens geprüft und untersucht, ob die Sandsteine verschiedenen Alters auch aus verschiedenem Materiale aufgebaut seien; das Resultat war aber ein negatives; nach dem Materiale allein kann man diese Sandsteine nicht unterscheiden; einzig die reichlichere Glaukonitführung mancher Keupersandsteine bietet einen Anhalt, aber selbst dieser ist nur von localem und zweifelhaftem Werthe. — Die Quarzkörner besitzen keine charakteristischen Unterschiede in den verschiedenalterigen Gesteinen; in ihrer Erscheinung erinnern sie immer am Ehesten an Granitquarze; Glas- oder Grundmasse-Einschlüsse habe ich nie beobachtet, aber auch andere Einschlüsse sind verhältnissmässig selten und erscheint diese Reinheit der Substanz selbst gegenüber den Granitquarzen auffällig; verhältnissmässig sehr selten finden sich Sandkörner, welche „überreich" an Flüssigkeitseinschlüssen sind, die meisten sind arm daran oder ganz frei davon, und feste mikroskopische Interpositionen, nämlich Biotitblättchen oder wenige dünne, regellos sich kreuzende, dunkle, röthlich schimmernde Nadeln (Rutil), ferner vereinzelte grünliche anisotrope Nadeln sind noch viel seltener. Ich erkläre mir diese Erscheinung durch den klastischen Bildungsprocess bedingt; da in den Quarzkörnern die Flüssigkeitseinschlüsse ungleichmässig vertheilt und in Flächen gehäuft zu sein pflepen, welche Flächen im Querschnitte die bekannten Perlschnüre liefern, so wird die geringste Cohäsion diesen Flächen entsprechend liegen. Bei dem gegenseitigen Reiben und Drücken müssen die Körner am Leichtesten nach diesen Flächen zerbrechen und so kommen vorzugsweise Einschluss-arme Kerne zur Ablagerung.

Gemengtheile anderer Art, aber ebenfalls klastischer Natur, sind in den Sandsteinen auch immer zugegen, treten jedoch nie in so bedeutender Menge auf, wie in Grauwacken; die für

---

[1]) Das ist auch ein Umstand, welcher die Annahme einer deuterogenen (klastischen) Bildung oben beschriebener Quarzite unwahrscheinlich erscheinen lässt, da deren abgerundete Quarzkörner nur 0,01 bis 0,02 mm Korngrösse besitzen.

letztere so charakteristischen Thonschieferstücke habe ich in keinem Sandsteine gefunden. Von den untergeordneten Gemengtheilen (Uebergemengtheilen) sind die gewöhnlichsten Feldspathe und Glimmer. — Die Feldspathbruchstücke sind fast immer eckig und meist auch von frischer Substanz; zuweilen sind sie allerdings mehr oder weniger getrübt; Orthoklas und Plagioklas kommen hier in ziemlich gleicher Menge vor. — Der Glimmer gehört, der ersichtlichen Steifheit seiner Lamellen nach zu urtheilen, den Magnesiaglimmern an und nicht den Kaliglimmern; er ist oft noch grün oder braun von Farbe, zuweilen gelblich, sehr gewöhnlich aber schon ausgebleicht; seine Blätterbündel sind oft so zwischen die Quarzkörner geklemmt, dass sie als Kitt zu fungiren scheinen. Alkali-Glimmer sind sehr selten vertreten und die auf den Spaltflächen von Sandsteinen wahrscheinlich als Neubildungen häufig abgelagerten silberglänzenden Glimmerblättchen, deren Natur erst durch chemische und optische Untersuchung festzustellen ist, habe ich innerhalb der Gesteinsgemenge nicht beobachtet. — Glaukonit oder Grünerde [1]); dieses im auf-

---

[1]) Welches sind die wesentlichen Unterschiede zwischen Glaukonit und Grünerde? Eine einfache und constante chemische Formel hat bis jetzt noch für keine von beiden Species aufgestellt werden können, aus den vorliegenden Analysen beider aber kann man eher auf ihre chemische Identität schliessen als auf das Gegentheil. Das Krystallsystem ist von beiden noch unbekannt und kann also auch nicht leiten. Bis jetzt bieten sich zur Unterscheidung nur zwei Momente: 1. die Art des Vorkommens; während die Grünerde und zwar meist als deutliches Verwitterungsproduct (der complicirten Verwitterung Roth's) an Eruptiv-Gesteine gebunden zu sein pflegt oder zum mindesten dem eruptiven Materiale nahe bleibt, finden sich die Glaukonitkörner in Sedimentär-Gesteinen; 2. das specifische Gewicht; nach den Angaben in den Lehrbüchern differiren nämlich die Dichten beider Mineralien verhältnissmässig sehr beträchtlich; für Glaukonit wird als Dichte angeführt 2,29 .... 2,35, für Grünerde aber 2,8 .... 2,9. — Was nun das erste Kennzeichen anbelangt, so ist dasselbe entschieden nur bedingt stichhaltig; darnach kann man wohl Grünerde in Eruptivgesteinen bestimmen, wie soll man aber die auf secundärer Lagerstätte, in Sedimentärgesteinen befindliche erkennen? nennt man sie dann etwa Glaukonit? Und ganz abgesehen von der bereits als fertiges Umwandlungsproduct verfrachteten und abgelagerten Grünerde erlaubt auch der Fall, dass im deuterogenen Gesteine aus dem hier auf secundärer Lagerstätte ruhenden Mutter-Materiale (eruptiver Abstammung) bei der Verwitterung Grünerde entsteht und sich, wie jene auf Hohl- und Spalträumen im protogenen Eruptivgesteine, so hier im deuterogenen Gesteine absetzt, keine specifische Unterscheidung beider aus demselben Materiale und durch gleichartigen Process hervorgegangener Producte. Das zweite Kennzeichen aber ist ebenfalls unsicher; bei der Abhängigkeit der Dichte vom chemischen Bestande sollte man schon erwarten, dass die Grenzen der ersteren viel weitere wären, da der letztere doch so schwankendes Verhalten zeigt (es ist mir unbekannt, ob von jedem

fallenden Lichte bei frischem Bestande span- bis nickelgrüne Mineral findet sich bei anscheinend plattgedrückten Körnerformen in innigen Aggregaten auf den Spaltflächen einzelner Keupersandsteine gehäuft; in Gesteinsdünnschliffen erscheint es dagegen nur vereinzelt, ein Umstand, welcher in diesen Körnern eher eine in situ entstandene Neubildung als wie ein mechanisch herzugeführtes Verwitterungsproduct erblicken lässt. Unter dem Mikroskop zeigen die Körner ganz regellose Formen, sind graugrün bis lauchgrün und zwar bei wolkiger Abstufung der Farbenstärke gefärbt, dabei aber immer noch dunkel bestäubt; viele erweisen sich im polarisirten Lichte deutlich als durch grüne Substanz verkittete, feinkörnige Aggregate, deren Constituenten sehr verschiedene Grösse und dabei gesetzlose Formen besitzen; manche dieser Aggregate machen entschieden den Eindruck der Heterogenität, andere wieder nicht; andere Körner wiederum entsprechen in ihren Polarisations-Erscheinungen einheitlichen Individuen, aber auch bei diesen ist ein vollständiges Auslöschen zwischen gekreuzten Nicols nie zu beobachten; durch langandauernde Behandlung mit kalter Salzsäure erleiden die Körner keine wesentliche oder durchgreifende Veränderung; weiterer Einwirkung der Verwitterungsagentien scheint ein Vergilben und Ausbleichen, sowie eine damit gleichen Schritt haltende intensivere Trübung zu entsprechen. — Nach diesem seinem ganzen Habitus ist die Natur dieser Substanz als Verwitterungsproduct [1]) kaum zu

---

Analysen-Materiale auch die Dichte bestimmt worden ist), und dass beide Mineralien bei ihrer Aehnlichkeit im Bestande auch angenähert gleiche Dichten hätten. Im vorliegenden Falle aber hat das specifische Gewicht nichts zur Erkennung beigetragen: den sonstigen Anzeichen nach liegt hier Glaukonit vor; eine an dergleichen grünem Minerale sehr reiche Partie des Sandsteins müsste also bedeutend leichter sein als eine am grünen Minerale arme (Dichte des Quarzes = 2,65), im Falle das Mineral Glaukonit von der Dichte 2,3 ist, um vieles schwerer aber, wenn es Grünerde von der Dichte 2,8 – 2,9 ist. Die zu diesem Behufe aus einem an dem grünen Minerale sehr reichen Rhätischen Sandsteine von der „Lieth“ ausgesuchten Partieen von etwa 6 resp. 10 gr Gewicht wurden erst länger als eine Woche mit kalter verdünnter Salzsäure behandelt, um das ungleichmässig in ihnen vertheilte Brauneisen zu entfernen, dessen Gegenwart das Resultat beeinträchtigt hätte; darnach fand ich das spec. Gewicht beider Partieen sehr wenig verschieden, nämlich zu 2,5913 für die am grünen Minerale arme, 2,6048 für die an diesem reiche Partie; das grüne Mineral kann also unmöglich weder das für Glaukonit angegebene niedere spec. Gewicht, noch das hohe der Grünerde besitzen, sondern kann nur um ein Weniges dichter als Quarz selbst sein. Ist es demnach Glaukonit oder ist es Grünerde? sind beide Species nicht am Besten noch zu vereinigen? — Im Weiteren ist für dieses grüne Mineral nur die Bezeichnung Glaukonit gebraucht.

[1]) Diese Bildung, allerdings mit der Bezeichnung „Zersetzung“, hat schon Gooch in Tschermak's Mineral. Mittheil. 1876. pag. 140 ange-

bezweifeln; nur dürfte sie hier nicht deuterogen, sondern erst in situ entstanden sein. Wie aber die ähnlich entstandene Grünerde in Eruptivgesteinen sich nicht auf den Raum ihres Mutterminerals beschränkt, sondern sich vorzugsweise auf ihr zugänglichen Hohl- und Spalträumen ansiedelt, so thut es auch der Glaukonit im deuterogenen Gesteine; ich halte daher auch die von Ehrenberg angeführte Thatsache, dass Glaukonit die Gehäuse von niederen Thieren ausfülle, für sehr wohl möglich, obwohl Anger [1]) sich nicht davon überzeugen konnte. — Dem Glaukonit ähnliche trübe Körner finden sich, allerdings in bescheidenster Anzahl, auch im Buntsandsteine; im polarisirten Lichte zeigen sie feinkörnige bis feinfasrig-blättrige, matte Aggregatpolarisation; sie sind z. Th. bräunlich gelblich, oft aber durch eingemengte Schuppen eines chloritähnlichen Minerals grünlich gefärbt. Diese Verwitterungsreste eines nun nicht mehr zu bestimmenden Minerals unterscheidet die Beimengung des färbenden Minerals in Schuppenform vom Glaukonit; die vergilbten und ausgebleichten Körner beider Art sind aber schwerlich zu unterscheiden. — In jüngeren Sandsteinen beobachtet man noch manche andere, bei ihrer Seltenheit und wenig charakteristischen Erscheinung nicht näher zu bestimmende Substanzen, so z. B. durch starke Lichtbrechung (Relief) ausgezeichnete, z. Th. gelbe bis braune, z. Th. farblose Körner; ferner opake Putzen und auch opake Erzkörnchen.

Die Bindemittel der Sandsteine haben wegen der geringen Masse, in welcher sie auftreten, nie einen solchen Einfluss auf das (mikroskopische) Structur-Bild, dass man ihretwegen die Structur als maschig oder porphyrisch bezeich-

---

nommen. — Mit J. Roth rechne ich aber, wie ich dies schon in meiner Gesteinskunde pag. 84 ausführlicher dargestellt habe, alle diejenigen substantiellen, meist auch von histologischen begleiteten Umwandlungserscheinungen, bei welchen stärkere, dem Erdinnern entstammte Agentien nicht betheiligt waren, der „Verwitterung“ zu, im einzigen Gegensatze zur „Zersetzung“, bei welcher letzteres der Fall ist (vergl. J. Roth, Abh. d. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1881). In dem Glauben, dass diese scharfe und einfache Unterscheidung J. Roth's allgemein bekannt und anerkannt sei, habe ich es bisher für überflüssig erachtet, die Ausdrücke Verwitterung und verwittert, wo ich sie gebrauchte, noch besonders zu definiren; dass dem aber nicht so ist, dafür liefert mir eine Recension meiner Mittheilung über den Flussspath von Drammen im N. Jahrb. f. Min. 1881. I. pag. 239 den Beweis, indem der Recensent da die angewandte Bezeichnung „Verwitterung“ für Umwandlungsvorgänge rügt, bei welchen stärkere, dem Erdinnern entstammte Agentien doch sicherlich nicht betheiligt waren. — Die secundären Anslaugungsproducte sind auch nur eine Spielart der Producte complicirter Verwitterung.

[1]) Tschermak's Min. Mitth. 1875. pag. 157. Anger's Angaben über den Glaukonit stimmen übrigens mit meinen Beobachtungen.

nen müsste; sie sind in bei Weitem nicht so zahlreichen Fällen, als man wohl bisher glauben mochte, klastischer Natur; von den klastischen Uebergemengtheilen wären ja auch nur der Glimmer sowie die kaolinischen Verwitterungsproducte der Feldspathe geeignet, einen festen Kitt abzugeben. Die von mir untersuchten Sandsteine aber besassen nie Bindemittel von klastischer, sondern immer solche von protogener Structur; die Bindemittel sind also entweder in Lösung infiltrirt und dann niedergeschlagen oder aber in situ durch Um- oder Neubildung entstanden. Die Verhältnisse einer solchen Kittbildung bedingen nun eigentlich selbstverständlich einen Umstand, welchem bis jetzt, wie ich meine, noch zu wenig Beachtung geschenkt worden ist. Unsere Eintheilung der Sandsteine basirt ja, wie bekannt, vorzugsweise auf der Mineral-Natur des Bindemittels und wir unterscheiden z. B. eisenschüssige und kalkige Sandsteine; wir hegen dabei die Voraussetzung, dass die betreffenden Sandsteine innerhalb ihrer ganzen Erstreckung nur diese Substanzen als Bindemittel gebrauchen; dem ist aber nicht immer so, entweder deshalb, weil die betreffende Kitt-Substanz gleich bei ihrer Einwanderung in das Gestein nicht alle Lücken und Körnerfugen erfüllt hat oder weil durch die spätere Einwirkung von auf Klüften circulirenden Gebirgswassern die Kittsubstanz wieder stellenweise ausgelaugt und fortgeführt, unter Umständen aber durch eine andere Substanz ersetzt wurde; alle neuinfiltrirte Substanzen konnten sich natürlich nur auf den ihnen zugänglichen Räumen des Gesteinsgefüges ablagern und findet man, wo das der Fall war, dass die von ihnen verkitteten Partieen des Gesteinsgemenges in sich selbst wieder ein Bindemittel anderer Natur besitzen. So kann man in einem Sandsteine auf der einen Fuge Kalkspath als Bindemittel fungiren sehen, auf der Nachbarfuge Brauneisen und auf der nächsten vielleicht Quarz oder ein amorphes Silicat, während möglicherweise die nächstliegenden Quarzkörner ganz ohne Kitt an einander ruhen. Diese Vielartigkeit der Bindemittel in ein und demselben Gesteine verdient meiner Meinung nach wohl beachtet zu werden, weniger allerdings aus praktischen Rücksichten als aus theoretischen. Aus praktischen nämlich deshalb nicht, weil die den Werth des Sandsteins bedingende feste Structur in ihrer mehr oder minder vollkommenen Ausbildung, wenigstens in der Mehrzahl der Fälle [1]), nur von einem der

[1]) Zu den Ausnahmen gehören vielleicht auch die kieseligen Sandsteine aus der Buntsandsteinformation von Heidelberg, welche trotz ihrer Quarzit-Aehnlichkeit, wie Benecke und Cohen, geognost. Beschr. d. Umgeg. v. Heidelberg pag. 299, angeben, sehr leicht zerfallen.

vorhandenen Bindemittel abhängen wird, nach welchem der Sandstein bezeichnet werden kann. Dieser herkömmlichen Nomenclatur will ich hier treu bleiben und die Aufzählung der beobachteten Sandsteine, schon des passenderen Anschlusses an die Quarzite wegen, mit dem

Kieseligen Sandsteine beginnen. — Zunächst möchte ich da hervorheben, dass unter den Göttinger Vorkommnissen solche fehlen, welche sich als natürliche Mittel- und Uebergangsglieder zu den Quarziten darstellen. Erinnern wir uns nämlich der porphyrischen Quarzite, welche in feinkörniger, protogener Quarzit-Grundmasse grosse klastische Quarzkörner führen, so werden wir als die einfachste Verknüpfung des Quarzit- und Sandstein-Typus die Massen-Reduction der protogenen Grundmasse zu einer spärlichen Kittsubstanz anerkennen müssen; je nachdem die Quarzitmasse sich ihrer Menge nach als Grundmasse oder nur als Cement darstellt, nähert sich dann ein solches „Mittelglied" mehr dem Quarzit- oder dem Sandstein-Typus. Diese kieseligen Sandsteine mit kleinkörnigem Quarz-Bindemittel, von denen ich einen unter den erratischen Gesteinen von Bremen [1]) beschrieben habe, fehlen im Gebiete des Kartenblattes Göttingen, aber in der weiteren Umgebung gehören ihnen sogen. Braunkohlen-Quarzite an, nämlich z. B. aus dem Anschnippethale und von Uengsterode am Meisner. — Bei Göttingen dagegen finden wir nur diejenige Modification, welche von einigen Forschern als Quarzit, resp. „Dala-Quarzit" [2]) bezeichnet wird; ein in der für diese Gesteinsvarietät charakteristischen Weise entwickeltes Quarzbindemittel habe ich in mehreren Sandsteinen aus der oberen Abtheilung des mittleren Keupers und der Rhätischen Gruppe, sei es als herrschendes, sei es als nur untergeordnetes und local beschränktes beobachtet. Die Quarzkörner besitzen da ganz regellose Formen, waren aber ursprünglich meist abgerundet, wie man es an vielen noch daran erkennen kann, dass eine, allerdings nicht immer stetig verlaufende Curve dunkler bis opaker Verunreinigungen (Beschlag von Metalloxyden) als ehemalige, streckenweise oft noch jetzige Grenzlinie verläuft; das zwischen den abgerundeten Körnern abgelagerte Quarz-Cement hat aber ein Weiterwachsen der Individuen herbeigeführt: es hat sich optisch nach den zu verkittenden Quarzkörnern gerichtet. Doch ist das Verhalten des Bindemittels ersichtlich von seiner eigenen Massigkeit abhängig; wo die von ihm erfüllte Fuge nicht übermässig weit ist (0,03 mm), da

---

[1]) S. 25, No. 16.

[2]) A. S. Törnebohm, N. Jahrb. f. Min. 1877. pag. 210.

zeigt es die erwähnte Erscheinung und zwar seltener in der Weise, dass von beiden Fugenflächen aus ein Weiterwachsen bis zur Mitte stattgefunden hat, sondern häufiger so, dass sich das Bindemittel nur entsprechend dem einen der beiden die Fuge begrenzenden Quarzkörner orientirte und zwar an der einen Stelle entsprechend dem diesseitigen, dann aber, überspringend, auf der nächsten Strecke dem jenseitigen; erweitert sich nun aber die Fuge (Parallelräume können die Fugen in diesem Falle, bei der abgerundeten Form der Quarzkörner, nicht sein), so kommt es vor, dass die Quarzmasse eine selbstständige Orientirung besitzt und als zwischengeklemmtes Quarzkorn auftritt; so beobachtet man nicht selten, dass eine jedenfalls gleichzeitig und gleichartig entstandene Quarzbindemasse auf der einen Strecke als zum verkittenden Quarzkorn optisch zugehörig, weiterhin aber, bei scharfer Abgrenzung, als selbstständiges Korn erscheint; jedoch an nur ganz vereinzelten Stellen findet sich das Cement in Form eines kleinkörnigen Aggregates. Dass ein gesetzmässiges Anwachsen des Kittes stattgefunden hatte, erkannte ich eigentlich am Deutlichsten an einem isolirten Korne des Gesteinspulvers von dem erwähnten glaukonitreichen Sandsteine von der Lieth; dieses ursprünglich oval abgerundete Quarzkorn war zu einer beiderseits in der Pyramide endigenden Säule geworden und war an dem einen, vollkommener ausgebildeten Ende sogar eine Kappenquarzbildung erkennbar. — Da das kieselige Bindemittel in seiner Cement-Function und als erst nach der Gesteinsablagerung gebildet, deutlich zu erkennen ist, da ferner das vorwaltende Gesteinsmaterial deuterogener Natur ist, so kann ich die Bezeichnung dieser Gesteine als „Quarzite“ für berechtigt nicht anerkennen. An dem von „Uebergemengtheilen“ relativ freiesten dieser Sandsteine (mittler Keuper vom kleinen Hagen; Korngrösse 0,2 mm; Färbung grünlich weiss) fand ich die Dichte derjenigen des Quarzes (2,65) fast gleich zu 2,6443. — Trotz des kieseligen Bindemittels sind einzelne Rhätische Sandsteine von den Aussenflächen aus intensiv mit Eisenoxyd imprägnirt; die rothe Färbung blasst aber nach dem Innern zu aus.

