

Sitzungsberichte

der

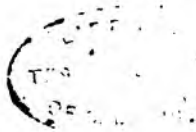
mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Band XVI. Jahrgang 1886.



München.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

1887.

In Commission bei G. Franz.

Sitzung vom 4. Dezember 1886.

Herr C. W. v. Gümbel hält einen Vortrag:

„Ueber die Natur und Bildungsweise des
Glaukonits.“

(Mit 1 Tafel.)

Der Glaukonit verdient sowohl wegen seines Vorkommens in vielen verschiedenalterigen Schichtgesteinen von dem cambrischen System und der Grenzregion der cambrisch-silurischen Ablagerungen an durch alle jüngeren erdgeschichtlichen Zeiten hindurch bis zur Gegenwart, als auch anderer Seits wegen seiner ganz eigenthümlichen Form und chemischen Zusammensetzung in hohem Grade die Beachtung der Geologen.

Das durch seine dunkelgrüne Farbe und durch die den Schiesspulverkörnern ähnliche Form leicht kenntliche Mineral bildet in sehr zahlreichen Meeresablagerungen von sandiger, mergeliger oder kalkiger Beschaffenheit eine wenn auch nicht gradezu wesentliche, so doch sehr charakteristische Beimengung, welche nicht selten so reichlich ist, dass sie dem Gesteine eine mehr oder weniger intensive grüne Färbung ertheilt, wie z. B. dem sogenannten Grünsandstein, dem Serpentin sand, der chloritischen Kreide. Es ist bemerkenswerth, dass wegen dieses häufigen Vorkommens Ehrenberg ¹⁾ die Glaukonitkörner gerade als Grünsand bezeichnet.

1) Ehrenberg, Abhandl. d. kgl. Acad. d. Wiss. zu Berlin für 1855, physik. Abh. S. 85 u. ffd.

Schon in den paläolithischen Ablagerungen findet man den Glaukonit in mehreren Verbreitungsgebieten Europas und Nordamerikas. Man kennt denselben als Beimengung in Grauwacke-ähnlichen Schichten in Schweden und auf der Insel Bornholm, in Esthland und namentlich bei St. Petersburg im sogenannten Ungulitensand. Nach Schmidt¹⁾ besteht an zahlreichen Stellen in Ingermanland und Esthland eine mehrere Fuss mächtige thonige Lage fast ganz ausschliesslich aus Glaukonit. In Böhmen sind es die grobkörnigen Sandsteine der Barraude'schen Stufe D, welche an mehreren Orten solche grüne Körner beigemengt enthalten. Auch in Nord-Amerika namentlich im Appalachian-System enthält der cambrische Potsdamsandstein nach Dana²⁾ Glaukonitkörner wie auch Gesteinsschichten der Quebeckgruppe bei Point Levis und auf der Orleans-Insel in Unter-Canada nach Sterry Hunt³⁾ ungemein reich an diesem Silikate sind.

Dieselbe Mineralbeimengung stellt sich in dem Muschelkalk namentlich in dessen oberen Lagen ein. Man kennt derartige Muschelkalkschichten bei Rüdersdorf, Mattstädt, am Seeberg bei Gotha und in Württemberg namentlich bei Crailsheim. Am Westrande des Fichtelgebirges sind es die hangendsten Lagen des Muschelkalks am Oschenberg bei Bayreuth, welche durch Glaukonit grünlich gefärbt erscheinen. Auch die den Muschelkalk unmittelbar überdeckende, an Fischüberresten reiche Sandsteinschicht der Lettenkohlenstufe des Keupers enthält an zahlreichen Stellen des schwäbisch-fränkischen Triasgebiets grüne Körnchen dieses Minerals eingestreut.

Im Lias werden Glaukonit-führende sogenannte Sandy beds angeführt und den eisenreichen Mergeln der *Amaltheus*

1) Schmidt, Unters. u. d. Silur. Formation von Esthland, 1858.

2) Dana, Geology p. 176.

3) Silliman, Am. Journ. 1862, XXXIII, 277.

margaritatus führenden Stufe bei Bodenwöhr in Bayern sind Körnchen eines grünen Minerals beigemengt. Wahrscheinlich stammen manche Brauneisensteinkügelchen der lotharingisch-luxenburgischen Minette von einer Zersetzung früherer Glaukonitkörner ab.

Reichlicher begegnet man derartigen Beimengungen in den mittleren und oberen jurassischen Ablagerungen namentlich in den *Macrocephalus*-Schichten Mittelrusslands, im Ornathone Schwabens und Frankens, dann im *Calcareous grit* Englands und im *Portlandoolith* des Wardour-Thales.¹⁾ In der tiefsten Lage des fränkischen Malms trifft man einzelne grüne Körnchen und einen grünen Ueberzug über *Ammoniten*-Einschlüsse, der aus Glaukonit-Substanz besteht.

Am verbreitetsten findet sich der Glaukonit in den sandigen, mergeligen und kroidigen Gebilden des subcretacischen und cretacischen Schichtensystems. Dahin gehören die zahlreichen Grünsandsteinlagen der Neocom-, Galt- und Cenomanstufe in den verschiedensten Ländern, ferner die sogenannte chloritische Kreide und die *Craie glauconieuse* in Frankreich (Rouen), der Plänenkalk in Westphalen und der Chloritic oder Glauconitic Marl in England. Sehr entwickelt sind solche glaukonitisch-cretacische Ablagerungen bei New Jersey²⁾ und in mehreren Gegenden in Nordamerika.

Fast nicht weniger reichlich zeigen sich die Glaukonitbeimengungen in der ganzen Reihe der Tertiärschichten. Man kennt sie in den ältesten Tertiärablagerungen Englands in dem sogenannten Thanetsand, in der sogenannten Glauconie de la Fère aus der Stufe des Sandes von Bracheux Frankreichs,³⁾ aus dem unteren Grobkalk des Beckens von Paris und ganz besonders charakteristisch in den dem letzteren

1) Phillips, *Manual o. Geol. Ed. Etheridge*, p. 480.

2) Rogers, *Report o. t. Geol. survey o. New Jersey* 1836.

3) de Lapparent, *Traité d. Geologie* II, p. 1127.

im Alter gleichstehenden Nummulitenschichten durch das ganze grossartige Verbreitungsgebiet derselben in den Alpen. Selbst am Mokattam in Egypten stellt sich diese Beimengung ein.

Am bekanntesten sind derartige Gebilde durch Ehrenberg's ¹⁾ eingehende Beschreibung der Schichten des Kressenbergs bei Traunstein in Bayern geworden, wo solche Lagen zugleich mit eisenreichen Körnern erfüllte, mächtige, als Eisenerze benützte Flötze ausmachen. ²⁾ Auch die *Zeuglodon* enthaltenden, obereocänen Jackson beds in Nordamerika lassen einen reichlichen Glaukonitgehalt bemerken. Wir begegnen denselben Beimengungen weiter in dem obereocänen Bartonthon von England, in dem unteroligocänen Sande von Latdorf, Egeln bei Magdeburg, und dem bernsteinführenden Sande des Samlandes, in dem mitteloligocänen Braunkohlensande von Norddeutschland, in der miocänen Meeresmolasse und dem Muschelsandstein des alpinen Gebiets besonders in Südbayern und Oberösterreich ungemein häufig. Sie finden sich ferner in dem miocänen, sogenannten Serpentinssande bei Turin und in den Grünsanden längs des Fusses der Apenninen bis zur Insel Gozzo bei Malta ³⁾, wie in pliocänen Sedimenten z. B. in dem Sande von Anvers in Belgien.

So stattlich auch die Reihe dieser von den ältesten bis zu den jüngsten versteinerungsführenden Schichten reichenden Ablagerungen ist, so kann doch die hier versuchte Aufzählung nicht entfernt Anspruch auf Vollständigkeit der Angabe aller bis jetzt bekannten glaukonitführenden Gesteine machen. Es war für den vorliegenden Zweck vollständig genügend zu zeigen, dass solche Beimengungen wirklich in erstaunlicher Häufigkeit durch alle geologischen Perioden immer wieder kehren, also zu einer ganz allgemein geologischen Erscheinung gehören.