Sandstein mit isotropem Bindemittel. In manchen Sandstein-Partieen erkennt man als Cement eine farblose, wasserhelle, isotrope Substanz, welche wahrscheinlich der in der Literatur schon vielgenannnten, porodinen „Gesteinsbasis“ der Thonschiefer entspricht und möglicher Weise ein Silicat von stöchiometrisch ungleichmässigem und complicirtem Verhalten ist. Nach der erwähnten Analogie könnte man Gesteine mit diesem Bindemittel, welches übrigens auch in Keuper-

mergeln wiederkehrt [1]), als „thonige“ bezeichnen, wenn man bei diesem Ausdrucke nicht an die bekannte kaolinische Substanz innerhalb der Feldspathe denken will, mit welcher diese isotrope Substanz keine Aehnlichkeit besitzt. Reichlich vertreten fand ich letztere nur in einem ganz dünnplattigen, gelben, aphanitischen Sandsteine aus der Lettenkohlen-Gruppe (bei Harste), der ein Brauneisen-reiches Gemenge von etwa 0,05 mm grossen Quarzsplittern repräsentirt; in ihm functionirt die erwähnte Substanz nicht allein als zwischengeklemmter Kitt, sondern ist so reichlich zugegen, dass sie selbst hin und wieder um Vieles grössere Körner bildet als der Quarz dieses Gesteins.

Eisenschüssiger Sandstein. Eisenoxyde enthalten alle Göttinger Sandsteine und besonders das Brauneisen ist sehr verbreitet. Letzteres findet sich nun auch sehr häufig als herrschendes Bindemittel, in dieser Function oft unterstützt durch untergeordnete Gemengtheile, wie kaolinische Substanz oder Glimmer. Von diesem Umstande verrathen aber die hierhergehörigen jüngeren Sandsteine dem blossen Auge nur wenig, indem sie noch mehr oder weniger helle und eher glaukonitische als eisenschüssige Färbung besitzen; deshalb sind von ihnen die Schichten des mittleren Buntsandsteins durch ihre Färbung, ebenso wie oft auch durch ihre Grobkörnigkeit, meist schon in Handstücken leicht zu unterscheiden. Die mittlere Buntsandsteinformation liefert den einzigen Bausandstein der Göttinger Gegend. Dieser Sandstein besitzt hier im Wesentlichen dieselben Eigenschaften, wie in Mittel- und Süddeutschland; die grössten Analogien zeigt er natürlicherweise mit dem der nächst benachbarten Gebiete, wie aus den Erläuterungen zu den geologischen Kartenblättern Worbis, Nieder-Orschla und Bleicherode von v. Seebach und Eck hervorgeht. Auch in der Göttinger Gegend ist er meist roth bis braun gefärbt und nur die oberen, insbesondere als Bausteine geschätzten Lagen sind weiss, grauweiss bis gelblich weiss. Mit diesen weissen Schichten, welche besonders bei Reinhausen einen grossen Steinbruchbetrieb veranlasst haben, tritt er jedoch nicht auf das Gebiet des Kartenblattes Göttingen über. [2])

---

[1]) Dasselbe entspricht wohl dem argile colloidale Schlössing's, Compt. rend. 1874.

[2]) In diesem Gebiete ist er nur zu Mariaspring als fester, braunrother Sandstein in bis 10 m hohen Wänden aufgeschlossen; seine Beschaffenheit daselbst ist sehr wechselnd; zum grossen Theile ist er nicht fest genug, als dass er sich zum Bausteine eigne; grünlich graue Thonmassen bilden auch ganze Zwischenschichten oder flache linsenförmige Einlagerungen (Thongallen); die Grösse des Korns sowie die Färbung wechseln in mannichfachster Weise; einzelne thonreiche

An einzelnen Stellen beobachtet man nun an ihm eigenthümliche Verwitterungserscheinungen; am Auffälligsten treten dieselben am (schon jenseits der nördlichen Karten-Grenze gelegenen) „Bielsteine“ hervor, wo durch dieselben ein Zellen-Sandstein entstanden ist. Die als Felsklippe von fast 10 m Höhe heraustretende Sandsteinmasse des Bielsteins zeigt sich in ihren verschiedenen Schichten und Bänken, sowohl den horizontalen als den nach Art der ripple drifft geneigt und z. Th. gebogen eingeschalteten Schichtensystemen von ebenso wechselndem Bestande wie jene von Mariaspring (s. Anm. 2, vorige Seite), die betreffende Verwitterungserscheinung erstreckt sich aber auf alle die verschiedenartigen Partien, wenn auch in verschiedenem Grade. Die der atmosphärischen Einwirkung ausgesetzten Flächen weisen in ungeheurer Menge Cavernen auf, welche jedoch nach Vertheilungsart, Form und Grösse verschieden erscheinen. Es sind immer nur die von Moos freien Wände, nämlich die verticalen und der Senkrechten genäherten, auch die überhängenden Wände, seltener (am Fusse der Klippen) ziemlich horizontale Flächen, in denen sich Cavernen finden, indem möglicherweise die dichte Bemoosung der anderen Flächen diese Verwitterungserscheinung nicht auszubilden erlaubt; zum Mindesten müsste das Moos die mechanische Auswaschung der Cavernen verhindern. An den wenigen Stellen, wo auch unter dem Moose Cavernen ermittelt wurden, hat die Ausbildung der letzteren wahrscheinlich vor der Bemoosung stattgefunden. In einzelnen, für diese Art der Verwitterung besonders disponirten Schichten finden sich nun die Cavernen ungemein gehäuft, so dass man an den Felswänden die diesen Schichten entsprechenden Streifen und Bänder schon von verhältnissmässig fernem Standpunkte aus beobachten kann; aber nicht nur eine besondere Empfänglichkeit einzelner Schichten bedingt ihre Anordnung, man erkennt an anderen Stellen auch eine Abhängigkeit vom Wege der Sickerwasser und sind viele Cavernen nahezu senkrecht unter einander befindlich, wo seitliche fehlen oder noch nicht zur vollkommenen Ausbildung gelangt sind. Diese Umstände bedingen die Häufung unzähliger Cavernen an einzelnen Stellen. Man findet dabei Cavernen in sehr verschiedener Grösse, von 1—8 cm Durchmesser; meist sind die einander benachbarten und in

---

Schichten führen in grosser Menge silberweisse Glimmerblättchen auf den Spaltflächen. Die Schichtflächen sind selten auf grössere Erstreckung hin gleichmässig ausgebildet und deshalb hält auch die ihnen entsprechende Spaltbarkeit nicht aus. Zahlreiche Klüfte durchsetzen die Sandsteinmassen in allen Richtungen, stehen aber meist vertical. Auf Kluftwänden findet man zuweilen Kalksinter, ein Zeichen, dass kalkreiche Wasser hier circulirt haben.

einer Schicht gelegenen von annähernd gleicher Grösse. Ihre Form ist abhängig von der Mächtigkeit und Lage der Schichten; in den mächtigen Sandsteinbänken von grobem, annähernd isomerem Korne und ziemlich massiger Structur besitzen die Cavernen gerundete Wände; so erscheinen sie auch in wenig mächtigen Schichten, falls die Schichtfläche angenähert senkrecht steht und entblösst ist; dies ist zum Theil bei den vom Gipfel abgestürzten Felsmassen der Fall, welche am Abhange lagern und an denen sich alle Einzelheiten der Structur ebenso wiederfinden, wie an den anstehenden Massen; unter diesen Blöcken sind einzelne viele Kubikmeter gross, und ist an einem derselben die eben angeführte Erscheinung in besonderer Vollkommenheit zu beobachten, indem eine grosse, vertical stehende Schichtfläche durchaus schlackig erscheint, durchbrochen von lauter gegen 5 cm grossen, rundlichen und unter sich communicirenden Cavernen. Bei ganz oder angenähert horizontaler Lage der Sandstein-Schichten aber entstehen da, wo in dünnen Lagen die Structur (Lockerung) oder der Bestand des Bindemittels etwas wechselt, eckige Cavernen mit ziemlich ebenen Wänden, wirkliche Zellen, in welchen die widerstandsfähigeren Schichten Boden und Decke bilden: es resultirt dann ein dem Zellenkalke ganz entsprechender Habitus, nur mit der Abweichung, dass die Structur hier im Allgemeinen gröber erscheint, dass die Zellwände dicker und unebener sind. Selbst wenn die Sickerwasser die Böden solcher Zellen durchnagen, sind deren Reste doch immer als Querleisten an den Wänden leicht wiederzuerkennen. Den weiteren chemischen und mechanischen Angriffen von Seiten der Sickerwasser unterliegen später auch die Zellenwände und es bleiben schliesslich von ihnen am Boden und an der Decke eines grösseren, aus der Verschmelzung verschiedener Zellen entstandenen Hohlraumes, in welchen die die weitere Zellenbildung hindernden Flechten und Moose eindringen, nur klein-knollige und kolbige Erhöhungen übrig, welche noch Spuren eines Maschennetzes aufweisen. Alle diese Cavernen finden sich nur an den Verwitterungsflächen und Sickerwasserwegen, im Innern ist der Sandstein compact. — Um die Verhältnisse dieser Erscheinung noch eingehender zu ergründen, wurde ein Stück von soeben beschriebener Art, d. h. von knolliger und kolbiger Oberfläche, näher untersucht, sowie auch ein Stück aus dem noch compacten, massigen Felsen; ersteres zeigte sich oberflächlich grau, im frischen Bruche aber gefleckt, indem die schmutzig weisse Gesteinsmasse durch 1—5 mm im Durchmesser haltende Brauneisenflecke dicht getüpfelt war. Das Stück aus dem compacten und anscheinend noch wenig veränderten Felsen aber war von bräunlich rother Farbe und etwas lockerem Gefüge, enthielt

jedoch in ganz regelloser Vertheilung 5—10 mm grosse, nicht abgegrenzte Knollen oder Knauern von schmutzig weisser Farbe. Unter dem Mikroskop erkennt man, dass als Cement des compacten Sandsteins von 0,2—0,4 mm mittlerer Korngrösse hauptsächlich Brauneisen auftritt; die in ihm entdeckten weissen Knauern dagegen enthalten das Brauneisen nur noch in einzelnen Flecken, und besitzen dieselben übrigens reinen, farblosen Kalkspath in reichlicher Menge als Bindemittel; ganz dieselben Verhältnisse wie in diesen Concretionen (Knauern) herrschen in dem knolligen und kolbigen Stücke; das Kalkbindemittel ist in letzterem verhältnissmässig recht reichlich zugegen; die ganz regellos begrenzten, meist verhältnissmässig sehr grossen Individuen des Kalkspathes zeigen ihre Spaltbarkeit recht gut, aber keine Spur von lamellarer Zwillings-Bildung; da einzelne Forscher geneigt sind, die Carbonate von dieser mikroskopischen Erscheinung nicht dem Kalkspathe, sondern dem Dolomite zuzurechnen, hielt ich eine chemische Prüfung für nothwendig; mit Salzsäure betupft, brausen die Concretionen innerhalb des compacten Gesteins sowohl als auch die knolligen Stücke; letztere zerfallen, in verdünnte Essigsäure gelegt, zu Sand und Sandsteinbrocken, welche letzteren jedoch, wahrscheinlich von Brauneisen verkittet, zwischen den Fingern zerdrückt werden können. Eine Prüfung[1]) des in kochender Salzsäure Gelösten ergab, dass der Kalkspath allerdings etwas Magnesia enthält, aber dieselbe in so geringer Menge, dass er noch bei Weitem nicht an Dolomit[2]) erinnert; ich fand nämlich

97,713	Kalkcarbonat,
2,287	Magnesiacarbonat
100,000.	

[1]) Die Bestimmung habe ich im Laboratorium der landwirthschaftlichen Versuchsstation ausgeführt und erlaube ich mir, dem Director derselben, Herrn Prof. Dr. Henneberg, für die gütige Erlaubniss, dieses Laboratorium zu benutzen, auch an dieser Stelle meinen Dank auszusprechen. — Aus der Salzsäure-Lösung wurde mit Ammoniak Eisenoxyd und Thonerde gefällt und nach Aufkochen mit Salmiak, bis keine Ammoniak-Dämpfe mehr entwichen, filtrirt; das Filtrat wurde mit Essigsäure schwach angesäuert, der Kalk durch oxalsaures Ammoniak und dann die Magnesia durch phosphorsaures Natron und Ammoniak gefällt; ersterer wurde durch andauerndes Glühen im Wasserkraft-Gebläse zu Aetzkalk reducirt (das befeuchtete Pulver färbte rothes Lakmuspapier intensiv blau) und wog dann 0,344 gr, letztere, zu pyrophosphorsaurer Magnesia reducirt, 0,019 gr.

[2]) Auch Ankerit kann es nicht sein, da in diesen das Eisencarbonat im besten Falle das Magnesiacarbonat um ein ganz Geringes an Menge übertrifft.

Eine Heterogenität innerhalb des Carbonat-Bindemittels, der zufolge man etwa eine Beimengung von Dolomitspath zum Kalkspath annehmen könnte, ist in keiner Weise angedeutet.

Nach Obigem findet sich also als Bindemittel im zelligen und knolligen Sandsteine, sowie in den Concretionen (Knauern) innerhalb des compacten Steins Kalkspath, in den übrigen Gesteinspartieen aber Brauneisen; das führt denn zu der Annahme, dass der Kalkspath in Lösung des Gebirgswassers (Gesteinsfeuchtigkeit), welches das Brauneisen zugleich auswäscht, erst eindringt und sich an einzelnen Stellen ablagert, dieselben dadurch erhaltend, während die zwischenliegenden Partieen der Zerstörung verfallen. Zuerst ballt sich der Kalkspath innerhalb des noch compacten Gesteins zu sandigen Knauern, von denen die einander benachbarten im Fortgange des Processes mit einander verwachsen; zugleich verdrängt er das Brauneisen, resp. drängt es in kleine Flecke zusammen; wenn nun die zwischenliegenden, lockeren und des Kalkspath-Kittes entbehrenden Sandsteinpartieen ausgewaschen sind, erliegt dann auch der Kalkspath der Verwitterung und Auslaugung. In umgekehrter Folge wäre der Process schwierig zu verstehen, weil sich das Gestein im compacten Felsen nicht als mit kalkigem, sondern als mit eisenschüssigem Bindemittel ausgestattet erweist und die Partieen um so kalkreicher erscheinen, je mehr sie den Verwitterungsagentien ausgesetzt waren. Man muss die analogen Zellen-Kalksteine in Betracht ziehen, um sich den Vorgang zu erklären; auch wird zur Hebung von etwa entgegenstehenden chemisch-geologischen Bedenken vielleicht die weitere Annahme beitragen, dass organische Verbindungen (Humusflüssigkeiten) bei dem Processe betheiligt waren.

Gyps.

Da in der Göttinger Gegend drei Formationsglieder auftreten, welche in anderen Landstrichen so reich an Kalksulfat sind, dass in ihnen wiederum verschiedene Gypshorizonte unterschieden werden, nämlich der Keuper, der mittlere Muschelkalk und der Röth, so sollte man auch hier einen bedeutenden Reichthum an Gyps erwarten. Dem ist aber nicht so; wir finden die Kalksulfate in verhältnissmässig beschränkten Massen.

Von grösseren Kalksulfatmassen im mittleren (bunten) Keuper giebt uns nur das Bohrloch der Saline Luisenhall Kunde, indem das daselbst erreichte Steinsalz von Kalksulfaten überlagert ist; sonst findet sich Gyps nur hin und wieder in den (unteren?) bunten Mergeln, z. B. am Klusberge, am reich-

lichsten wohl am östlichen Ausgange von Weende, aber immer nur als accessorische Bestandmasse, meist in bis 5 mm mächtigen Trümern [1]) von feinkörniger, z. Th. parallel- oder verworren-faseriger Structur und fleischrother Farbe (bei Weende stellenweise mit Quarz vergesellschaftet und eine ungewöhnlich kalkreiche braunrothe Mergelbreccie durchadernd).

Der mittlere Muschelkalk scheint des Gypses hier ganz zu entbehren; doch gelingt es vielleicht einer eingehenderen Untersuchung, einzelne schroffe Eintiefungen im Gebiete desselben auf ehemalige Gypsschlotten zurückzuführen.

Nur der Röth tritt mit abbauwürdigen Gypsmassen zu Tage; auch sind seine Thon-Massen bei Eddigehausen derart mit Kalksulfat geschwängert, dass dieselben von den dortigen Einwohnern in Bausch und Bogen „Gypsfels" genannt werden, obwohl sie meist ganz und gar nicht abbauwürdig sind. Ein bauwürdiges Lager aber von grauem Gypse findet sich noch im Gebiete des Blattes Göttingen der Generalstabs-Karte am Fusse der Pless, südlich von Eddigehausen; der Gyps ist da in einer über 1 m mächtigen, feinkörnigen Masse von splitt-

---

[1]) Fr. Ludw. Hausmann hat dieses Vorkommen historisch interessant gemacht; er sagt in seinem Handb. d. Mineral., 2. Ausg., II. pag. 1133: Baryt „von fleischrother Farbe kommt im Mergel des bunten Sandsteins mit Fasergyps und im Keupermergel der Gegend von Göttingen vor." Als nun im N. Jahrb. f. Mineral. von 1856, pag. 664 Schindling eine Notiz veröffentlichte, der zufolge ein „sogenannter fleischfarbiger Schwerspath" aus Keuper-Mergel von Bovenden (nicht näher bestimmten Fundortes) nicht Baryt, sondern Gyps mit etwas Anhydrit (in Procenten 34,04 CaO, 49,71 SO_3, 15,71 H_2O, 0,52 Fe_2O_3, SiO_2 in Spuren) vom spec. Gewichte 2,49 sei, trat Hausmann in demselben Jahrbuch 1857, pag. 414 mit grosser Entschiedenheit dagegen auf; seine Angabe über das Vorkommen von Baryt stütze sich auf (nicht angeführte) Analysen bedeutender Chemiker; wo das von Schindling untersuchte Material herstamme, wisse er nicht, aber im bunten Keuper der Göttinger Gegend und insbesondere von Weende, komme Gyps durchaus nicht vor. Diesem Ausspruche Hausmann's gegenüber muss ich nun erklären, dass ich nach seiner Behauptung nicht zu zweifeln wage, dass Baryt an den angegebenen Stellen überhaupt vorkomme, obwohl ich bisher keinen daselbst gefunden habe, dass aber doch die den bunten Keuper von Weende durchsetzenden fleischrothen Trümer wesentlich und vorzugsweise aus Gyps bestehen. Zur Bestimmung als solchen hilft in diesem Falle die Härte-Prüfung sehr wenig, weil man der Beimengungen wegen zuweilen höhere als Gypshärte erhalten kann, andererseits aber auch die geringe Härte einer Auflockerung der Structur zugeschrieben werden könnte; sicherer ist die Unterscheidung nach dem spec. Gewichte (Gyps 2,2—2,4, Baryt 4,3—4,7); an etwa 4 gr einem feinkörnigen Trume entnommener Substanz bestimmte ich dasselbe zu 2,6514, was unter Berücksichtigung des reichlich beigemengten (färbenden) Rotheisenerzes entschieden für Gyps spricht; die Substanz ist auch in Wasser löslich und giebt die Lösung deutliche Schwefelsäure-Reaction (bei Hinzufügung von $BaCl_2$ Niederschlag).

rigem Bruche erschlossen, die wieder von feinen, weissen Gypstrümern durchadert wird; diese ganze Masse bildet anscheinend eine sehr flache, ausgedehnte Linse; in den hangenden Lehm- und Thonschichten, welche bald neben der grauen auch intensiv rothe Färbung annehmen und die, wie gewöhnlich über Gypsmassen, mannigfache Windungen und Einsackungen zeigen, findet sich auch noch viel Gyps nesterweise, und zwar dann oft grobspäthig und farblos.

Der graue Gyps aus der Hauptmasse des Lagers ist innig gemengt mit thoniger, feinschuppig-körniger Substanz, welche an sich farblos bis gelblich durchsichtig ist, deren Haufwerke aber durch wahrscheinlich organisches Pigment grau, trüb bis opak erscheinen. In Dünnschliffen von gewöhnlicher Dicke füllt letztere Substanz die weiten Maschen eines richtungslos stengligen Gesteinsgefüges; die Stengel selbst sind farblos und bestehen aus Gyps. Zwischen gekreuzten Nicols bieten aber die Präparate ein ungeheuer unruhiges, geflammtes Bild und zwar ein um so unruhigeres, je dünner, in Folge dessen durchsichtiger und thonärmer der Schliff ist; im zerstreuten Lichte erkennt man an solchen dünnen Stellen wohl zuweilen feine, geradlinig aber wirr oder im Zickzack verlaufende Grenzlinien der Individuen, seltener einander parallele Spaltlinien; im polarisirten Lichte dagegen fällt zunächst auf, dass das Gestein in seinen verschiedenen Partieen sehr verschiedene Structur besitzt, seltener vorwiegend stenglig, häufiger körnig, dabei aber fast nie, höchstens in den kleinstkörnigen Partieen, eigentlich isomer ausgebildet ist, indem neben grossen Individuen immer auch kleine, neben Körnern immer auch Stengel vorhanden sind. Die im zerstreuten Lichte erkennbaren Formverhältnisse decken sich also sehr wenig mit den im polarisirten Lichte beobachteten. Die oben erwähnten Stengel im Thongemenge z. B. löschen zwischen gekreuzten Nicols nicht einmal immer, jedoch meist in sich einheitlich aus, aber stets zugleich mit der ihnen anliegenden Partie, d. h. sowohl mit benachbarten, regellos zu ihnen gerichteten Stengeln als auch mit der mit Thon gemengten Füllmasse zwischen ihnen; wo der wolkige Thonschleier dünner oder fast ganz weggenommen ist (in den dünnsten Schliffen), erkennt man, dass das Gemenge vorzugsweise aus grossen Gypskörnern von ganz gesetzloser Gestalt und vielfach ausgezackter, nicht abgerundeter Begrenzung besteht, zwischen und in welchen wiederum kleine Körner und (jüngere) Stengel lagern und so ein äusserst unruhiges Mosaikbild produciren; jene älteren, thonfreien Stengel sind jetzt keine selbstständige Individuen mehr, sondern integrirende Partieen grösserer Körner. Es hat da anscheinend eine vielfache Umlagerung der Moleküle und damit ein ewiger

Wechsel der Structur stattgefunden. Möglicherweise ist an Stelle des Gypses in dem stengligen thonigen Gemenge ein anderes Mineral früher zugegen gewesen und der Gyps nur pseudomorph; doch wäre es schwer zu sagen, welches Mineral solche Stengel gebildet haben könnte; an Anhydrit erinnert ihre Erscheinung durchaus nicht. — Von Einschlüssen im Gyps konnte ich immer nur Partikel des Thones finden, Flüssigkeitseinschlüsse scheinen ganz zu fehlen; am freiesten von Einschlüssen ist der Gyps der oben erwähnten Trümer, welche das eigentliche Gesteinsgemenge wieder durchadern; da erscheint er in groben (etwa 0,5 mm langen und 0,1 bis 0,2 mm dicken), unvollkommenen, seitlich nicht gesetzmässig begrenzten Fasern, welche rechtwinklig auf der Kluftwand aufruhen und entweder bis zur Gegenwand reichen oder sich mit einer entgegengewachsenen stossen; in diesen ganz wasserhellen Fasern oder Stengeln scheint die Längsrichtung immer der krystallographischen Hauptaxe zu entsprechen; die anderen Axen aber sind nicht gleichsinnig orientirt, und löschen übereinandergreifende Randpartieen solcher Fasern zwischen gekreuzten Nicols nie aus, sondern bleiben immer bunt.

Es findet sich übrigens keine Andeutung und keine Spur von einem dem Gypse etwa vergesellschafteten oder vergesellschaftet gewesenen Steinsalzlager; bis zur Abscheidung von Steinsalz scheint es in diesem Falle nicht gekommen zu sein. Es würde demnach, wenn wir die Spuren ursprünglich stengliger Structur des thonigen Gypses als Zeichen einer directen Abscheidung des Calciumsulfates als Gyps gelten lassen, die Annahme [1]) von C. Ochsenius volle Bestätigung erfahren, dass der schwefelsaure Kalk, welcher sich zuerst aus Meerwasser niederschlägt und eventuell zum Liegenden von Steinsalzlagern wird, als Gyps und erst das Hangende als Anhydrit abgeschieden werde.

Kalkstein.

Dass Göttingens Umgegend reich an Kalkstein ist, das ist aller Welt bekannt, da ja die hierorts beobachtete petrographische Ausbildung einer geologischen Formation dieser ihren Namen als „Muschelkalk“ oder „Calcaire de Göttingen“ eingebracht hat. Wo aber Kalksteine in grossen Massen auftreten, da ist zu erwarten, dass sich dieselben auch in mancherlei Varietäten darstellen werden, und diese Erwartung erfüllen denn die Göttinger Kalksteine auch in vollem Maasse.

---

[1]) C. Ochsenius, Bildung der Steinsalzlager, Halle 1877, pag. 34.

Dazu trägt noch der Umstand bei, dass die Kalksteine hier nicht einzig auf die Muschelkalkformation beschränkt sind, sondern auch andere Formationen Kalksteinschichten, allerdings von untergeordneter stratigraphischer Wichtigkeit, besitzen; nur wenige Formationsgruppen sind ganz Kalkstein-frei und zwar sind das der mittlere Buntsandstein und der mittlere sowie obere Keuper.

Was die chemischen Verhältnisse betrifft, so habe ich der qualitativen Prüfung halber von Allem, was ich hier als Kalkstein, resp. Kalkspath aufführe, grössere oder kleinere Partikel in Wasser gebracht, welches ich darnach mit Essigsäure ansäuerte; es trat dann immer intensive und andauernde Kohlensäureentwickelung ein; den bei der Lösung gebliebenen Rückstand schätzte ich betreffs seiner Menge und seines Bestandes. — Doch verdanke ich es der Freundlichkeit meines Collegen, des Herrn Dr. Polstorff, dass ich mich nicht nur auf qualitative Prüfungen, sondern auch auf die Resultate quantitativer Analysen berufen kann; Herr Polstorff untersuchte folgende 7 hier nach ihrem Gehalte an Carbonaten [1]), resp. an in Salzsäure unlöslichem Rückstande gereihte Gesteine:

1. Terebratulakalkstein aus Trochitenkalk, vom Hainberge, Ed. Freise's Steinbruch.
2. Werkstein, vom Steinbruche südlich der Nikolausberger Warte.
3. Wellenkalkstein, von Harste.
4. Zellenkalkstein aus Röth, Eddigehausen.
5. Nodosenkalkstein, sogen. „Uferstein", Hainberg (wie oben).
6. Cementkalkstein, nördl. von der Nikolausberger Warte.
7. Liaskalkstein, Reinsbrunnen-Rinne.

Den Analysen-Resultaten [2]) habe ich die von mir ermittelten Dichten der Gesteine beigefügt; dieselben haben sich alle wider Erwarten niedrig ergeben (Kalkspath = 2,6 .... 2,8).

---

[1]) Das gefundene Eisenoxyd dürfte im Wahrheit zum Theil auf Eisenoxydul resp. Eisencarbonat zu beziehen sein, doch würde eine diesbezügliche, nur nach Schätzung der betreffenden Mengen ausgeführte Umrechnung die obige Reihenfolge nicht ändern können.

[2]) Betreffs deren Gewinnung theilt Herr Polstorff Folgendes mit: Zur Lösung wurden gleiche Theile Wasser und Chlorwasserstoffsäure von 25 pCt. verwendet. Der Rückstand wurde auf gewogenem Filter gesammelt und bei 110° ausgetrocknet. Aus der Lösung wurden zunächst Eisenoxyd und Thonerde durch Ammoniumacetat ausgefällt und zusammen gewogen. Aus dem schwach essigsauren Filtrat wurde dann durch Ammoniumoxalat das Calcium als Oxalat ausgefällt und nach der Ueberführung in Sulfat als solches gewogen. Schliesslich wurde aus der Lösung das Magnesium durch Ammoniak und Dinatrium-

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Rückstand . .	1,82	2,32	7,16	7,19	8,69	8,91	12,21
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	0,15	0,36	0,33	0,63	0,30	0,89	1,94
$CaCO_3$	95,76	95,76	90,87	73,92	88,88	84,68	84,47
$MgCO_3$	2,79	2,66	2,87	19,19	2,92	6,64	2,27
Summe:	100,52	101,10	101,23	100,93	100,79	101,02	100,89
Spec. Gew:	2,47	2,56	2,52	—	2,63	2,65	2,50

Wie aus beistehender Berechnung zu ersehen, enthalten die untersuchten Kalksteine auch Magnesiacarbonat, jedoch keiner dieselbe in genügender Menge, um ihn als Dolomit anreden zu dürfen. [1])

Die genetischen Verhältnisse der Kalksteine sind bekanntlich noch nicht in wünschenswerther Weise aufgehellt. Wir wissen wohl, dass Kalksinter und Kalktuffe, Austernbänke und Korallenriffe aus Kalkspath bestehen, welcher nicht mechanisch hinzugeführt, sondern (protogen) erst aus Lösung abgeschieden wurde; andererseits herrscht auch kein Zweifel an der vorwiegend deuterogenen Natur mancher Kalksteine, welche sich als ein Haufwerk zusammengeschwemmter Organismenreste erweisen. Aber betreffs der Mehrzahl aller Kalksteine sind wir, wie aus den Lehrbüchern der Gesteinskunde und der Geologie zu ersehen, noch ganz im Unklaren, ob dieselben protogen (durch an Ort und Stelle erfolgte Abscheidung des Kalkcarbonates) oder deuterogen sind (durch zusammengeführte, schon feste Partikel aufgebaut) und im letzteren Falle, ob das deuterogene Material vorwiegend anorganischer Natur, z. B. Flussschlamm, oder organischen Ursprungs, z. B. Gehäuse kleinster Thiere und Trümmer von Hautgebilden grösserer Thiere gewesen sei.

---

phosphat als Magnesium-Ammoniumphosphat abgeschieden und als Magnesiumpyrophosphat gewogen. — Von den einzelnen Gesteinen gaben in Grammen:

No.	Substanz	Rückstand	$(Fe_2O_3 + Al_2O_3)$	$CaSO_4$	$Mg_2P_2O_7$
1.	0,659	0,012	0,0010	0,8583	0,0243
2.	0,774	0,018	0,0028	1,0079	0,0273
3.	0,697	0,050	0,0023	0,8613	0,0263
4.	0,4725	0,034	0,0030	0,4749	0,1199
5.	0,8630	0,075	0,0026	1,0433	0,0333
6.	0,4545	0,0405	0,0040	0,5234	0,0399
7.	0,680	0,083	0,0132	0,7813	0,0203

[1]) Der Magnesia-ärmste Dolomit von der Constitution $2\,CaOCO_3 + 1\,MgO\,CO_2$ verlangt doch $70{,}42\,CaOCO_3 + 29{,}58\,MgO\,CO_2$. — Dolomit fehlt hiesiger Gegend jedoch nicht ganz; von dolomitisirtem Trochitenkalke vom Hainberge berichtet Hausmann in Studien d. Götting. Ver. Bergm. Freunde, 6. Bd. 1854. pag. 295.

Was die erstere Alternative anlangt, so ist zu betonen, dass wohl rein protogene Kalksteine, aber schwerlich rein deuterogene vorkommen; denn da wir als Medium für die Bildung der problematischen Kalksteine immer Wasser annehmen müssen, da aber im Wasser und noch mehr in den im Wasser gewöhnlich enthaltenen chemischen Verbindungen das Kalkcarbonat löslich ist, so wird das Kalktheilchen zusammenschwemmende Wasser auch immer einen ziemlichen, meist aber wohl den höchstmöglichen Kalkgehalt besitzen müssen und es wird in Folge dessen zugleich mit dem mechanischen Absatze eine chemische Ausscheidung statthaben können.

Die vorstehend erwähnten Fragen wären mit Hilfe des Mikroskops für jeden concreten Fall gar nicht so schwer zu beantworten, denn die Kriterien protogener und deuterogener Structur sind meist unschwer zu ermitteln, wenn die Gesteine ihre ursprüngliche Structur streng bewahrt hätten. Das ist aber leider selten der Fall, wie man bei Untersuchung einer grösseren Reihe von Vorkommnissen in Erfahrung bringt; man erkennt sogar in so überaus zahlreichen Fällen die Spuren stattgehabter Umwandlung, dass man sich selbst den anscheinend unversehrt erhaltenen Vorkommen gegenüber, welche der genannten Spuren entbehren, des Misstrauens nicht erwehren kann, zumal es, meiner Meinung nach wenigstens, schon mehr als wahrscheinlich ist, dass in Folge von molekularer Umlagerung (die als eine Art von normalem Metamorphismus Naumann's betrachtet werden kann) ein deuterogenes Gestein protogene (nicht klastische) Structur erlangen kann.

Dieser Umstand hat aber eigentlich gar nichts Wunderbares, wenn man sich der chemisch-geologischen Verhältnisse des Kalkspathes und der Kalksteine recht erinnert; er ist eben nur nicht immer gehörig gewürdigt worden. [1])

Es ist uns ja bekannt, wie intensiv einfache und complicirte Verwitterung auf Kalksteine einwirken: ersterer schon gelingt es z. B. aus den oberen Lagen compacten Kalksteins von nur ganz geringem Thongehalte den Kalkspath auszulaugen und ein Thonlager zu hinterlassen [2]); und wie die complicirte Verwitterung wirthschaften kann, dafür liefert u. A. der unten beschriebene Kalktuff einen Beweis. — Neben den deutlich erkennbaren und in ihrer Bildung oft verfolgbaren Verwitte-

---

[1]) Die von Loretz, diese Zeitschr. Bd. XXX. pag. 414, vertretene Ansicht, dass secundäre Umlagerungen in Kalksteinen und Dolomiten nur von minimalen Verhältnissen sein könnten, scheint von dem Verfasser, nach der Schlusserklärung zu seiner Abhandlung in derselben Zeitschr. Bd. XXXI. pag. 774 zu urtheilen, aufgegeben zu sein.

[2]) J. Roth, Chem. Geologie I. pag. 79.

rungserscheinungen treffen wir beim Kalkspath auf eine weitere Art secundärer Structurerscheinungen, welche sich zur Zeit noch als Aeusserungen geheimnissvoller Kräfte darstellen: das sind die Paramorphosen; es sind weniger die eigentlichen Paramorphosen von Kalkspath nach Aragonit, die ich hier als Wunder hinstelle, denn betreffs ihrer dürfte die Erklärung mit Heranziehung der molekularen Gleichgewichtslage Vielen vor der Hand genügen, sondern Erscheinungen, welche auch schon längst bekannt, aber nicht besonders benannt sind, und die ich als eine Spielart der normalen Paramorphosen betrachte: nämlich diejenigen von Individuen nach Aggregaten. Es ist schon längst bekannt, dass Organismenreste, wie Trochiten und Cidaritenstacheln, von anorganischen Bildungen aber Stalaktiten und Kalkspathmandeln zu einheitlich späthigen Individuen geworden sind, während sie ursprünglich sicher nicht einheitlich, sondern als Aggregate abgelagert waren. Dass bei verschiedenen dieser Vorkommen wahrscheinlich auch eine Paramorphose von Kalkspath nach Aragonit stattgefunden hat, ändert am Wunderbaren der Erscheinung im Wesentlichen gar nichts; auch ist es wahrscheinlicher, dass sich das Aragonit-Aggregat erst in ein Kalkspath-Aggregat und dieses erst in ein Kalkspathindividuum umgelagert habe. [1]) Wenn nun auch nach unserer Erfahrung die Wahrscheinlichkeit dafür spricht, so fehlt uns doch zur Zeit jeder rationelle Grund, welcher uns berechtigte, diese Erscheinung nur für accessorische Bestandmassen zutreffend gelten zu lassen und anzunehmen, dass integrirende Partieen des Gesteinsgemenges von solcher Paramorphose nicht auch ergriffen werden könnten. Diese sekundären „Umlagerungen“ [2]) im Gegensatze zu den secundären „Neubildungen“ auf Spalt- und Hohlräumen, compensiren gewissermaassen manchen Schaden, welchen die Verwitterung anrichtet; denn während letztere zuweilen eine Desaggregation und Verkleinerung resp. Zerstörung zur Folge hat, wie wir an dem Zerfalle des Kalktuffes zu Kalksand oder „Mergel“ und zu „Seekreide“ (s. unten) sehen, wird durch jene das Gegentheil davon bewirkt, die Vereinigung zu grossen Individuen.

Die Möglichkeit, dass secundäre Umänderungen der

---

[1]) Im Innern grobspäthige Organismenreste zeigen randlich zuweilen körnige Kalkspath-Aggregate geringerer Korngrösse, welche anscheinend älter sind als die grossen Individuen des Innern und mit denen die Umlagerung in Kalkspath begann, da sie nicht selten Ecken, welche wie Polenden erscheinen, dem Innern zukehren. — Die Trochiten im Göttinger Liaskalksteine sind grobkörnige Aggregate, welche eher dem Kalkspathe als dem Aragonite zugerechnet werden dürfen.

[2]) Vergl. auch Loretz, diese Zeitschr. Bd. XXXI. pag. 774.

Structur in ganz verschiedener Art stattgefunden haben können, dürfte also bei keinem Kalksteine gleich von der Hand zu weisen sein. Dieser Umstand erschwert aber eine auf Grund der Structurverhältnisse zu treffende Entscheidung über die genetischen Verhältnisse in ganz ungemeiner Weise, macht sie sogar in vielen Fällen unmöglich; denn wir haben betreffs der erkennbaren Structurverhältnisse nicht mehr die Frage zunächst zu beantworten: was ist protogene und was ist deuterogene, sondern die: was ist primäre und was ist secundäre Bildung.

Die ältesten Gesteine der Göttinger Gegend sind, wie schon erwähnt, litorale und limnische Gebilde, nämlich Sandsteine, Thone, Gyps der Buntsandsteinformation; diese litoralen Ablagerungen haben eine grosse Mächtigkeit, demnach wird auch ihre Bildungszeit eine langdauernde gewesen sein. Erst nahe der oberen Grenze der aus jenen Ablagerungen aufgebauten Buntsandsteinformation treten in ganz untergeordneten Schichten Kalksteine auf; als demnach die Combination von Verhältnissen, welche jene Gesteine abzulagern gestattete, sich zu lockern begann und ihre Herrschaft sich zum Ende neigte, da stellten sich als Vorboten einer Kalkstein-Formation einzelne Kalksteinschichten ein; dieselben verdanken ihre Entstehung einem vorübergehenden Umschlage der die Gesteinsablagerungen bedingenden Verhältnisse, auf den, wie der Nachwinter auf vorzeitige Frühlingstage, die Rückkehr zu Thonablagerungen immer wieder eintrat. Diese Kalksteine beweisen schon in ihrem unreinen Mineralbestande, dass sie Producte „gemischter“ Bildungsverhältnisse sind; auch ist es sehr wahrscheinlich, dass sie ähnlich wie manche untergeordnete Sand-Ablagerung, nur ganz geringe Erstreckung besitzen. Sie gehören den

Sandigen Kalksteinen an; der ältere der beiden beobachteten Röth-Kalksteine ist zu Zellenkalk geworden und wird als solcher erst weiter unten gekennzeichnet werden. — Die sandigen Kalksteine (überhaupt) stellen sich als Mittelglieder dar zwischen Sandsteinen und Kalksteinen, einzelne von ihnen kann man mit demselben Rechte jenen zurechnen, wie diesen; ihre Bildung wird mehr oder weniger derjenigen der kalkigen Sandsteine entsprochen haben und so finden wir sie denn auch meist mit sandigen und thonigen Schichten in Wechsellagerung (Röth, Lettenkohlengruppe); in der ganzen Schichtenfolge des Muschelkalkes sind sie deshalb selten und sind mir nur zwei Schichten, sogen. Ockerkalk, aus oberem Wellenkalke bekannt geworden. Die innige Verwandtschaft zu Sandstein manifestirt sich bei dem oberen, nicht-

zelligen [1]) Röth - Kalksteine auch in der Unbeständigkeit der Kalk-Menge, indem sich derselbe partieenweise als feinkörniger (Korngr. 0,02 — 0,05) Kalkstein mit untergeordneten Quarzkörnern und Glimmerschuppen erweist, stellenweise aber als kalkiger Sandstein und stellenweise sogar als ein anscheinend cementloser Sandstein; während erstere Partieen sich schnell in verdünnter Essigsäure mit Hinterlassung lockeren Sandes lösen, bleiben letztere als erbsengrosse Brocken zurück, welche erst bei starkem Fingerdrucke zerbrechen und dabei doch immer noch ungleich grosse Stücke geben. — Der Gehalt an Quarzkörnern hat zur Folge, dass die Kalksteine Glas ritzen; die Quarzkörner treten in sehr verschiedenen Grössen auf und sind in der Mehrzahl eckig; neben ihnen finden sich stets auch die gewöhnlichen Uebergemengtheile der Sandsteine: Glimmer und Feldspathe; auch Brauneisen fehlt nie und ist meist sogar in bedeutender Menge und als Färbemittel vorhanden; ihm ist ferner in den betreffenden Gesteinen aus der Lettenkohlengruppe sehr reichlich eine trübe, graue, thonige Substanz gesellt. Der Kalkspath selbst bildet meist feinkörnige Aggregate von anisomerer Structur; sehr selten zeigen die Körner rhomboedrische, dagegen meist abgerundete Contactformen; die Anisomerie sowie der reichliche Gehalt an fremden Mineralien bedingen den vorzugsweise splittrigen Bruch des Gesteins; muschliger Bruch ist selten. [2]) Da die sandigen Kalksteine, abgesehen von denen des Muschelkalkes, Schichten zwischen kalkfreien Gesteinen bilden, so ist ihr Kalkgehalt keinesfalls secundär, was von manchen kalkigen Sandsteinen behauptet werden könnte; doch erlauben die bisher beobachteten Verhältnisse nicht zu entscheiden, ob die protogene (nicht-klastische) Structur des Kalkspathes in diesen Gesteinen primär oder secundär sei.