1) a. a. O. S. 186.

2) G ü m b e l, geogn. Beschreib. d. bayer. Alpengeb. S. 646.

3) E. v. B a m b e r g e r in Min. Mitth. v. Tschermak, 1877, S. 271.

Doch beschränkt sich diese Bildung nicht auf die Vorzeit. Die in neuerer Zeit vorgenommenen Untersuchungen der Meeresabsätze haben uns eine namhafte Anzahl von Küstenstellen kennen gelehrt, in deren Nähe auch jetzt noch eine Glaukonitbildung vor sich geht. Am bekanntesten ist die durch v. Pourtalès ¹⁾ beschriebene Glaukonitablagerung an der Küste von Florida in Nordamerika im Gegensatz zu dem Vorkommen an der Küste von New Jersey, wo der Glaukonit nur von ausgeschwemmten, älteren Festlandsschichten abstammt. Ferner hat man glaukonithaltige Absätze an der Küste von Portugal, des Kaplandes, an der Ostseite von Japan, im Bereiche der Philippinen, SW. von Neu-Guinea, an der SO.-Küste Australiens zwischen Cap Howe und der Botany Bay, an dem Ostrande der Nordinsel Neuseelands, an der brasilianischen Küste zwischen Bahia und Pernambuco und an der Küste von Chile entdeckt. Die ausführliche Beschreibung der bei der Challenger Expedition gewonnenen Tiefseeproben, welche in naher Aussicht steht, ²⁾ wird uns noch mit zahlreichen anderen Oertlichkeiten bekannt machen, an welchen die Tiefseeablagerungen glaukonithaltig gefunden worden sind. Auch das deutsche Schiff *Gazelle* hat von mehreren Punkten glaukonithaltige Meeresgrundproben mitgebracht, über welche ich an anderem Orte berichten werde.

Durch diesen Umstand, dass die Glaukonitbildung auch jetzt noch fort dauert und dass solche erst jüngst entstandenen Gebilde dieser Art unserer Untersuchung zugänglich sind, wird die Hoffnung erweckt, einen tieferen Einblick in die Art und Weise der Entstehung dieses so merkwürdigen Mineralkörpers und Gemengtheils der verschiedenalterigen Sedimentgesteine zu gewinnen.

1) Petersmanns, Geogr. Mitth. 1870, S. 290.

2) Murray et Renard, Notice s. l. classification etc. des Sédiments de mer profonde in Bulletin d. Musée royal d'histoire naturelle de Belgique T. III, 1884, p. 25.

Unstreitig ist es Ehrenberg, welcher sich zuerst mit der Natur des Glaukonits am erfolgreichsten beschäftigt hat. Eine Reihe von Berichten liegen von ihm hierüber vor, deren Inhalt er in der Hauptabhandlung „Ueber den Grünsand und seine Erläuterung des organischen Lebens 1855“ ¹⁾ zusammengefasst hat. Einige spätere Publicationen ²⁾ enthalten nur Ergänzungen und Erweiterungen der früher gewonnenen Resultate. Ehrenberg hat mit unermüdlichem Eifer die grünen Körnchen, die er geradezu Grünerde nennt, aus den verschiedensten Gesteinsschichten von den ältesten Lagen bei St. Petersburg bis zu den tertiären Ablagerungen gesammelt, beschrieben und abgebildet. Er erklärt diese Körperchen fast ausschliesslich als Ausfüllungsmassen von *Foraminiferen*-Kammern, welche theils noch in ursprünglichem Zusammenhange wie Steinkerne, theils auseinander gefallen als isolirte Körnchen vorkämen oder aber auch später zusammengekittete Körnerhäufchen bildeten. Doch erwähnt er auch das wiewohl seltenere Vorkommen von Ausfüllungen kleiner Gastropoden und anderer Meeresthiere mit Glaukonitmasse. Zugleich spricht er sich gegen die Annahme aus, dass die Grünsandkörner den Meniliten gleich gestaltete sogenannte Morphelithe sein könnten, d. h. ohne Vermittlung von thierischen Gehäusen sich gebildet hätten. Neben dem Grünsand fänden sich zwar auch häufig ähnlich gestaltete, aus Kieselsubstanz bestehende, organisch geformte und solche Sandkörnchen vor, welche den traubenartig körnigen, concentrisch gebildeten und mannigfach anders gestalteten Meniliten im kleinsten Maassstabe allerdings oft ähnlich seien. Wenn Ehrenberg weiter angiebt, dass die grüne Substanz, welche nach der Analyse Berthier's aus einem besonderen Protoxyd von Eisen und Eisensilikat bestehe, im