Von den erwähnten sandigen Röth - Kalksteinen angemeldet, folgte auf die Lehm- und Thonperiode des Röths die grosse Kalk - Periode des Muschelkalkes; an der Basis des mächtigsten Gliedes derselben, des Wellenkalkes, findet sich nun ein 0,5 m mächtiges Schichtensystem dünnschichtiger,

---

[1]) An dem Fundorte („letzter Heller") fehlt Gyps! — Das Gestein bildet eine nur 2 cm mächtige Schicht und ist im frischen Bruche hellgrau.

[2]) In einem ockrig-sandigen Kalksteine des Wellenkalkes fand sich eine hier ungewöhnliche Bestandmasse: in flachem, weitem (faustgrossem) gerundetem Hohlraume ein lockeres, durch Brauneisen gefärbtes und leicht verkittetes Haufwerk von 0,1 — 0,2 mm grossen, zackigen und rauen, an sich farblosen aber trüben Körnern, z. Th. Rhomboëdern (Dolomit?); von denselben lösen sich, wie auch unter dem Mikroskop verfolgt wurde, nur wenige in verdünnter Essigsäure.

ockriger (ockergelber bis brauner) Kalksteine, welche mit grauen Letten wechsellagern; diese sogen. unteren Ockerkalke, auf welche schon im rein stratigraphischen Interesse aufmerksam gemacht worden ist[1]), zeichnen sich durch ihre Structur vor allen anderen Kalksteinschichten aus. Insbesondere die liegendste, nur 5—10 mm dicke, etwas uneben begrenzte, ockergelbe Grenzschicht[2]), zeigt die Structur-Eigenthümlichkeit am schönsten ausgebildet: nämlich **krystallisirtkörnige** Structur; das Gestein besteht vorwaltend aus etwas trüben Kalkspath-Rhomboëdern von selten mehr als 0,015 mm Grösse; sind auch nicht alle Rhomboëder gleich gross (streng isomer), so sind ihre Grössendifferenzen doch gering und zugleich innig vermittelt; Zwillingsbildungen sind an ihnen nie, Spaltbarkeitsspuren selten zu erkennen; da letztere den äusseren Körnergrenzen parallel laufen, so liegt hier das Spalt- oder Grund-Rhomboëder vor, worauf auch die Dimensionsverhältnisse derjenigen rhombischen Schnitte (Diagonalen-Längen 3 : 5) hindeuten, welche parallel den Diagonalen auslöschen; im Contact verkrüppelte Körner sind nur vereinzelt. Das Gestein enthält noch in ungleichmässiger Vertheilung trübe, graue, thonige Substanz, ferner Brauneisen und wasserklare Sandkörner und wird von zahlreichen, bis 1 mm dicken Trümern grobkörnigen, wasserhellen Kalkspathes durchsetzt (ist also zur Zellenkalkbildung geeignet). — Diese krystallisirt-körnige Structur ist nun entschieden protogen; secundär und dem Gesteine durch normalen Metamorphismus ertheilt scheint sie mir schon im Hinblick auf die secundärstruirten Partieen in Kalktuff (s. unten) nicht sein zu können; auch wüsste ich nicht, welcher Grund gegen die primäre Natur sonst vorgebracht werden könnte, man kann ja für eine Bildung des Gesteins durch allmählichen, directen, chemischen Niederschlag keinen vollkommeneren Ausdruck denken als wie diese isomere, krystallisirt-körnige Structur; ich erinnere diesbezüglich nur an die Kalksinter-Ueberzüge von Höhlen-Wänden, mit deren Verhältnissen die betrachtete Gesteinsschicht so viel Analogie besitzt, dass man sie direct als Kalksinter-Schicht bezeichnen könnte.

Die **aphanitischen** (sogen. „dichten"), **isomer-körnigen** Kalksteine, welche den Hauptantheil haben am Aufbau des Wellenkalkes, besitzen trotz ihrer Isomerie und Körnigkeit, in

---

[1]) v. Seebach und Eck, Erläut. z. d. Bl. Nieder-Orschla, Worbis Bleicherode.

[2]) In den hangenden Schichten findet man neben krystallisirtkörnigen Partieen auch reichlich solche mit gerundeten und gesetzlos geformten Körnern.

welchen Punkten sie mit dem vorbeschriebenen Gesteine übereinstimmen, doch eine Structur von ganz abweichender Erscheinung: da ihre Körner regellos geformt und von vorwiegend gerundeten Contactflächen begrenzt sind, welch letzterer Umstand für einen bedeutenden, bei ihrer Ausbildung stattgehabten Druck spricht. Die Isomerie ist nicht immer ganz streng ausgebildet, doch bleibt selbst bei einzelnen bedeutenden Abweichungen der Gesammt-Eindruck derselben entsprechend; auch dürfte der flachmuschlige Bruch auf diesen Umstand zurückzuführen sein; die kleinen Kalkspathkörnchen zeigen sehr gewöhnlich von Spaltbarkeit deutliche Spuren, aber keine von Zwillingsbildung. Trübe, graue Substanz tritt hin und wieder auf, ebenso Brauneisen, doch mag der graue Ton, welchen Dünnschliffe, zumal bei geringer Vergrösserung, bieten, mehr auf Reflexe der Körner-Fugen zurückzuführen sein als auf fremde Substanzen. — Stets und zwar selbst in den nur 5 mm mächtigen „Kalkschiefer"-Schichten ist die Structur richtungslos oder massig und nicht geschichtet oder schiefrig.[1]) Von accessorischen Bestandmassen finden sich Kalkspath-Trümer und -Krystalldrusen (4 R).

In ihrer Structur stimmen diese aphanitischen Kalksteine mit den Quarziten überein, desgleichen mit dem Solenhofener Lithographischen Steine; nur sind sie grobkörniger (0,01 mm mittl. Korngr.) als dieser. Für letzteren gilt bekanntlich in Rücksicht der Art und des Erhaltungszustandes der Petrefacten die Annahme, dass er eine limnische Bildung ist; doch ist damit noch keine Entscheidung über die anderen Bildungsverhältnisse getroffen; auch für den Wellenkalk ist eine Tiefseebildung unwahrscheinlich schon in Berücksichtigung der Wellenfurchen. Diese allgemein bekannten Gebilde fehlen auch dem Göttinger Wellenkalke nicht; mit ihren etwas variablen Dimensions- und Formverhältnissen treten sie in allen Niveaus desselben auf, doch zeigen nicht alle Schichtflächen Wellenfurchen; eine bessere und wahrscheinlichere Erklärung für ihre Bildung zu geben als die allgemein verbreitete, erscheint mir unmöglich; auf Fältelung der Schichten ist die Erscheinung sicher nicht zurückzuführen. — Ihre Ausbildung hing nun entschieden von 2 Umständen ab:

1. Das Meer durfte nicht zu tief sein; das ist nun auch wahrscheinlich nicht der Fall gewesen, in Anbetracht der Thatsache, dass der Wellenkalkbildung eine Strandbildung von Sandsteinen und Thonen (stratigraphisch) unmittelbar vorausgeht; in Folge einer allgemeinen Senkung konnte die Küsten-

[1]) Solchem „Kalkschiefer" entstammt das analysirte Stück No. 3.

linie unter diesen Umständen sehr weit, vielleicht nach Westen, zurückweichen und sich zwischen sie und den District der Wellenkalkablagerung noch eine Region von sandigen Strandbildungen (Muschelsandstein) einschieben, ohne dass der Ablagerungsort des Muschelkalkes in sehr grosse Meeres-Tiefe zu sinken brauchte: weil die stattfindende Senkung des Bodens zum Theil compensirt wurde durch die neu aufgeschütteten Gesteinsmassen. — Es ist ja auch nicht erforderlich, anzunehmen, dass alle Wellen diesen Meeresboden aufrührten, sondern nur die grössten und so gelangen wir unter Beachtung des gültigen Dimensionsverhältnisses von Wellenhöhe zu Wellentiefe = 1 : 350, sowie der Nothwendigkeit, dass die Wellenbewegung den Meeresboden noch mit grosser Intensität treffen musste, zu der Annahme, dass die Wellenkalkbildung sehr wohl in einem Randmeere von den Verhältnissen unserer Nordsee statthaben konnte.[1])

2. Das Kalkstein-Material musste plastisch sein, einem Kalk-Schlamme entsprechen, um dem Wellendrucke sich fügen zu können. Ein derartiger Schlamm resultirt nach den bisher vorliegenden Beobachtungen sowohl auf mechanischem (klastischem) wie chemischem Wege; es kann also der betreffende Schlamm entweder durch Flüsse herbeigeschafft oder im Meere selbst durch Zerstörung kalkiger Organismenreste entstanden sein oder endlich einem chemischen Processe seine Bildung verdanken; dieser Process aber war entweder der der Auflösung, resp. Verwitterung wie bei der sogen. Seekreide (s. unten), wobei der Schlamm den Rückständen einer unvollkommenen Lösung eventuell von Organismen-Resten entspricht, oder der des Niederschlages (Präcipitates). War der Kalkschlamm Product des chemischen Niederschlages, so sind die Wellenkalksteine entschieden protogen, in jedem anderen Falle aber ist ihre jetzt protogene Structur aus deuterogener (klastischer) hervorgegangen, secundär durch moleculare Umlagerung entstanden. Nun sehen wir zwar im Laboratorium

---

[1]) Erd-, resp. Seebeben-Wellen zur Erklärung heranzuziehen, erscheint mir überflüssig. — Bei der z. Th. directen, z. Th. indirecten Abhängigkeit der Wellenrichtungen von der Configuration der Küsten wäre es gewiss interessant zu ermitteln, ob die Wellenfurchen für die einzelnen Gegenden in ihrer Richtung constant bleiben, resp. welche Richtung vorherrsche, ferner ob verschiedenen Richtungen auch verschiedene Ausbildung entspreche; eine Zusammenstellung der Beobachtungs-Resultate aus verschiedenen Gegenden würde dann vielleicht einen Schluss in erwähnter Beziehung erlauben. Bisher scheinen dergleichen Bestimmungen allgemein unterlassen zu sein (Benecke u. Cohen erwähnen a. a. O. pag. 338 nur, dass die Furchenrichtungen beider Schichtflächen oft Winkel mit einander bilden); auch ich muss gestehen, meine Aufmerksamkeit diesem Punkte bisher nicht geschenkt zu haben.

dergleichen Niederschläge entstehen, wenn wir Kalkcarbonat durch geeignete Reagentien aus Lösung fällen, in der Natur aber, wo die Processe viel langwieriger sind, ist noch kein zweifellos (aus Lösung niedergeschlagenes) neugebildetes Kalkspath-Aggregat in Schlammform beobachtet worden. Wo wir in der Natur Kalkspath aus Lösung entstehen sehen, als Kalksinter oder Kalktuff, oder wo solche Bildung nur wahrscheinlich stattgefunden hat, wie bei dem vorbeschriebenen krystallisirt körnigen Kalksteine, sowie in den noch anzuführenden Fällen, da bilden die neuentstandenen Kalkspathindividuen sofort feste, starre Aggregate und keine plastischen Massen.

Aus diesen Gründen erscheint mir die Annahme einer direct protogenen Bildung der Wellenkalksteine sowie aller Kalksteine von gleicher Mikrostructur[1]) durch chemischen Niederschlag aus Lösung unwahrscheinlich; diese Gesteine sind vielmehr aller Wahrscheinlichkeit nach aus einem Kalkschlamme entstanden, welcher durch einen oder eine combinirte Wirkung mehrerer, resp. aller drei der vorher genannten Processe resultirte; bei der Verfestigung desselben konnte allerdings auch in Lösung befindliches Kalkcarbonat mit eingreifen.

Zwischen den dünnschichtigen normalen Wellenkalksteinen finden sich aber auch viele, aus lauter regellos geformten Wülsten zusammengesetzte; denselben ganz ähnliche Schichten („Katzenfels“ der Steinbrecher) kehren im unteren Trochitenkalke wieder. Mit diesen wulstigen Kalksteinen beginnt in der Göttinger Gegend eine Reihe, welche bei Weitem am massigsten entwickelt ist und zu der auch die Kalksteinbildungen des Keupers (der Lettenkohle) und des Lias gehören: das sind die Kalksteine von **ungleichmässiger und wechselnder Structur.** Die meisten untersuchten Kalksteine dieser Art verdanken ihre bezüglichen Structurverhältnisse vorzugsweise **organogener** Bildung und zwar sind sie, den Arten resp. der Vielartigkeit

---

[1]) Aus der Göttinger Gegend ist mir nur noch ein Gestein bekannt, welches in dieser Beziehung und bei einheitlicher Structur der ganzen Masse den typischen Wellenkalksteinen entspricht, ohne dieser Formationsgruppe anzugehören; partiell kehrt die Structur allerdings viel häufiger wieder und würden auch die meisten sandigen Kalksteine, wenn sie nicht eben durch die Sandkörner mikroporphyrisch wären, hierher gehören. Das betreffende Gestein gehört dem untersten Niveau des mittleren Muschelkalkes an, ist hell gelblich, sehr reich an thoniger Substanz und deshalb sehr zäh, bei splittrigem bis muschligem Bruche, und sehr feinkörnig (0,006 mm Korngr.); man hat dasselbe, bis jetzt aber nicht erfolgreich, zur Herstellung hydraulischen Kalkes verwandt und giebt Analyse 6 seinen chemischen Bestand an.

der Petrefacten nach zu urtheilen, deuterogener (klastischer) Entstehung.

Diese deuterogen-organogenen Kalksteine sind aber unter sich wieder von sehr abweichender Structur; mehr noch als die relative Menge der eingeschlossenen Organismenreste ist die Art der letzteren, resp. der von dieser mit abhängige Erhaltungszustand von Einfluss auf den Habitus der Gesteine: da nämlich Gasteropoden-Formen vorzugsweise nur in Steinkernen erhalten zu sein pflegen, die Skelettheile anderer Thiere aber in corpore mit erhaltener organischer oder umgeänderter Structur, so verschafft das Vorherrschen von Gasteropoden unter den Petrefacten-Einschlüssen den betreffenden Gesteinen von denen der anderen abweichende Structurverhältnisse.

Unter den an Gasteropoden-Steinkernen armen Kalksteinen kann man dann wieder nach den Mengenverhältnissen zwischen den organischen Einschlüssen und der verkittenden Masse, resp. Grundmasse unterscheiden. Wo nämlich die Petrefacten ganz bedeutend vorwiegen [1]), da ist von dem nur als Kitt auftretenden, feinkörnigen, aber meist anisomeren, oft etwas mergligen Kalkspath-Aggregate schwer zu sagen, ob und inwieweit es Product chemischen Niederschlages oder mechanischen Absatzes ist; ersterer Process dürfte, schon nach den über Kalksteinbildung vorausgeschickten allgemeinen Bemerkungen, jedenfalls stattgefunden haben. Wo die Petrefacten aber zurücktreten [2]), erscheinen sie als ungleichmässig vertheilte porphyrische Einsprenglinge in einer feinkörnigen (Korngr. 0,005—0,01 mm) Grundmasse, welche an sich einst wohl einem Kalkschlamme entsprach und zur Zeit in den wesentlichsten Verhältnissen mit der Masse eines typischen Wellenkalkes, unter Umständen auch eines sandigen Kalksteins übereinstimmt. Viele Organismenreste sind natürlich in den zufälligen Querschnitten, wie sie sich in den Präparaten bieten, nicht zu deuten [3]); das gilt vor Allem von vielen

---

[1]) Zu solchen (organogen-späthigen) Kalksteinen gehören der Liaskalkstein und die vorzugsweise als Werkstein in Göttinger Gegend verwandte Terebratula-Kalksteinbank des Trochitenkalkes, von welchen beiden Gesteinen die Analysen 1 und 7 den Bestand angeben.

[2]) Das ist der Fall im schon erwähnten sogen. „Katzenfels“ des Trochitenkalkes, ferner in dem bei oberflächlicher Betrachtung ganz isomer erscheinenden „Thonplattenkalkstein“ oder „Uferstein“ (der Steinbrecher) des Nodosenkalkes, s. Anal. 5; auch in den zugleich etwas sandigen Plattenkalken der Lettenkohlengruppe.

[3]) Unter den Organismenresten, welche ihre organische Structur bewahrt haben, fallen auf:

a. im Terebratulakalksteine und im Kalksteine aus der Lettenkohle: blass- bis rosenrothe, zuweilen auch bräunliche Stücke von Cuticulargebilden, welche wahrscheinlich Crustaceen angehört haben;

Organismenresten, welche in ihrer Structur an Bryozoën erinnern. Zu grobkörnigen Aggregaten wasserhellen Kalkspathes werden vor allen anderen gern die Brachiopoden-Schalen *(Terebratula vulgaris)*; neben derartigen Schalen findet man jedoch auch solche, welche noch organische Structur besitzen und doch vielleicht auch demselben Genus angehört haben; letzteres schliesse ich daraus, dass man nicht selten Terebratulaschalen mit noch erhaltenem Perlmutterglanze findet; sie zeigen sich aus zwei oder drei Schichten aufgebaut, von denen die eine aus lauter feinen, der Schalenfläche parallelen Lamellen, die andere aber (wo ich drei Schichten erkennen konnte, dann die beiden äusseren) aus unter sich parallelen, senkrecht zur Schichtfläche gestellten feinen Fasern besteht. Auch die Pentacrinus-Stielstücke (im Liaskalksteine) zeigen sich gern als grosskörnige Aggregate, wobei die einzelnen Körner, den einzelnen Stielgliedern entsprechend, quer zur Stielaxe in die Länge gezogen sind; unerwarteterweise reagiren die Belemniten-Reste auf polarisirtes Licht oft als einheitliche, grosse Individuen.

Wo die Gasteropoden unter den Petrefacten vorherrschen[1]), sind letztere doch selten in so grosser Menge vor-

---

b. im Liaskalksteine: die Gehäuse von *Robulina Goettingensis* Bornem. Dieselben, ganz farblos und wasserhell, leuchten aus dem Aggregate der anderen mehr oder weniger grau bestäubten und dunkel gemusterten. resp getüpfelten Petrefacten hervor; die Gehäuse sind von kleinkörniger Kalksteinmasse erfüllt; man erkennt, wie sich die einzelnen Schalenschichten über einander legten, wobei die äusserste Schicht dem jüngsten Umgange entspricht; die Schale besteht aus feinsten, annähernd einander parallel und dabei senkrecht zur Schalenfläche gestellten Fasern, die nicht immer continuirlich durch alle aufeinanderliegende Schalenschichten hindurchgehen; bei günstigem Querschnitte durch den Nabel beobachtet man zwischen gekreuzten Nicols ein schönes Sphärolith-Kreuz, dessen Arme durch alle, auch die von einander getrennten (äusseren und inneren) Schalentheile gleichsinnig hindurchsetzen; Porencanäle, welche der „Perforation“ entsprächen, habe ich nicht erkennen können.

[1]) Das ist vorzugsweise in denjenigen Schichtkörpern der Fall, die als Aequivalente der „Schaumkalkbänke“ benachbarter Districte gelten. Gleichmässig poröse Gesteine vom petrographischen Charakter des Schaumkalkes sind aus der Göttinger Gegend nur in gering mächtigen (in früheren Jahrzehnten ist allerdings bei Herberhausen, am Wege nach Kerstlingerodefelde, Werkstein gewonnen worden, welcher „sich mit dem Messer schneiden liess“ und der demnach wohl einer mächtigeren Schaumkalkschicht angehörte) und ganz vereinzelt auftretenden Schichten bekannt; nun betrachtet man auch in benachbarten Gegenden als den Schaumkalkbänken stratigraphisch gleichwerthig solche Kalksteinschichten, von meist organisch-feinzelliger Structur, welche sich den eigentlichen Wellenkalkschichten gegenüber durch ihre grössere Mächtigkeit auszeichnen und deshalb zu Werk- und Bausteinen dienen. Dieselben treten aber hier auch so inconstant auf, dass ihr Erscheinen in

handen, dass nur eine untergeordnete Bindemasse zwischen ihnen auftrete; ist letzteres aber der Fall, so dient als Kitt meist nicht die Grundmasse gewöhnlicher Art (Wellenkalkmasse) wie bei den vorbeschriebenen Gesteinen, sondern von jener deutlich unterschiedene, primär protogene Kalkspath-Aggregate; jene Masse aber ist dann in geschichteter (Lagen-) Structur von allerdings meist unebener Contactfläche mit jenen Petrefacten-Aggregaten innig verwachsen, indem sie die äusseren, schützenden Partieen der betreffenden Schichtkörper bildet; da die Petrefacten-Aggregate immer etwas zellig (kleinzellig mit organischen Negativ-Formen) sind, so findet man die betreffenden Schichten in der Hauptmasse kleinzellig mit compacten Lagen an den Schichtflächen. In letzteren treten aber oft auch mikroporphyrisch wasserhelle Flecke von etwas gröberkörnigem Kalkspath-Aggregate auf, die vielleicht als umgewandelte Organismenreste zu deuten sind. Die vorwiegend aus Gasteropoden-Steinkernen aufgebauten Lagen zeigen die Durchschnitte jener mehr oder weniger rundlich; dieselben bestehen meist nur aus höchst feinkörniger, getrübter, thoniger oder mergliger Kalksteinmasse (ehemaligem Schlamme); nicht selten aber beherbergen sie im Innern ein grosses Calcit-Individuum oder letzteres erfüllt auch den Querschnitt ganz allein; Brauneisenlinien grenzen gewöhnlich diese grossen Kalkspath-Individiduen nach Aussen ab und bringen manchmal auch in den dieselben unter Umständen noch umgebenden feinstkörnigen Massen eine concentrische Ringbildung zur Anschauung, die an Oolithe erinnert; die nur durch innigere Imprägnation mit Brauneisen oder auch thoniger Substanz hervorgebrachten Ringe unterscheiden sich von Oolith-Ringen deutlich durch ihren Mangel an radialstrahliger Structur. Als Kitt der Steinkerne tritt nun farbloser, feinkörniger Kalkspath auf, dessen primäre Bildung nicht-klastischer (protogener) Weise ich daraus schliesse, dass er deutlich kranzähnliche Incrustationsringe um die Petrefacten bildet; die gegen 0,05 mm grossen Körner desselben schliessen in diesen Kränzen wie Gewölbesteine aneinander, die Lücken der Kränze aber werden von oft noch grobkörnigerem Aggregate ausgefüllt. Da bei der Herstellung von Dünnschliffen die Querschnitte der Stein-

---

der Göttinger Gegend nicht zur Abgrenzung des oberen vom unteren Wellenkalke dienen kann; wo sollte man z. B. am ganzen Nordrande des Göttinger Waldes die betreffende Grenze hinlegen, da der vollständig entwickelte Wellenkalk hier in seiner ganzen Erstreckung keine einzige Werksteinschicht besitzt? Zur Abgrenzung beider Stufen verhelfen also hier die eben erwähnten Schichten nicht, doch gehören sie da, wo sie überhaupt auftreten, zweifellos dem oberen Wellenkalke an.

kerne meist herausfallen, so findet man in Präparaten oft nur dieses Kitt-Netzwerk. [1])

In den an Gasteropoden-Steinkernen nicht so überreichen Gesteinen [2]) sind dergleichen Incrustationskränze nur stellenweise zu erkennen; die hier [3]) ganz vorwiegend nur von feinkörniger Kalksteinmasse gebildeten Steinkerne unterscheiden sich von der umgebenden Gesteinsmasse (d. h. also dem ehemaligen Kalkschlamme, in welchen die Gasteropoden-Gehäuse eingebettet wurden) nur durch etwas intensivere Trübung, und durch einen Gehalt an etwa 0,002 mm grossen Brauneisenflitterchen, welche sich nach den Grenzen zu zu immer noch lockeren Aggregaten (Grenzlinien) häufen.

Zu den Kalksteinen von ungleichmässiger Structur gehört nun noch der **Oolith**; obgleich ich von solchem in Göttinger Gegend bis jetzt nur ein einziges, zweifellos dem Trochitenkalke entstammendes Lesestück gefunden habe, glaube ich doch desselben Erwähnung thun zu müssen in Rücksicht auf die in neuerer Zeit wieder angeregte Frage der Oolithbildung. [4]) Die Oolithe sind nämlich hier typische Extoolithe Gümbel's und liegen in grosser Anzahl, so dass sie an Masse vorwalten, in einer feinkörnigen Grundmasse, welche, ebenso wie die Gesteinsmasse der Wellenkalke, aus einem Schlamm hervorgegangen zu sein scheint. Als Oolith-Centren finden sich vorwiegend Bruchstücke von Organismenresten, seltener Krystall-Gruppen, welchen letzteren ersichtlich oft auch ein kleines Schalen-Bruchstück als Concretions-Centrum gedient hat. Doch sind nicht alle vorhandenen Organismenreste zu Oolith-Centren geworden, wohl deshalb, weil sie in ihrem Gewichte oder ihrer Form sich nicht dazu eigneten; wie weit jedoch in letzterer Beziehung die Anpassung ging, ist daraus zu erkennen, dass

---

[1]) Von einem Gesteine vorbeschriebener Art giebt Analyse No. 2 den Bestand an.

[2]) Zu ihnen gehören auch sandige Kalkmergel aus dem mittleren Muschelkalke, von mehr oder weniger lockerer Structur und hellgrauer bis gelblicher Färbung.

[3]) Das ist vor Allem in der zu Werksteinen viel benutzten, besonders durch ausgewitterte Trochiten etwas zelligen sogen. Trochitenschicht von Herberhausen (2. Schaumkalkschicht Seebach's) der Fall; die Trochiten-Zellen sind meist von Ocker ausgekleidet, sind aber ganz ungleichmässig über das Gestein vertheilt; die feinzellige Structur einerseits und der Mangel an grobkörnigen Kalkspathpartieen im Gesteine selbst andererseits mögen bedingen, dass die Werksteine aus dieser Schicht leichter bearbeitbar sind als die aus der erwähnten Terebratulabank des Trochitenkalkes; jene Werksteine nutzen sich (mechanisch) aber auch dreimal schneller ab; die Wetterbeständigkeit ist bei beiden gleich gross.

[4]) Loretz, diese Zeitschr. Bd. XXX. u. XXXI.

ein in grobkörnigen Kalkspath umgesetztes Schalenstück eines Zweischalers, dessen Querschnitt, allein soweit er in das Präparat fällt, 3 mm Länge bei nur 0,3 mm Breite besitzt, von einer dünnschaligen (0,04 mm dicken) oolithähnlichen Randzone umgeben ist. Meist sind aber die Organismenreste mehr isometrischen Dimensionen genähert und ergänzt zunächst in nur radialfasriger Structur die Oolithsubstanz die regellose Form des Petrefacten-Bruchstückes zu einer gerundeten, eiförmigen bis mehr kugligen; erst nachdem diese Rundung erreicht und die erste Bildungsperiode damit abgeschlossen ist, tritt in den sich anschliessenden äusseren Zonen concentrisch-schaliger Bau in Verbindung mit der radialfasrigen Structur auf; diese äusseren Zonen, welche in ihrer schaligen Structur auf intermittirende Bildung, resp. Periodicität hinweisen, sind bis auf die äusserste immer intensiv bestäubt und durch Brauneisen imprägnirt; wegen dieser Imprägnation heben sie sich auch gegenseitig im Bilde gut ab; die Zahl und Dicke solcher Oolith-Kränze variirt, fast keiner erreicht 0,01 mm Dicke, alle zusammen gewöhnlich 0,15 mm. Die Dicke der Oolithfasern ist nicht messbar. Die äusserste, oft nur 0,005 mm breite Oolith-Zone aber ist fast immer wasserhell, Brauneisen-frei, und endet oft zackig, nicht in stetiger Curve. Als vollkommenste und ebenmässigste Oolithe stellen sich diejenigen dar, welche eine Krystallgruppe beherbergen; dieselben besitzen 0,5 — 1,5 mm Durchmesser; von mechanischen Störungen sind die Oolithe auch hier betroffen worden und zeigen dieselben Verdrückungserscheinungen, so wie schlechte Springringe, in ganz ähnlicher Weise, wie solche Loretz a. a. O. abbildet. Die meisten Oolithe haben aber ersichtlich seit der Zeit ihrer Bildung und Einlagerung in den Kalkschlamm noch manche verändernde Einflüsse erfahren; viele Organismenreste (Stücke von Zweischalern und Bryozoen) haben ihre organische Structur verloren und sind zu Kalkspath-Individuen oder dergleichen grob-, aber anisomer-körnigen Aggregaten geworden; die nächstfolgende (innere), zurundende Oolithzone hat zuweilen statt radialfasriger feinstkörnige Structur (Korngrösse 0,0003 — 0,0010 mm) angenommen. Auch die Krystallgruppen sind selten noch frisch; ursprünglich bestanden dieselben aus 0,05 — 0,1 mm grossen, wasserhellen Krystallen, anscheinend spitzrhomboëdrischer Form, und strecken die immer durch auf den Fugen zwischengelagertes Brauneisen sich gegenseitig scharf abhebenden Krystalle ihre Spitzen oft bis weit in die äusseren concentrisch-schaligen Oolith-Zonen hinein; diese Krystalle, welche doch wohl einem Carbonate, wahrscheinlich dem Kalkspathe, angehörten, reagiren aber jetzt auf polarisirtes Licht sehr selten noch einheitlich, zuweilen noch in

grösserer Erstreckung, meist aber sind auch sie in ein feinkörniges Aggregat umgesetzt.

Als von wechselnder Structur in den verschiedenen Partieen sind nun noch zwei Kalksteinvarietäten anzuführen, welche diesen Umstand wesentlich secundären Einflüssen verdanken:

Zellenkalkstein. Die Zellenkalksteine bestehen bekanntlich aus zweierlei, mit einander in Maschenstructur verbundenem Kalkcarbonat-Materiale; beiderlei Kalksubstanzen müssen in ihrer Empfindlichkeit gegen die Verwitterungsagentien unter einander verschieden, d. h. die Gewebesubstanz muss widerstandsfähiger sein und können, aber müssen nicht, auch in Structur, Färbung und Bildungsalter, von einander abweichen. Durch Auswitterung der Maschen-Einschlüsse, während das Maschengewebe noch Widerstand leistet, werden sie erst zu Zellenkalksteinen oder Zellenkalken; als solche sind sie demnach entschieden secundäre Gebilde, Producte der Verwitterung. — Die Frage, ob alle Kalksteine, d. h. Kalksteine der verschiedenen Varietäten, bei der Verwitterung zu Zellenkalken werden können, ist daher dahin zu beantworten, dass nothwendige Vorbedingung die erwähnte Maschenstructur (von dauerhafterer Gewebesubstanz) ist; eine derartige, geeignete Maschenstructur können Kalksteine nun entweder bei ihrer Bildung (primär) erhalten haben, wie Breccien, Conglomerate, deuterogen-organogene Kalksteine (Haufwerke zusammengeschwemmter Organismenreste) oder sie kann ihnen, und das ist das Gewöhnlichere, durch mechanische Beeinflussung secundär zu Theil werden, wenn eine ausgedehnte Spaltenbildung bewirkt wurde, welcher die Spaltenausfüllung durch neugebildeten Kalkspath folgte. Gegen solche mechanische Einwirkung dürfte einzig der erdige Kalkstein (Kreide) nicht in geeigneter Weise reagiren und deshalb er allein [1]) zur Ausbildung einer zelligen Verwitterungsfacies nicht gelangen. Dass aber die mechanischen Beeinflussungen zur Entwickelung einer secundären maschigen Structur und also mittelbar zur Zellenkalk-Bildung nothwendig sind, wird uns einen Umstand leicht erklärlich erscheinen lassen, welchen schon E. Beyrich [2]) betonte,

---

[1]) Auch grobkörnig isomeren Gesteinen (Marmor) kann die Fähigkeit, zu Zellenkalken zu werden, nicht abgesprochen werden. Bei Christiania am Tonsen Aas findet sich z. B. ein von A. Penck im Nyt Magazin f. Naturvid. 1879. pag. 74 erwähnter, aus Silurischem Kalksteine durch Contact-Metamorphose hervorgegangener grauer Marmor, welcher von an Skapolith (Dipyr) besonders reichen Trümern durchwebt ist; zwischen den Trümern wittert der Marmor leicht aus und strecken die Skapolithe dann ihre Säulenenden von den zu Zellenwänden gewordenen Trümern aus in die weiten Zellen hinein.

[2]) Diese Zeitschr. Bd. XVIII. pag. 391.

dass sich nämlich die Zellenkalke und Zellendolomite häufig im Hangenden von Gyps- und Anhydritmassen finden, wo sie den durch die Umsetzungs- und Auslaugungsprocesse der letzteren veranlassten, andauernden, mechanischen Beeinflussungen ausgesetzt waren.

Diese Voraussetzung maschiger Structur, die von Neminar [1]) bei seiner Darlegung des bei der Zellenkalkbildung vor sich gehenden chemischen Processes wenig beachtet worden ist, glaube ich besonders betonen zu müssen, selbst wenn dies trivial erscheinen sollte, weil nämlich nur in Anerkennung dieser Vorbedingung erklärlich wird, warum wir nicht überall, wo Kalksteine anstehen und also auch in Verwitterung begriffen sind, eine Zellenkalk-Facies antreffen, ferner aber, weil Neminar's Behauptung, dass Zellenkalke „überall entstehen können, wo Kalksteine den Einflüssen atmosphärischer Gewässer ausgesetzt erscheinen", zu der Annahme führt, dass die persistirenden Zellenwände erst bei der Zellenkalkbildung selbst entstehen. Ich will jedoch damit nicht leugnen, dass bei Gelegenheit der eigentlichen Zellen-Auslaugung nicht auch Neubildungen im Gesteine abgelagert werden könnten, aber das sind dann vorzugsweise Ausflüsse complicirter Verwitterung, unter Umständen der Dolomitisirung, und stehen dieselben ausser Zusammenhang mit der eigentlichen Zellenkalkbildung, wie sich das auch in der Structur ausspricht.

Die Abscheidung des Kalkspathes auf dem Trümernetze ist jedenfalls unter ganz denselben Bedingungen erfolgt wie diejenige auf den vereinzelten Trümern, welche wohl in wenigen Kalksteinen ganz fehlen. So alltäglich wie uns die Kalkspathtrümer in Kalksteinen erscheinen, so räthselhaft ist eigentlich im Grunde genommen ihre Bildung noch; ein Verlust an Lösungsmittel mitten im Gesteine ist ja nicht anzunehmen; eine Umsetzung scheint, dem mikroskopischen Befunde nach, nur in den seltensten Fällen stattgefunden zu haben und auch dann nicht die einzige Ursache der Abscheidung gewesen zu sein; dass Modificationen von Druck und Temperatur ihre Urheber [2]) sind, ist ja sehr wahrscheinlich, aber es fehlt uns vor der Hand jeder exacte Anhalt zu ihrer Beurtheilung und bleiben, bis dieser beschafft ist, die Kalkspathtrümer im Kalksteine nicht mehr und nicht minder räthselhafte Gebilde, als wie die oben erwähnten Gypstrümer im Gypsfelsen. An dem typischen Zellenkalke der Göttinger Gegend, der dem mittleren

---

[1]) Tschermak's Mineral. Mitth. 1875. pag. 251.

[2]) Dass die Lösungen aus Regionen von sehr differentem Drucke, resp. Temperaturgrade herkommen, ist nur in wenigen Fällen wahrscheinlich zu machen.

Muschelkalke angehört und sich hier gerade so wie in anderen Gegenden [1]) für diese Formations-Gruppe als ganz charakteristisches Glied darstellt, lassen sich jedoch einige beachtenswerthe Andeutungen über das Material der Zellenwände erkennen, weshalb ich eine eingehendere Schilderung dieses Gesteins zu geben wage.

Das Gestein tritt in ziemlich constantem Niveau auf, ein Umstand, welcher schon eine generelle Disposition zu Zellenbildung wahrscheinlich macht und letztere nicht als eine zufällige Verwitterungserscheinung ansehen lässt; es findet sich nicht bloss in vereinzelten Blöcken, sondern den Reliefformen nach zu urtheilen setzt es nicht selten in continuirlicher Schicht weiter fort; so beobachtet man z. B., dass an secundären Kuppen, deren Spitze aus Trochitenkalk besteht, eine meist deutlich abgehobene, etwa 5 m niedriger gelegene Terrasse von Zellenkalk gebildet wird. Gyps scheint betreffs dieser Gesteinsschicht an der Bildung des Spaltennetzes nicht betheiligt, denn von ihm ist keine Spur im mittleren Muschelkalk zu finden; als Liegendes treffen wir aber mehr oder weniger schiefrige Kalkmergel in mächtigem Schichtensysteme, die durch ihren geringen Widerstand gegen Erosions-Einflüsse eine ebenso wenig stabile Unterlage zu bieten scheinen wie unter Umständen der Gyps.

In dem hellgelben Gesteine finden sich nun Zellen von jeder Form und Grösse, bei sehr wechselnden Massenverhältnissen zwischen Hohlräumen und compactem Gesteine; weitaus die meisten Zellen aber sind eckig bei ziemlich ebenen, immer von einem etwas ockrig-thonigen Bestege bekleideten Zellwänden; wasserheller Kalkspath bildet hin und wieder kleinkörnige Drusen. Dass eine primäre, heterogene Breccie [2]) vorliege, habe ich wohl an einem Vorkommen makro- und mikroskopisch erkennen können, an vielen anderen aber nicht; aber auch bei jenem einen stellen sich diejenigen Kalkspathtrümer, welche später zu Zellenwänden werden, nicht als Kittmassen der primären Breccie dar, sondern als Füllmassen neuer Klüfte und Spalten, welche alle Verwerfungs-, Auskeilungs- und Zertrümmerungs-Erscheinungen in derselben Vollkommenheit, nur in verjüngtem Maassstabe erkennen lassen, wie viele Erzgänge; bei jenem Vorkommen spricht sich die Heterogenität unter dem Mikroskop nur durch den Reichthum

---

[1]) Selbst noch in der Gegend von Heidelberg ist er nach Benecke und Cohen, a. a. O. pag. 369, charakteristisch für den mittleren Muschelkalk.

[2]) Den Zellenkalken von Heidelberg liegt nach Benecke und Cohen eine solche Breccie von Mergel- oder Thongestein zu Grunde.

einzelner Partieen an Quarzkörnern aus; Gesteinsbruchstücke und primäre Kittmasse ähneln in allen übrigen wesentlichen Beziehungen einander vollständig und die Structur ist wie bei den anderen Vorkommen, durch das „Hauptgestein“ hindurch ganz einheitlich, etwas anisomer körnig (Korngr. 0,1—0,2 mm), aber die Körner in der Weise, wie bei Gyps, regellos begrenzt, so dass sie vorwaltend zackig und eckig erscheinen und vielfach in einander greifen; diese Körner besitzen also auch „Contactformen“, aber während wir bei anderen körnigen Gesteinen, wie Gyps, Quarzit, Marmor und „Wellenkalk“, die unregelmässig geformten Körner vorzugsweise abgerundet und rundlich finden, sind sie hier ebenso wie stellenweise im Gyps und im Kalktuff eckig und ausgezackt; Contactformen repräsentiren sie in beiden Fällen, aber jene machen den Eindruck, dass sie unter bedeutend höherem, allseitigem Drucke gebildet worden sind als wie diese, und besitzt das Gefüge der letzteren schon deshalb einen lockeren und leichten Habitus. In Folge dessen macht die Grundmasse den Eindruck, dass sie reich an Poren und Capillarräumen sei und dass das Gefüge allein schon ihre geringere Widerstandsfähigkeit gegen die Verwitterungsagentien bedinge, wenigstens in entschieden höherem Grade als ihr chemischer Bestand.[1]) Dieses „Grundgesteins“-Gemenge erscheint im durchfallenden Lichte ziemlich gleichmässig bräunlich, mit einem durch beigemengte trübende Substanz bedingten grauen Tone; auf diesem Grunde heben sich nun die wasserhellen, bis 2 mm mächtigen Kalkspath-Trümer sehr schön ab; die Individuen dieser Trümer sind meist geradlinig und eckig begrenzt und von sehr verschiedener Grösse. Als eine ganz gewöhnliche Erscheinung kann man nun erkennen, wie die Individuen der Trümer sich nach den angrenzenden Individuen des „Grundgesteins“ optisch orientirt haben[2]); es hat da z. Th. ein „Weiterwachsen“ stattgefunden, so dass die an den Klüften liegenden Körner des Grundgesteins eine Verlängerung senkrecht zur Kluftfläche erfahren haben, z. Th. aber ein Ausheilen des durch die Kluft aufgehobenen Zusammenhanges der Individuen; so ist z. B. ein

---

[1]) In verdünnter Essigsäure sind Grundmassen- wie Trum-Partikel in gleicher Vollkommenheit löslich, demnach wahrscheinlich nicht von sehr verschiedenem chemischen Bestande.

[2]) Dieselbe Erscheinung habe ich auch in einzelnen anderen Kalksteinen, u. a. im Liaskalksteine, beobachtet, dessen meist sehr getrübte Gesteinsmasse von wasserhellen Kalkspathtrümern durchsetzt wird; innerhalb dieses Gesteins sind viele Organismenreste ganz grobspäthig geworden; soweit nun ein Trum an solch grossem Individuum angrenzt, ist es in der ganzen Erstreckung von gleicher optischer Orientirung, trotz einer die beiden Massen gewöhnlich scheidenden Brauneisenlinie.

Individuum des „Grundgesteins“ von etwa 0,5 mm jetziger Gesammtlänge durch zwei spitzwinklig zu einander stehende Spalten von je etwa 0,1 mm Breite in 3 Stücke zerrissen gewesen, durch die Trumsubstanz aber wieder einheitlich zusammengeheilt, indem letztere auf die Erstreckung hin, in welcher jenes die Spaltwände bildet, sich gleichsinnig orientirt hat.[1]) Zuweilen ist die Grenze des Trums durch eine Brauneisenlinie markirt; auch sind Perioden der Ausfüllung in grösseren Trümern dadurch angezeigt, dass eine kleinerkörnige Randschicht durch eine, eventuell von einem dünnen Mergelbesteg begleitete Brauneisenlinie vom gröberkörnigen Innern getrennt ist; solch ockriger Mergelbesteg legt sich aber manchmal auch direct an die Trumwand an und konnte in solchem Falle natürlich kein Weiterwachsen der Individuen der „Grundmasse“ stattfinden. Letzterer entstammt ersichtlich das Brauneisen, denn dieselbe ist oft in einer (bis 0,1 mm breiten) Zone längs der Spaltenwände von Brauneisen befreit, wonach die durch die trübende kaolinische Materie bedingte graue Färbung mehr hervortritt. Noch eine andere Erscheinung dieser Randzonen um die Trümer, sowie auch oft um die Zellenräume herum, die allerdings nicht immer zu bemerken ist, ist wohl beachtenswerth: es besitzen da nicht selten die Kalkspathindividuen der „Grundmasse“ anscheinend stenglige Structur, wobei die zuweilen fast parallel, zuweilen fächerförmig geordneten „Stengel“ oft nahezu senkrecht zu den Spaltenwänden stehen; durch die Spaltbarkeit der Individuen kann diese Erscheinung schon deshalb nicht bedingt sein, weil die trüben, dunklen „Stengelgrenzen oder Faserlinien“ nicht selten convergiren; im polarisirten Lichte erweisen sich die betreffenden „gefaserten“ Körner noch einheitlich.

Die Zellenbildung, resp. -auszehrung beginnt ganz unabhängig von der Anordnung der Trümer an beliebiger Stelle des Grundmassengemenges und besitzen die Querschnitte entstehender Zellen auch ganz regellose Formen. Wo die Trümer schon zu freien Zellwänden geworden sind, bestehen sie doch nie einzig aus der wasserhellen Trummasse, sondern sie führen stets als Besatz diejenige Zone des Grundmassengemenges, als deren weitergewachsene Partieen sich die Individuen der Trümer darstellen; anstatt zur Resorption der Grundmasse beizutragen, wie manche glauben könnten, bilden die Trümer also sogar einen Schutz für die ihnen verbundenen Grundmassen-Körner gegen die Erosion.

---

[1]) Merkwürdigerweise zeigen aber die neueingewachsenen Partieen lamellare Zwillings-Einschaltung, wovon das alte Individuum keine Spur verräth; lamellarer Zwillingsbau ist übrigens bei den Individuen der Trümer ebenso selten, wie in der „Grundmasse“.

Die vorbeschriebenen Verhältnisse scheinen mir nun die an sich schon wahrscheinliche Annahme, dass das Material der Spaltenausfüllung dem umgebenden Gesteine entstamme und gewissermaassen aus letzterem „ausgeschwitzt“ sei, zu kräftigen, zumal die capillaren Canäle, auf welchen es in die Spalträume gelangte, in den oben erwähnten „Stengel- oder Faserlinien“ stellenweise direct erkennbar sind; wenigstens erscheint mir die Deutung der letzteren als erweiterte Capillarröhren am Wahrscheinlichsten; eine directe Resorption des Grundmassengemenges von den Spalträumen aus hat nicht stattgefunden, im Gegentheil ist die anliegende Zone mehr gefestigt worden, dafür aber wahrscheinlich eine capillare Auslaugung. Wodurch wurde nun die in den Capillarröhren gelöste Substanz gezwungen, sich auf den weiteren Spalträumen wieder niederzuschlagen? Der Atmosphärendruck und der Temperaturgrad wird in beiden Räumen derselbe gewesen sein, kann also nicht die Schuld tragen; an gegenseitige Reactionen verschiedenartiger Lösungen, die bei Füllung mancher Erz- und granitoïdischen Gänge [1]) vorzugsweise betheiligt scheinen, ist nicht zu denken; die Annahme aber, dass die Spalträume zur betreffenden Bildungszeit trocken waren und auf ihnen ein Luftzug circulirte, welcher den aus den Poren ausfliessenden Lösungen Flüssigkeit, also Lösungsmittel raubte, erscheint mir für die Erklärung ganz untauglich, denn wie sollte auf dem vielverschlungenen Spaltennetze ein wirksamer Luftzug resultiren, der auch den auf sich bald auskeilenden Trümern befindlichen Lösungen das Wasser entzog; die Carbonatbildung hätte sehr bald vielfache Verstopfungen herbeiführen müssen; auch wäre ein Ausheilen zerrissener Körner, wie des oben geschilderten in drei Theile zerrissenen, in einer trockenen Spalte höchst wunderbar. Wir dürfen viel eher annehmen, dass auch die Spalträume von Gebirgsflüssigkeit erfüllt waren. — Ich erblicke die einzig wahrscheinliche Ursache in Capillarwirkungen: Druck ist ja nur ein Ausfluss der Anziehungskraft und die Adhäsion eine besondere Erscheinung dieser. Mit Erhöhung des Druckes wächst aber aller Wahrscheinlichkeit nach die Lösungskraft von Flüssigkeiten; unter der bedeutenden Capillaradhäsion können also die Gebirgsflüssigkeiten mehr Kalkcarbonat auflösen; durch Diffusion gelangt die gelöste Substanz aber in die weiteren Spalträume, wo sie nicht mehr in Lösung gehalten werden kann und zum Niederschlag gelangt.

Diese Art der Bildung erscheint mir aber die wahrschein-

---

[1]) Herm. Credner, Die granitischen Gänge d. sächs. Granulitgebirges; diese Zeitschr. 1875. pag. 104.

liche zu sein nicht bloss bei Trümern in Gesteinen gleicher Substanz, wie bei Kalkspathtrümern im Kalkstein, bei Gypstrümern in Gypsfelsen, sondern auch da, wo die Trumsubstanz nur um Weniges von der des Gesteins abweicht: nämlich bei den um ein Geringes Magnesia-reicheren Trümern im Kalksteine. Die übliche Erklärung ihrer Bildung in der Weise, dass leichter Lösliches (Kalkcarbonat) gegen schwerer Lösliches (Dolomitspath) ausgetauscht und letzteres deshalb niedergeschlagen worden sei, kann mir nur dann genügen, wenn wirklich Dolomitspath (wie in dem oben erwähnten, von Hausmann beschriebenen Dolomite) abgeschieden worden ist und nicht ein nur um einige Procent [1]) Magnesia reicherer Kalkspath (resp. ein Gemenge von viel Kalkspath mit wenig Dolomithspath); man müsste denn annehmen wollen, dass Magnesiacarbonat, selbst in geringster Menge zu Kalkcarbonatlösung gebracht, einen Niederschlag des letzteren in variabler und unberechenbarer, aber verhältnissmässig bedeutender Menge bewirke.

Die im Göttinger Röth gefundenen Zellenkalke entsprechen dem vorstehend geschilderten normalen Zellenkalke nicht in allen Verhältnissen; es ist jedoch zu bedenken, dass ich im Röth bis jetzt nur an zwei Stellen Zellenkalke und zwar dieselben nicht anstehend, sondern in losen Blöcken gefunden habe, dass ich demzufolge ein sicheres Urtheil über dieselben im Allgemeinen noch nicht fällen kann. [2]) — An dem einen Fundpunkte („letzter Heller") fehlt Gyps und ist der ganze Röth auf etwa 15 m Mächtigkeit zusammengeschrumpft; da ist der Zellenkalk eine eigentliche Kalksteinbreccie mit reichlichem Kalkstein-Bindemittel; die Breccienstücke gehörten einem feinkörnigen (0,01 mm Korngr.), sandigen und von Brauneisen innig imprägnirten Kalksteine von dunkler Farbe an und werden dieselben durch etwas helleren, ockrigen, etwas anisomer körnigen Kalkstein (Korngr. 0,02 — 0,04 mm) verkittet, welcher etwas ärmer an Quarzkörnern und Brauneisen ist als jene; eigentliche Kalkspathtrümer fehlen hier; Zellenräume ganz regelloser, aber meist gerundeter Gestalt entstehen

---

[1]) In dem von Neminar, a. a. O. pag. 264, analysirten Zellenkalke von Kalksburg z. B. verhalten sich Kalkcarbonat zu Magnesiacarbonat im unveränderten Gesteine wie 100 : 15,14, in den Zellwänden wie 100 : 21.87.

[2]) Deshalb lässt sich auch nicht entscheiden, ob dieselben dem Rhipocorallien-Dolomite entsprechen, was allerdings nach der Erläuter. z. Bl. Nieder-Orschla wahrscheinlich der Fall ist; Petrefacten sind bis jetzt nicht darin gefunden; — man könnte auch versuchen, eine Parallele zu dem von Benecke und Cohen, a. a. O. pag. 369, aus dem „Wellendolomit" von Heidelberg beschriebenen Zellenkalke zu ziehen.

anscheinend in beiderlei Gesteinsgemenge, vorzugsweise aber innerhalb der Breccienstücke; sie werden aber oft wieder ganz oder theilweise, im letzteren Falle bei maschiger Structur, ausgefüllt durch neugebildete, körnige, z. Th. in Rhomboëdern auftretende, farblose Carbonat-Aggregate, deren Körner selten 0,1 mm Durchmesser erreichen. Die Füllung dieser Hohlräume ist aller Wahrscheinlichkeit nach auf dieselbe Weise erfolgt, wie die der Spalträume und der Trümer in anderen Kalksteinen.

Die dem Gypse von Eddigehausen vergesellschafteten Zellenkalke dagegen besitzen grosse Zellen mit ebenen Wänden, auf welchen sich zuweilen Drusen von wasserhellen, aber undeutlichen, bis 1 mm grossen Kalkspathkrystallen finden; meist sind jedoch die Zellenwände von röthlichen Thonhüllen bedeckt. Das Gestein erweist sich als wesentlich nur noch aus dem Trümernetze und den, substantiell und histologisch dem letzteren ähnlichen Neubildungen bestehend; die Analyse (No. 4) ergab, dass dieses Gestein, wenn auch noch kein Dolomit, doch das Magnesia-reichste unter den analysirten Gesteinen ist. Die neugebildeten Carbonate, inclusive den Trumfüllungen, sind grob- (Korngr. 0,5 mm) und krystallisirt-körnig, dabei wasserhell; von dem „Grundmassen"-Gemenge von 0,002 bis 0,01 mm Korngr. sind nur noch dürftige Reste vorhanden, welche durch graue, grieselige (kaolinische) Substanz intensiv getrübt sind (insbesondere in ihren Randpartieen); in ähnlicher Weise wie letztere ist auch das Brauneisen vertheilt. Quarzkörner, welche kaum 0,1 mm Grösse erreichen, finden sich in spärlicher Anzahl sowohl in der „Grundmasse" wie in den Neubildungen.

Kalktuff. Dieser und der Kalksinter sind die protogenen Kalksteine κατ' ἐξοχήν, an deren Bildungsweise durch Abscheidung aus Lösung wohl nie ein Zweifel erhoben worden ist; die Bildungsart aber sowie die ökonomische Wichtigkeit der Göttinger Kalktuffe hat verhältnissmässig früh und ehe es noch eine Geologie als Wissenschaft gab, literarisches Interesse erregt [1]); und das, was Vogel vor mehr als 100 Jahren schon im Titel seiner Dissertation ausdrückte, ist die noch zu Recht bestehende allgemein anerkannte Ansicht von der Kalktuffbildung: als Incrustat; zweifellos ist die Vegetation [2]) bei dem Bildungsprocesse der hiesigen Tuffe vorzugsweise betheiligt. Die Tuffe finden sich im Göttinger Gebiete ziemlich in allen Thälern und steigen sie in manchen bis zu bedeutenden

---

[1]) Rud. Aug. Vogel: de incrustato agri Gottingensis, 1756. — Andreae: Abhandl. über Erdarten etc., 1769.

[2]) Vergl. auch F. Cohn in N. Jahrb. f. Min. 1864. pag. 580.

relativen Höhen hinauf, so bei Mariaspring bis zu 50 m über dem Leinespiegel (westlich davon); dieses Hinaufsteigen erklärt sich dadurch, dass die betreffenden Tuffmassen Niederschläge aus Quellen sind, wie man das am deutlichsten am Ostabhang des langen Berges (westl. von Harste) beobachten kann, wo 10 m über der Thalsohle von einer Quelle Tuff in ziemlicher Massigkeit abgeschieden ist. Ausser diesen Quelltuffen finden sich aber im Grunde der Thäler auch ausgedehnte Tuffmassen, welche gewöhnlich Schichtung besitzen, und zu deren Erklärung oft (Rossdorf, Lenglern) die Annahme eines Baches nicht ausreicht, sondern eine Aufstauung des Wassers zu einem See herangezogen werden muss. Die Mächtigkeit dieser letzteren Massen ist unbekannt, sicherlich aber nach der Form des Untergrundes wechselnd; wohl selten dürfte sie bis 5 m betragen; das Liegende derselben soll aus Thon bestehen. Wie die meisten Kalktuffe sind auch die Göttinger hell, gelblich oder graulich weiss.

Die Bildung der Tuffe geht noch jetzt fort; wie weit ihre Bildung zurückreicht, lässt sich nicht erkennen; bis jetzt sind noch nicht einmal zweifellos diluviale Thierreste in ihnen gefunden, während doch wahrscheinlich schon von der Zeit an, als die Göttinger Gegend dem Meere entstieg, also von dem Dogger an, kalkreiche Quellen im Muschelkalke entsprungen sein werden und eine Kalktuffbildung damit ermöglicht war. Den Grund dieses Fehlens älterer Tuffablagerungen kann ich nicht einem Zufalle zuschreiben, welcher sie bis jetzt unseren Augen verborgen hätte, sondern erblicke ihn in der grossen Hinfälligkeit des Tuffes gegenüber den Agentien der Verwitterung, in der er dem Gypse fast gleichkommt und alle anderen Kalksteine schon aus dem Grunde übertrifft, weil er durch seine hochgradig zellige und röhrige Structur den Verwitterungs-Agentien eine ungewöhnlich grosse Angriffsfläche bietet. Für diese Hinfälligkeit giebt es verschiedenerlei Beweise. Zunächst machen die Kalktuffe schon in ihrer Mikrostructur den Eindruck, dass ihre Bildung und Umbildung nie geruht habe; Isomerie, welche vorzugsweise als ein Zeichen von in der Art und Zeit einheitlicher Bildung betrachtet werden darf, besitzen seine Constituenten in nur sehr geringen Partieen; die Korngrösse in dem hier als Baustein beliebten und von mir schon in meiner Gesteinskunde charakterisirten Kalktuffe von Rossdorf z. B. schwankt zwischen 0,005 und 0,200 mm. Aber auch in jeder anderen Beziehung bieten die Dünnschliffe ein unruhiges Bild: in der Form der Individuen und der Art der Lagerung, selbst in der ungleichmässigen Vertheilung der trübenden, kaolinischen, staubähnlichen Substanz. Die ersten Incrustationsschalen sind meist noch deutlich

zu erkennen und werden dieselben in ihrer Schalen- wie auch Faser-Structur vorzugsweise durch die entsprechende Vertheilung der erwähnten Substanz hervorgehoben, während sie sich im polarisirten Lichte meist schon als regellos körnig struirt (umgelagert) erweisen. Die Zellen und Lufträume entsprechen nun aber nicht immer den ehemals von vegetabilischer Substanz eingenommenen Räumen; in Tuffen, wie dem bei Luisenhall z. B., welcher sich als ein grobstengliges Haufwerk von Schilf-Stengel- und -Blätter-Incrustationen darstellt, kann man allerdings dieses Verhältniss erkennen; da hat der Kalktuff nicht bloss äusserlich die Schilfstengel, sondern auch ihr Inneres incrustirt und die Negativform der organischen Substanz stellt eine schmale Röhre mit einem wiederum hohlen Kalktuff-Kerncylinder dar. Im Tuff von Rossdorf dagegen entsprechen die Zellenräume meist nur den bei der ursprünglichen Incrustation und dem Verwachsen der incrustirten Partieen abgeschlossenen Lücken, wie daraus ersichtlich ist, dass die runden Bogen der schaligen, meist bis 0,2 mm dicken Incrustate, im Falle viele solcher Bogentheile sich zu einer in sich zurückkehrenden complicirten Linie reihen, nicht ihre concaven, sondern ihre convexen Seiten dem von dieser Linie umschlossenen Zellenraume zukehren; die von vegetabilischer Substanz ehemals eingenommenen Räume sind dagegen hier von einem verhältnissmässig sehr grobkörnigen Kalkspathgemenge erfüllt. Dieser Umstand allein beweist schon, dass nach der primären Bildung des Kalktuffs secundärer Niederschlag von Kalkspath erfolgte und die secundäre Einlagerung wird jedenfalls mit einer fortdauernden Umlagerung der Moleküle verbunden gewesen sein, welche Annahme nicht nur in Anbetracht des Umstandes Wahrscheinlichkeit besitzt, dass jede Spur von vegetabilischer Form und Structur, mit Ausnahme erwähnter Incrustations-Ringe, verloren gegangen ist, sondern auch in Rücksicht darauf, dass die verwesenden vegetabilischen Reste den Kalktuff lockernde, lösende und umsetzende Reagentien liefern mussten. Die Individuen in den grobkörnigeren, richtungslos struirten Partieen erinnern auch in ihren ganz gesetzlosen, ausgezackten, nie abgerundeten Conturen an die grossen Individuen im Gyps, von denen sich gleichfalls eine Entstehung durch secundäre Umlagerung als wahrscheinlich herausstellte. — Hin und wieder findet man Quarzkörner, und bleibt auch beim Auflösen in verdünnter Essigsäure ein geringer sandiger Rückstand.

Ein zweiter Grund, dem Kalktuffe eine grosse Hinfälligkeit zuzuschreiben, bietet sich bei Betrachtung der Festigkeitsverhältnisse; die auf erhöhter, trockener Lagerstätte ruhenden Tuffe, welche neben der chemischen Einwirkung des Regen-

wassers der mechanischen Erosionsthätigkeit exponirter sind als die tiefliegenden und denen aus diesem Grunde kein hohes Alter zuzusichern geht, sind immer hart und spröd; sie werden deshalb als Bausteine verachtet, denn sie lassen sich sehr schlecht zurichten, und werden ihnen die Tuffe aus dem Thalgrunde, insbesondere von Rossdorf, vorgezogen, ein Baumaterial, um welches Göttingen von anderen Städten beneidet werden kann; insbesondere in Combination mit dem Bausteine des Buntsandsteins eignet es sich in ungewöhnlicher Weise zur Aufführung von Wohngebäuden, denn in Folge seiner Zelligkeit ist es leicht und giebt trockne, luftige und doch warme Wände; und billig ist es deshalb, weil dieser Tuff mit dem Beil zugehackt werden kann und sich zu Quadern sägen lässt; er erhärtet erst vollständig an der Luft. Diese Erscheinung lässt sich wohl nur durch die Annahme erklären, dass auf allen Poren dieses Tuffes eine kalkhaltige Flüssigkeit stehe, welche ein leichtes Trennen und Verschieben der Partikel erlaube[1]), an der Luft aber allmählich austrocknet und dabei einen die Festigkeit erhöhenden Kitt in den Poren zurücklässt; diese Flüssigkeit kann Kohlensäure-haltiges Wasser sein, in Anbetracht der bei der Seekreide beobachteten Plasticitäts-Erscheinungen aber dünkt mir die Gegenwart einer organischen, zur Gruppe der Humusflüssigkeiten gehörigen Verbindung[2]) wahrscheinlicher.

Diese Weichheit des Tuffes in der Grube ist ein Zeichen, dass in demselben wässrige Lösungen circuliren, welche eine Umsetzung der Kalkspathmoleküle wohl andauernd im Gange halten werden. Die tiefsten Schichten der Thaltuffmassen aber besitzen gewöhnlich gar keine Festigkeit mehr, sondern sind zu mehr oder weniger feinem und lockerem Kalksande, dem „Mergel“ der Landleute zerfallen; diese Kalksandablagerungen machen entschieden den Eindruck von Verwitterungsrückständen festerer Tuffmassen und erinnern weniger an klastische Bildung; in ihnen als den tiefstliegenden sind also die ältesten Schichten der Thaltuffe zu erkennen. Bei Rossdorf sind die lockeren „Mergelschichten“ wenig mächtig, stehen aber wohl das ganze Jahr voll Grundwasser, dessen Einwirkung ich die Lockerung der Structur zuzuschreiben geneigt bin. Mächtigere Ablagerungen von Kalksand oder „Mergel“ in jetzt trockner Lage finden sich am Nord-Ausgange von Weende und bei Lenglern;

---

[1]) Unter Wasser sollen ja manche oder alle (?) Substanzen an Sprödigkeit verlieren, so dass sich z. B. Glasscheiben mit der Scheere besser unter Wasser schneiden lassen als ausserhalb.

[2]) F. Senft: Steinschutt und Erdboden, 1867. pag. 310. — Derselbe: diese Zeitschr. Bd. XXIII. 1871. pag. 667. — Vergl. auch Stapff, diese Zeitschr. Bd. XVIII. pag. 86, resp. 127.

an letzterem Orte wird der Kalksand schon seit mehr als einem Jahrhundert gewonnen; die Gruben finden sich in einem zur Zeit ganz unbewässerten Gebiete oberhalb des Dorfes, ihnen entströmt aber zum grössten Theil unterirdisch Wasser, welches schon im Dorfe einen Bach bildet; die oberen Lagen des Tuffes sind von ausgezeichnet geschichteter Structur und dabei fest; auf ihnen steht das Dorf Lenglern; aus den unteren sandigen, lockeren Lagen aber hat das unterirdisch fliessende Wasser grosse Höhlungen ausgewaschen, so dass manche Gehöfte auf hohlem Grunde stehen.

Im Gronethale bemerkt man, dass da, wo sich über den sonst festen und spröden, grobstengligen Kalktuff (s. oben) Torf abgelagert hat, der Tuff in allmählicher Abstufung seine Structur verliert und zu einer Masse wird, welche ich nicht besser zu bezeichnen weiss, denn als

Seekreide oder Alm; diese Masse ist kreideweiss und ziemlich plastisch, an der Luft erhärtet sie aber, nimmt einen schmutzigen, grauen Ton an und färbt mehlartig ab wie Schreibkreide. In verdünnter Essigsäure gelöst, giebt sie einen thonigen, humosen Rückstand. Unter dem Mikroskop erweist sie sich als ein Haufwerk wasserheller, ganz regellos geformter Körner, Schuppen und Flittern von Kalkspath, welche sehr selten eine Grösse von 0,005 mm erreichen oder gar überschreiten; die Aggregate sind mehr oder weniger durch kaolinische Substanz getrübt, andere Mineralien dagegen, wie 0,1 mm grosse Quarzkörner, sowie Brauneisenflittern, sind selten. Die intensive Doppelbrechung der Kalkspathpartikel, die Kaufmann[1]) an Seekreide aus Schweizer Seeen beobachtete, kann ich bestätigen; dagegen kann ich nicht die primäre Bildung als chemischen Niederschlag in dieser Form, welche Bildung Kaufmann für die Seekreide am Boden der Schweizer Seeen statuirt, für die Göttinger Seekreide wahrscheinlich finden. An den Uebergangsstellen der letzteren in festen Kalktuff erhält man nämlich den entschiedenen Eindruck, dass die Seekreide ein Product der complicirten Verwitterung des Tuffes ist; nach und nach wird der Tuff scharfsandig, wobei immer noch einzelne grosse Tuffstücke, Röhrentheile von Stielincrustaten etc. in dem sandigen Haufwerke vorkommen; ebenso allmählich ist dann der Uebergang vom scharfkantigen und eckigen Tuffsande (welcher allerdings noch keine Aehnlichkeit mit dem milden, gerundeten „Mergel“ von Lenglern besitzt) zur schlammigen Seekreide. Als Agentien der complicirten Verwitterung fungiren in diesem Falle, wie ich meine, die aus dem die Seekreide überlagernden Torfe entstammenden orga-

[1]) Verhandl. d. geol. Reichsanst. in Wien, 1870. pag. 205.

nischen Verbindungen (Humussäuren); in dieser Annahme[1]) werde ich durch den Umstand bestärkt, dass sich die Seekreide hier nur im Liegenden von Torf findet, dessen Lagen allerdings oft nur sehr geringe Mächtigkeit besitzen und nicht abbauwürdig erscheinen. Der Plasticität und Milde der Seekreide wegen bin ich geneigt, auch den im Rossdorfer Tuffe enthaltenen Poren-Füllwassern einen Gehalt an organischen Verbindungen zuzuschreiben. Auffallen muss es, dass die in der Seekreide oft sehr zahlreich enthaltenen Gasteropodengehäuse keine Corrosionserscheinungen zeigen, sondern sich meist sehr frisch erweisen.

Fassen wir die Resultate, welche die Untersuchungen betreffs der genetischen Verhältnisse der Kalksteine ergeben haben, kurz zusammen, so sind es diese:

Isomere oder angenähert isomere Structur des Gesteins spricht für einheitliche Bildungs-, resp. auch Umbildungs-Verhältnisse und zwar:

a. krystallisirt-körnige (Kalksinter-) Structur für primär-protogene Bildung;
b. krystallinisch-körnige (Wellenkalk-) Structur bei gerundeten Contactformen der Körner für Umbildung einheitlich struirten (also auch so gebildeten) Gesteinsmaterials.

Anisomere (ungleichmässige und wechselnde) Structur dagegen kann sowohl auf ursprünglich verschiedene Herkunft der (klastischen) Gesteinsmaterialien als wie auf ungleiche Bildungs- resp. Umbildungsprocesse der einzelnen Gesteinspartieen zurückgeführt werden.

Abgesehen von den erwähnten „Kalksinter"-Schichten sowie den Kalktuffen (incl. der Seekreide) sind die untersuchten Gesteine vorzugsweise deuterogene (klastische) Gebilde, resp. Umbildungen solcher; im Oolith halten sich protogene und klastische Elemente annähernd das Gleichgewicht.

Löss.

Was ist Löss? Mit der Definition als kohlensauren Kalkhaltigen Lehm sind in neuerer Zeit die Wenigsten mehr zufrieden, aber wie weit oder wie eng, ganz abgesehen von aus den genetischen Verhältnissen hergeleiteten Bedingungen, in der petrographischen Charakteristik die Grenzen zu ziehen sind, darüber herrscht zur Zeit noch keine Einigung. Jeden-

---

[1]) Dieser Annahme huldigt auch J. Roth, wie ich aus dessen: Chem. Geologie, I. 1879. pag. 596, ersehe.

falls ist neben dem Mineralbestande die Structur ein wesentliches Kriterium; in dieser Beziehung begnügen sich aber Jentzsch und Fesca [1]) die Dimensionen des prävalirenden, isomeren Gesteinsgemenges zu betonen: die Mehrzahl der Gesteinsconstituenten soll zwischen 0,02 und 0,04 resp. 0,01 bis 0,05 mm Durchmesser besitzen; andere Forscher legen, und mit Recht, ein Hauptgewicht auf die lockere, poröse Structur, welche die leichte mehlartige Zerreiblichkeit des trockenen Lösses und manche andere Erscheinung zur Folge hat; F. v. Richthofen [2]) geht noch weiter in der Forderung solcher poröser Structur, indem er die Richtung der gröberen Poren (mehr oder weniger feine, gestreckte, senkrechte oder nahezu senkrechte Röhrchen) hervorhebt. Das sind im Grunde genommen weiter auseinandergehende Forderungen, als es den Anschein hat, denn während nach F. v. Richthofen der mechanisch, z. B. im ausgefahrenen Wagengeleise, seiner porösen Structur beraubte Löss dadurch zu kalkreichem Lehme wird, bleibt er auch in diesem Zustande Löss im Sinne Fesca's.

Allen diesen Anforderungen genügen einige der in der Göttinger Gegend vorkommenden Löss-Gebilde, selbst der zuletzt erwähnten Richthofen's, auf die aber meiner Meinung nach nicht das Hauptgewicht zu legen ist. Der Löss ist vorwiegend hellbraun-gelb (Radde's internat. Farben-Scala, braun 33, s) bis lichtgraugelb, zuweilen auch dunkler bräunlich, porös und locker, so dass er im trocknen Zustande leicht zu Staub zerreiblich ist, dabei im Allgemeinen sehr feinkörnig (er lässt sich ohne fühlbare Rückstände in die Haut reiben). Seine poröse Structur beweist er durch Aufsaugen von Wasser, wenn man letzteres tropfenweise an die Auflagerungsfläche von Lössstückchen herantreten lässt: da saugen sich die Stücke wie Schwämme sofort und bis zur Oberfläche voll, und nur die unteren Partieen der Stücke werden dabei etwas schlammig und sinken ein wenig zusammen; in diesem Zustande ist er etwas plastisch, aber nicht so gut wie Thon. Beim Aus-

---

[1]) Jentzsch: Ueber d. Quartär der Gegend v. Dresden, Halle 1872. pag. 53. — Max Fesca: Die agronomische Bodenuntersuchung etc., Berlin 1879. — Uebrigens muss ich hervorheben, dass Fesca nur die Structur, nicht auch den Mineralbestand, resp. Kalkgehalt für wesentlich ansieht (vergl. pag. 71) und daher neben kalkhaltigem auch kalkfreien Löss statuirt. Für eine solche Auffassung sprechen verschiedene Thatsachen; aus Gründen der Praxis und consequenter Systematik halte ich es jedoch, wenigstens zur Zeit noch, für angemessener, unter normalem Löss nur kalkhaltigen zu verstehen, die kalkfreien analogen Gebilde aber als nicht coordinirte, sondern subordinirte Glieder der Lössfamilie anzusehen, ähnlich wie die Pechsteine bei den Eruptivgesteinen.

[2]) China, I. 1877. pag. 57.

trocknen erhalten die Stücke ihre früheren Eigenschaften wieder. Giebt man gleich viel Wasser hinzu, so zerfällt der Löss sofort zu sandigem Schlamm und hat man das Wasser stürmisch zugegeben, so entsteht sogleich eine lehmige Pfütze. Dass die Haupt-Poren-Canäle abwärts gerichtet sind, dafür spricht eigentlich schon die Bildung senkrechter, böschungsloser Abstürze; ferner ein wenig beachteter Umstand: an Lösswänden habe ich nämlich bis auf 2 m Tiefe noch lebende Wurzelschösslinge gefunden, welche oben wachsende, niedrige Kräuter hinabsandten; wahrscheinlicher nun als die Annahme, dass diese Kräuter überall so tiefe Wurzelschösslinge bilden und durch diese Vegetation der Löss erst secundär mit verticalen Canälchen ausgestattet werde, dünkt es mir, dass die Längen-Entwickelung der Schösslinge von der porösen Structur des Löss abhänge. Die Schösslinge werden alsdann sicher zur Vervollkommnung des verticalen Porencanalsystems beitragen, so dass letzteres theils primärer, theils secundärer Natur sein kann.

Der Gehalt an kohlensaurem Kalk muss bedeutend sein, denn wenn man Löss in Wasser bringt und letzterem dann etwas Essigsäure beifügt, erfolgt intensive und andauernde Kohlensäure-Entwickelung; der dabei erhaltene, feinsandig-thonige, lockere, ockergefärbte Rückstand unter dem Mikroskop beobachtet, lässt erkennen, dass keine strenge, eigentliche Isomerie der Sandkörner vorhanden ist, sondern nur, wie sich Benecke und Cohen ausdrücken: „eine zwischen engen Grenzen liegende Korngrösse"; neben eckigen findet man auch abgerundete Körner. Die an Menge prävalirenden Körner des Rückstandes besassen Dimensionen (die Dimensionen der nächst zahlreichen in Klammern) im Löss vom

Galgenberg bei Harste zwischen 0,015 und 0,03 mm (0,005 bis 0,015 und 0,03—0,08 mm).
Nördlich von Lenglern 0,02—0,04 (0,04—0,08).
Mariaspring [1]) 0,02—0,04.

---

[1]) Die Lössablagerung von Mariaspring gehört schon nicht mehr zum Kartengebiete Göttingen, ist aber als nächst benachbarte mit in Betracht gezogen worden; der Löss ist hier bergabwärts mit der Ackerkrume in der Weise verknüpft, dass sich ein Gebilde einstellt, welches mit dem Löss die poröse Structur, und zwar in sehr deutlicher Ausbildung auch die verticale Canalstructur, wahrscheinlich auch die Feinkörnigkeit gemeinsam hat, aber dunkler braune Färbung besitzt, fast gar kein Kalkcarbonat zu enthalten scheint und im Wasser nicht sofort und auch nicht ganz, sondern zu lockeren Krümchen zerfällt; schüttelt man dieselben mit Wasser, so klärt sich letzteres sehr schnell wieder, was beim Löss nicht geschieht. — Diese Lössablagerung ist jüngst von Nehring im N. Jahrb. f. Min. erwähnt und dabei die Wahr-

Der kalkfreie Rückstand bindet übrigens besser als der Löss selbst, wie man aus dem festen Anheften des Rückstandes nach dem Eintrocknen an den Wänden der benutzten Gefässe (Abdampfschalen) erkennen kann.

Der Löss ist von durchaus massiger Structur; von Schieferung verräth er keine Spur, in der Göttinger Gegend aber auch nicht von Schichtung; dass er an anderen Orten Anzeichen geschichteter Structur besitze, darauf haben im Gegensatze zu Richthofen, welcher dem Löss jede Spur von Schichtung abspricht, schon Jentzsch, Benecke und Cohen mit Recht hingewiesen. [1])

---

scheinlichkeit ausgesprochen worden, dass ein im Göttinger Museum befindliches Schädelstück von *Hyaena spelaea* dieser Ablagerung entstamme; dem gegenüber möchte ich darauf hinweisen, dass K. v. Seebach in Nachr. v. d. Univers. Göttingen 1866. pag. 293 angiebt, dass das betreffende im December 1826 von A. Gleim gefundene Schädelstück der Tradition nach aus einer Spalte im Buntsandstein stamme, für welche Herkunft auch der Erhaltungszustand spreche.

[1]) Jentzsch a. a. O. pag. 55. — Benecke u. Cohen a. a. O. pag. 569. — Der Behauptung Richthofen's liegt wohl nur eine unbestimmte Auffassung der Begriffe „Schicht" und „geschichtet" zu Grunde; letztere Ausdrücke werden bekanntlich in der Literatur bald für petrotectonische, bald für specifisch morphologische (d. h. innere, durch Fugen oder Klüfte abgegrenzte Gesteinsformen), bald für rein histologische Verhältnisse („geschichtete" oder Lagen-Structur) angewandt. Der Ausdruck Schichtung aber wird dabei immer nur für einen Complex concordant einander auflagernder Schichten oder Lagen, seien dieselben scharf gesondert oder nicht, gebraucht, für eine Erscheinung also, welche man als Ausfluss einer Periodicität in den Bildungsverhältnissen betrachtet. Periodicität hat aber oft auch bei der Bildung des Löss geherrscht und einen des letzteren petrotectonischen und morphologischen Verhältnissen entsprechenden, d. h. hier wenig vollkommenen Ausdruck gefunden: in den von Richthofen selbst aus China beschriebenen Zwischenlagen von Mergelknauern. Richthofen sagt selbst, China I. pag. 62: „diese Thatsachen machen es wahrscheinlich, dass zur Zeit, als der Löss sich allmählich anhäufte, periodisch Bedingungen eintraten, welche eine Veränderung in der homogenen Beschaffenheit des Materiales entlang der jeweiligen Oberfläche veranlassten etc."; solche Periodicität muss aber Schichtung liefern, deren Vorhandensein auch schon bei Betrachtung der von Richthofen abgebildeten Löss-Landschaften, der Löss-Terrassen, ersichtlich ist. Allerdings ist die Schichtung nicht sehr vollkommen ausgebildet, es ist aber doch eine „Spur von Schichtung" erkennbar. Was Richthofen als Beweis des Mangels von Schichtung anführt (pag. 61), die ganz richtungslose Structur des Lösses, ausgesprochen in der Lage von Glimmerblättchen, Schneckengehäusen etc., spricht eben nur für die Abwesenheit „schieferiger" Structur; dergleichen Schichten, die in sich massig struirt sind, findet man aber auch in unzähligen anderen Schichtensystemen, welche unbeanstandet als mit Schichtung ausgestattet gelten; die meisten Kalkstein- und Quarzit-Schichten z. B. zeigen in der Lagerung ihrer Gemengtheile auch massige, richtungslose Structur; ob aber solche in sich massige Schicht nur 1 cm oder Hunderte von Metern mächtig ist, dieses ist für die morphologische Bestimmung gleichgültig.

Die unter der Bezeichnung Lösskindel oder Lösspuppen bekannten Mergelknauern finden sich auch im Göttinger Löss, welcher, beiläufig bemerkt, auch Gasteropoden-Gehäuse in spärlicher Menge enthält.[1]) Erstere sind aber nicht nur in normalem Löss hier gefunden worden, sondern auch (und sogar reichlicher) in lössähnlichen Ablagerungen und zwar einestheils in solchen, deren allseitige Untersuchung die localen Verhältnisse nicht erlaubten, die aber aller Wahrscheinlichkeit nach auch dem normalen Löss zugehören, anderentheils in einer Ablagerung (auf der Höhe des Hainberges), welche sich zur Zeit als Ziegel-Lehm präsentirt und als solcher verwandt wird. Bei den ersteren Ablagerungen (auf der Lieth und im Gronethale), auf welche ich weiter unten zurückkommen werde, ist eine Bestimmung dadurch erschwert, dass sie schlecht aufgeschlossen sind und nach der Beschaffenheit des Ackerbodens bei heutigem intensivem Culturverfahren (mechanischer Düngung etc.) ein Irrthum bei ihrer Abgrenzung leicht möglich ist. Die letzterwähnte Lehmgrube aber hat die grösste Lösspuppe in der ganzen Gegend geliefert, und stimmen die aus ihr entnommenen Lösspuppen in allen wesentlichen Beziehungen mit denen aus normalem Löss vollkommen überein. Von der Ansicht ausgehend, dass solche Lösspuppen sich nur in einem Gesteine von der Structur des Löss bilden können, erblicke ich nun in dem Funde von Lösspuppen den Beweis, dass diese Lehmablagerung ehemals dem Löss ähnlich struirt war und unter dem Einfluss der Atmosphärilien, besonders des Regenwassers, zu Lehm umgelagert ist.[2]) Wie man nun bei den Eruptivgesteinen, die einer Umänderung in Structur oder Mineralbestande unterworfen gewesenen Gesteinsmassen systematisch dem nach frischem Bestande normirten Typus unterordnet, so halte ich es gleicherweise für gerecht, den betreffenden Lehm hier bei den Lössvorkommen mit zu erwähnen.

Die Lösspuppen sind äusserlich von hellerer Farbe (gewöhnlich weiss) als der Löss, innen dunkler grau; dabei sind sie fest und zäh, obwohl sie innerlich stets mehr oder weniger zerborsten sind und verhältnissmässig weite, regellos verlaufende Septarien-Spalten klaffen lassen; ihre Masse muss im

---

[1]) Da nach den Forschungen Sandberger's (Ablag. d. Glacialzeit b. Würzburg 1879) und Cohen's (N. Jahrb. f. Min. 1880. II., Ref., p. 210) auf die Lebensbedingungen derselben, bezüglich der Genesis des Löss, kein grosses Gewicht mehr zu legen ist, so sehe ich von Anführung der wenigen bis jetzt gefundenen Arten ab.

[2]) Dass erst bei dieser Umlagerung die Lösspuppen gebildet worden seien und das aus der eigentlichen Lössmasse ausgelaugte Kalkcarbonat zu ihnen concentrirt wurde, erscheint mir unwahrscheinlich.

Innern, da sie so klaffen, einen Verlust, wahrscheinlich an einem flüssig- oder gasförmig flüchtigen Körper, erlitten haben. Ihre Form ist gewöhnlich länglich und beträgt die Länge meist 4,0—4,5 cm (die schon erwähnte vom Hainberge 6 cm) bei 2 cm Dicke. Die Aussenflächen sind entweder stetig abgerundet oder warzig und im letzteren Falle erscheinen die Knauern oft gekröseähnlich; bei näherer Betrachtung erkennt man dann, dass solche Knauern wesentlich ein fest verwachsenes Aggregat von undeutlichen Steinkernen einer *Helix* sind.

Unter dem Mikroskope bieten Querschnitte ein Bild, das an manche sandige Kalksteine erinnert; die Structur ist mikroporphyrisch, deuterogene Einsprenglinge in protogener, aber trotzdem wohl secundärer Grundmasse; die mikroskopischen Einsprenglinge entsprechen im Wesentlichen den Sandkörnern des Löss; es sind fast ausschliesslich eckige, wasserhelle Quarzkörner von meist nur 0,03 mm, seltener bis 0,05 mm Grösse (im Lösskindel von der Lieth oder dem „Berglöss"; in einem solchen aus dem Gronethale erreichen sie bis 0,1 mm). Betreffs der übrigen Constituenten des „Sandes" bemerkte ich einige, vielleicht nur zufällige Unterschiede in den Vorkommen von der Höhe der Lieth (aus „Berglöss") und aus dem Gronethale; in ersterem konnte ich neben Quarzkörnern solche von Feldspath nicht zweifellos constatiren, während in letzterem sehr grosse Feldspathstücke vorhanden sind; dagegen fällt in ersterem der Glimmer durch die Grösse seiner Lamellen auf, welche länger sind als die Quarze; die zuweilen gebogenen Lamellen sind meist farblos, zum Theil aber grün oder braun. Die Lösspuppe aus dem Gronethale ist dagegen überhaupt reicher an Mineralspecies; ausser den erwähnten, sowie neben nicht näher bestimmbaren, vielleicht dem Epidot angehörigen abgerundeten, grünlichen Körnern von intensiver Lichtbrechung (Relief), bemerkte ich auch einen braunen, trüben Titanitkrystall (?), sowie ein abgerundetes, 0,06 mm langes und 0,015 mm breites Bruchstück einer grauen Turmalin-Säule (grösste Lichtabsorption senkrecht zur Nicol-Hauptschwingungsrichtung). Die annähernd isomere Grundmasse wird vorwiegend von Kalkspath gebildet und erscheint thonige Substanz in ihr nur als trübende Materie; das Brauneisen tritt nur in Flecken auf, die zuweilen (im Löss aus dem Gronethale) noch schwarze, opake Flitter enthalten, welche man ebensowohl für dickere Brauneisenpartieen als wie für kohlige Substanz ausgeben kann. Der Kalkspath bildet regellos geformte Körner von gelblichem Scheine und von 0,003 bis 0,005 mm Korngrösse. Um die Quarzkörner herum hat sich, ersichtlich incrustirend, meist eine Schicht isomerer und annähernd wie Gewölbesteine aneinanderschliessender Kalkspath-

körnchen angesetzt, während die übrigen nur Füllmasse sind und ihre regellosen Contactformen darnach erhalten haben. Bis 0,03 mm mächtige Trümer eines wasserhellen Carbonates durchsetzen zuweilen die ganze Lösspuppe. An Masse kommen Einsprenglinge und Grundmasse einander annähernd gleich. In verdünnter Essigsäure brausen alle Lösspuppen lebhaft und lösen sich unter Zurücklassung der sandig-thonigen Bestandtheile, deren Menge in den Lösspuppen aus dem Gronethale, vom Hainberge und nördlich von Lenglern eine ersichtlich bedeutendere ist als in denen von der Lieth. Von einer im Grossen und Ganzen concentrisch schaligen Structur der Lösspuppen ist nirgends eine Spur erkennbar. Dass aber die Lösspuppen wahre Concretionen sind, beweist doch wohl ihr Mineralbestand und die angegebene Incrustationsform des Kalkspathes um die einzelnen Quarzkörnchen; am wahrscheinlichsten erscheint mir ihre secundäre Bildung in der von Richthofen angegebenen Weise. — Beobachtungen über die Art der Einlagerungen der Puppen in den Löss anzustellen, nämlich zu untersuchen, ob sie in Schichten gehäuft seien und ob ihre Längsrichtung senkrecht orientirt sei, erlaubten die Aufschlüsse nicht, indem ich aus Lösswänden nur eine einzige, ziemlich kugelige Puppe gewann. Die meisten Lösspuppen lieferten eben die schlecht aufgeschlossenen Vorkommen auf der Lieth und im Gronethale.

Als die bedeutendste unter den von mir untersuchten Ablagerungen von Löss in der Göttinger Gegend dürfte diejenige am Ostabhang des grossen Kramberges nördlich von Lenglern zu nennen sein; sie wird von der Strasse Lenglern-Harste durchschnitten und ragen an diesem Hohlwege die Lösswände circa 3 m in die Höhe; diese Ablagerung bedeckt eine Fläche von fast einem halben Quadr.-Kilometer; seitlich schwindet die Mächtigkeit sehr allmählich; nach Westen zu kann man den allmählichen Uebergang in den Verwitterungsboden eines Lettenkohlen-Sandsteins erkennen. Aehnlich wie hier an einem flach geneigten Abhange findet sich der Löss am Galgenberge bei Harste gelagert, am Fusse eines steileren Abfalles aber bei Mariaspring. Durch ihre relative Höhenlage müssen die erwähnte Lehmablagerung auf dem Hainberge und der Löss der Lieth das Interesse erregen; jene findet sich 160 m über der Leine, auf dem Rücken des Hainberges bei Göttingen (der mit dem Hainberge verkettete Kleper-Berg erhebt sich allerdings in allmählichem Ansteigen noch 80 m höher); dieser aber bedeckt einen, einer schmalen Terrasse ähnlichen Vorsprung am östlichen, steilen Abhang der plateauähnlichen Lieth bei Bovenden. Ganz abweichend von allen diesen Lössvorkommen findet sich der Löss oder das löss-

ähnliche Gebilde in der Tiefe des weiten, flachen Gronethales, dessen Untergrund im Uebrigen von Kalktuff und Torf gebildet wird; die Oberfläche bildet in diesem Thale vorzugsweise humoser, feinerdiger Auelehm; ob dieser sich auch über den Löss erstreckt, lässt sich bei den Culturverhältnissen nicht mehr sicher entscheiden; zwischen Löss und Lehm finden sich petrographische Mittelglieder; während letztere noch die im Auelehm gewöhnlichen Gehäuse von Süsswasser- und Sumpf-Mollusken enthalten, ist ein Fund organischer Reste [1]) im Löss zweifelhaft und enthält derselbe sonst nur Lösspuppen. Wir haben also in der Göttinger Gegend nur immer vereinzelte Ablagerungen von Löss und lössähnlichen Gebilden; kein einziger Umstand spricht für das ehemalige Vorhandensein einer continuirlichen Lössdecke über der ganzen Gegend [2]); diese Lager finden sich sowohl am Abhange und auf der Höhe der Berge (Berglöss) wie im Grunde der Thäler (Thallöss).

Was nun die genetischen Bedingungen betrifft, so sind alle Forscher darin einig, dass der Löss durch mechanischen Absatz sedimentären Materials gebildet ist; nur über das Medium, in welchem dieser Absatz stattgefunden hat, herrscht Uneinigkeit, und zwar ein um so lebhafterer Streit, als die an dieses Verhältniss anknüpfenden geologischen Fragen das Interesse erregen; allein in einem negativen Punkte herrscht auch diesbezüglich Einigkeit: es kann der Löss nicht aus salzigem Meerwasser ausgeschieden sein, da er keine marinen Petrefacten einschliesst. Es giebt da zunächst die von Sandberger, Jentzsch, Benecke und Cohen ausgebildete Theorie einer fluviatilen Bildung des Löss: derselbe ist nach ihr ein Hochfluthschlamm; dagegen erklärt eine andere Theorie den Löss für eine atmosphärische oder subaërische Bildung, unabhängig von fluviatilen und lacustrischen Einflüssen; diese Theorie, welcher schon früher Theod. Liebe und Laspeyres [3]) huldigten, hat ihre eingehendste Darstellung durch F. v. Richthofen erfahren; nach ihm [4]) lässt sich die Anwendung des Begriffes atmosphärisch oder subaërisch im Allgemeinen „auf diejenige Bewegung fester Bestandtheile beschränken, welche durch den

---

[1]) *Pisidium;* kann dem Auelehm angehört haben. In entsprechender Situation findet sich am südöstlichen Ausgang von Holtensen ein durch reichliche Lösspuppen-Führung, sowie überhaupt durch Kalk-Gehalt „lössähnliches“ Lehmlager.

[2]) Wäre solche vorhanden gewesen, so müsste man den Löss in häufigeren und ausgedehnteren Ablagerungen finden, und die übrig gebliebenen Erosionsreste müssten vorzugsweise schroffwandig umgrenzt sein, nicht allmählich sich auflösen.

[3]) Laspeyres: Erläut. z. geol. Specialkarte vom Petersberge.

[4]) a. a. O. pag. 8, Anmerkung.

unmittelbaren Einfluss von Wind, Regen und Frost geschieht. Sie begreift daher die Wirkung des sickernden und spülenden im Gegensatz zur Bewegung des in Canälen strömenden Wassers, sowie diejenige des Haarfrostes und des Gefrierens des Wassers in Spalten im Gegensatz zu der tragenden Kraft des Gletschereises und ist gewissermaassen ein unentwickelter Zustand der vorgeschrittenen Arten des Transportes, wie sie deren Vorbereitung ist."

Bevor wir uns für eine dieser Theorien entscheiden, ist es räthlich, uns die Verhältnisse des Löss noch einmal zu vergegenwärtigen. Wie bei allen anderen Gesteinen, haben sich auch beim Löss die sein Wesen bedingenden Bildungsverhältnisse in seiner Structur offenbart, und liefert letztere sichere Kunde von jenen.

Die „zwischen engen Grenzen liegende Korngrösse" zeugt zunächst dafür, dass die locomotorische Kraft, welche das Material herbeiführte, ziemlich gleichmässige Stärke innerhalb der Bildungszeit[1]) bewahrte, denn sonst müssten Lagen verschieden grossen Kornes aufeinander folgen; die Feinkörnigkeit beweist zugleich, dass diese locomotorische Kraft keine sehr starke war.

Die lockere und poröse Structur aber, sowie auch die gewöhnliche „gegenüber der Horizontalstructur vorherrschende Verticalstructur", erachte ich als Beweis dafür, dass die Bildung des Löss unter keinem hohen Drucke erfolgt sein kann; der Druck einer bedeutenden Wassersäule z. B. hätte meiner Meinung nach compactere Producte von vorwiegend horizontaler Structur resultiren lassen müssen, etwa dem „Seelöss" Richthofen's entsprechende (für den, weil er eben der charakteristischen Structur entbehrt, dieser Name nicht glücklich gewählt erscheint); der Druck bei der Ablagerung kann nicht um ein Vielfaches grösser als der normale Atmosphärendruck gewesen sein.

Das sind die Verhältnisse, von welchen ich wenigstens aus der Structur zu erkennen glaube, dass sie bei der Löss-

---

[1]) Dass der Absatz des Löss ein successiver, kein momentaner gewesen, lässt sich nicht direct aus der Structur beweisen, aber auch nicht widerlegen; ersterer Annahme huldigen übrigens aus geologischen Gründen die Vertreter beider Theorien; nur kann ich dem Erklärungsversuche für die Massigkeit der Lössablagerungen von Seiten Jentzsch's nicht zustimmen, der ältere Löss sei bei jeder Unterwassersetzung seiner oben erwähnten Eigenschaft gemäss (in Wasser gelegt sofort zu zerfallen) zerfallen und habe sich der neue Löss so ohne gesonderte Schichtbildung mit ihm vereinigen können; zu solchem „Zerfallen" gehört nämlich zunächst seitlicher Raum und dann, wenn ein inneres Zusammensinken gemeint sein sollte, wäre dabei die charakteristische poröse Structur verloren gegangen.

bildung nothwendig obgewaltet haben, aber auch zugleich die meiner Meinung nach zur Lössbildung einzig nothwendigen; mehr Bedingungen bedarf es nicht, um bei passendem Materiale Löss resultiren zu lassen. Diesen Bedingungen kann aber sowohl innerhalb der Atmosphäre genügt werden, wie auch unter günstigen Umständen im Wasser. Im Allgemeinen ist also die Art des Mediums, in welchem der Absatz vor sich geht, für die Lössbildung nicht nothwendige Vorbedingung, und ist demnach auch, meiner Meinung nach, nicht von vornherein für jede Lössablagerung, allein der Lössnatur nach, zu behaupten, dass nur dieses oder jenes Medium, fliessendes Wasser oder die Atmosphäre zu ihrer Bildung beigetragen habe; diese Frage ist nicht im Allgemeinen, sondern allemal für den speciellen Fall zu entscheiden. Die Verhältnisse des Lösses in Hochasien und in China, wie sie Richthofen schildert, lassen es zweifellos erscheinen, dass derselbe atmosphärische Bildung ist [1]); von dem Thallöss bei Würzburg und an der Zschoppau und Mulde dagegen erscheint seine Entstehung aus Hochfluthschlamm nach Sandberger's und Herm. Credner's [2]) Darstellung nicht weniger sicher. In der That meine ich, dass wie bei manchen anderen petrogenetischen Theorien von vornherein zu viel Gewicht auf das Medium gelegt worden ist, in welchem die Gesteinsbildung vor sich gehen sollte, und dabei den wirklich maassgebenden Bedingungen weniger Achtung gezollt wurde.

Stellen wir nun diese Frage für die Göttinger Lössablagerungen, so lässt sich zunächst die Möglichkeit nicht bestreiten, dass dieselben sämmtlich atmosphärische Gebilde seien; doch rührt das nur daher, dass die Theorie der atmosphärischen Bildung, allen Häufungen und Verbindungen der natürlichen Verhältnisse Rechnung tragend, die Entstehung einer jeden

---

[1]) Bei dieser Gelegenheit will ich jedoch bemerken, dass ich Richthofen nicht in dem Punkte zustimmen kann, dass die Bildung des Lösses auf abflusslose Gebiete beschränkt sei; diese Behauptung lässt sich auf Grund von Richthofen's eigenen Schilderungen bekämpfen. Die „Lösslandschaften" China's gehören zur Zeit doch gewiss nicht mehr zu den abflusslosen Gebieten; nun berichtet Richthofen pag. 150, dass der Löss „am meisten an den geschützteren Stellen in Lössländern selbst" wachse; „schnell bedeckt er hier das menschliche Werk und vergräbt es in der an Mächtigkeit zunehmenden Culturschicht." Ich finde dabei nirgends eine Andeutung, dass bei letzterem Wachsthume nur eine Umlagerung in kalkreichen Lehm vor sich gehe, sondern man muss Richthofen's Schilderung dahin verstehen, dass bei diesem Wachsthume der durch seine eigenthümliche Structur charakterisirte Löss resultire; woher das Material zu letzterem stamme, ob von anderen Gesteinen oder auch von älteren Lössablagerungen, das ist ja ganz unerheblich.

[2]) N. Jahrb. f. Min. 1876.

Lössablagerung a priori zu erklären vermag. Diese Möglichkeit zugeben, heisst aber noch nicht die Wahrscheinlichkeit zugestehen; letztere dürfte jedoch für den Berglöss obwalten und zwar auch durch das vereinzelte Auftreten der Lösslager, die ersichtlich keiner continuirlichen Decke angehört haben, gekräftigt werden; für den Thallöss des Gronethales dagegen bietet die Erklärung einer fluviatilen oder lacustrischen Bildung wohl grössere Einfachheit, falls ein noch zu erwähnender Umstand sich befriedigend erklären lässt.

Der fluviatilen Bildungstheorie stellen sich im Allgemeinen grössere Schwierigkeiten entgegen; denn dieselbe verlangt, dass zu der Zeit, wo sich der Berglöss abschied, das Thal noch nicht existirte; war nämlich letzteres schon eingetieft, so mussten sich in ihm als gleichzeitige Bildung mit dem Berglöss compacte (unter dem Drucke einer hohen Wassersäule entstandene) Schichtgebilde wenigstens stellenweise ablagern, die doch wohl nicht spurlos wieder wegzuwaschen gewesen wären. Je länger der Process der Lössbildung auf den Höhen und an den Thalabhängen dauerte, umsomehr mussten die Geröll- und Kies-Ablagerungen im Grunde des Thales und an den sanfteren Abhängen, soweit der Druck nicht schon so gering war, um Lössbildung zu erlauben, an Mächtigkeit zunehmen. Erst mit der Beschränkung des Flusses auf sein Thal-Inundationsgebiet konnte auch hier die Lössbildung beginnen. So lassen denn auch Sandberger den Main und Jentzsch die Elbe während der Zeit der Lössbildung ihre Thäler erodiren [1]), jener den Main sich um 200′, dieser die Elbe um 200—250′ tiefer einschneiden; das ist aber eine colossale Erosionsthätigkeit, welche da gefordert wird, zumal in Anbetracht, dass Berg- und Thallöss der Gleichartigkeit ihrer organischen Einschlüsse [2]) nach zu urtheilen, geologisch gleichzeitige Bildungen sind. Für die Göttinger Gegend nun ist die Wahrscheinlichkeit eine grössere, dass die Thäler schon vor der Zeit der Lössbildung, nämlich zu tertiärer Zeit gebildet sind, als wie zur Zeit der Lössbildung. Dem Berglöss zeitlich äquivalente aber compacte Bildungen von vorwiegend horizontaler Structur an den flachen Abhängen und auf relativ niedrigen Höhen werden jedoch vermisst und ist es auch nicht wahrscheinlich, dass dieselben, wenn sie vorhanden gewesen, wieder spurlos weggewaschen worden wären. Es ist demnach für den Berglöss der Göttinger Gegend die Wahrscheinlichkeit fluviatiler Bildung zu verneinen; solche Wahrscheinlichkeit bleibt also nur noch für den Thal-

---

[1]) F. Sandberger, Ablag. d. Glacialzeit, Würzburg 1879, pag. 5. — Jentzsch, a. a. O. pag. 80.

[2]) Sandberger, a. a. O. pag. 4.

löss; allein hier existirt noch eine andere Schwierigkeit: der Boden der flachen Thäler in der Göttinger Gegend wird von „Auelehm“ gebildet, welcher von dem typischen Löss im ganzen Habitus, und zwar sicher zunächst im Humusgehalte, sowie wahrscheinlich auch in der Korngrösse unterschieden [1]), sicher nicht so locker ist wie der Löss; dieser Auelehm ist nun zweifellos fluviatiler oder zum Theil lacustrischer Bildung; wenn nun dieser ein Hochfluthschlamm ist und der Löss auch, so verlangt das die bedenkliche Annahme, dass zur Zeit der Lössbildung die Göttinger Bach- und Flussläufe anderes Material verfrachteten als jetzt, resp. einander genetisch entsprechende Ablagerungen von verschiedener Art in Bestand und Structur lieferten. Deshalb muss ich die Bildungsverhältnisse dieses Thallösses noch als zweifelhaft hinstellen.

---

[1]) Von diesem Gebilde liegen allerdings schon Analysen vor, sowohl mechanische wie chemische; da die ersteren aber nach veralteter, ungenauer Methode, die letzteren in verschiedener Weise (hier Bausch-Analyse, dort nur Analyse der in kalter Salzsäure löslichen Bestandtheile) ausgeführt sind, so ist weder eine Vergleichung der Analysen-Resultate der verschiedenen Quellen unter sich, noch mit den von Fesca als typisch aufgestellten und nach verbesserten Methoden gewonnenen möglich. Die Analysen finden sich in Marx: Göttingen, 1824, und in G. Drechsler, die landwirthsch. Stud. a. d. Univ. Göttingen, 1875. pag. 40. Es bedarf also neuerer mechanischer und chemischer Analysen beider Gebilde, um ihre Verschiedenheiten sicher zu bestimmen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1881

Band/Volume: 33

Autor(en)/Author(s): Lang Otto

Artikel/Article: Ueber Sedimentär-Gesteine aus der Umgegend von Göttingen. 217-281