1) Abhandl. d. kgl. Acad. d. Wiss. zu Berlin für das Jahr 1855. Phyk. Abth. 8. 85.

2) Mikrogeologische Studien und Fortsetzung derselben.

polarisirten Lichte nicht doppelt brechend sei, mithin einem opalartigen, sogenannten amorphen Zustande der Kieselsäure entspreche, so rührt diese nicht richtige Angabe wohl von dem Umstande her, dass er die Körnchen im Ganzen und nicht in Dünnschliffen seiner Untersuchung unterzogen hat. Im Uebrigen wird der optische Unterschied zwischen der sogenannten Grünerde, welche im vulkanischen Gesteine vorkommt, und dem Grünsande ausführlich beschrieben und hervorgehoben. Die weiteren ausserordentlich umfassenden Beobachtungen Ehrenberg's, welche er bei dieser Gelegenheit über die feineren Strukturverhältnisse der *Foraminiferen*-(*Polythalamien*)-Schalen angestellt hat, gehören zunächst nicht in das Bereich der Beobachtungen, über welche hier berichtet werden soll. Eine nähere Untersuchung der Strukturverhältnisse der die Grünsandkörner bildenden Substanz scheint Ehrenberg nicht vorgenommen zu haben. Wenigstens wird in seinen Abbildungen die Glaukonitmasse als eine ziemlich gleichmässige oder einförmig feingekörnelte dargestellt.

Ehrenberg's Entdeckung fand nun bald von vielen Seiten eine Bestätigung. Schon 1855 gelangte von der Mark ¹⁾ bei Untersuchung der westphälischen Kreide zu ganz ähnlichen Ergebnissen und 1856 berichtet Bailey, ²⁾ dass er nicht nur bei verschiedenen cretacischen und tertiären Gesteinen Nordamerikas die gleichen Beobachtungen wie Ehrenberg gemacht, sondern auch gefunden habe, dass mehrere Proben von noch jetzt entstehenden, nicht etwa von Auswaschungen abstammenden Meeresgrundniederschlägen des Golfstroms und des mexikanischen Golfs aus Grünsand be-

1) Verhandl. d. naturhist. Vereins d. p. Rheinl. u. Westphalens, Jahrg. XII, 1855, S. 259.

2) Bailey, O. t. Origin o. Greensand and its formation in th. Oceans o. t. present epoch in Proceedings o. t. Boston Soc. of nat. history; Vol. V, p. 364.

stehe, welche deutlich die Form von Polythalamien, kleinen Mollusken oder Röhrchen erkennen liessen und aus der ganz gleichen Masse zusammengesetzt seien, wie die fossilen Kerne des Grünsands. Bailey hält es für sehr wahrscheinlich, dass die Grünsandsubstanz sich in den Hohlräumen verschiedener Thierschalen unter dem Einflusse der sich zersetzenden organischen Materie auf chemischen Wege gebildet habe.

Im Anschlusse an diese Angabe theilt de Pourtalès¹⁾ ausführlicher mit, dass Glaukonit zwar häufig im Eingange zur Bucht von New York sich finde, hier aber sicher von dem in New Jersey anstehenden oder bis ins Meer fortziehenden Grünsandstein als Auswaschungsprodukt abstamme, während dieses Mineral aber auf der Höhe der Küste von Georgia und Südkarolina, seltener im Bett des Golfstroms selbst in 50—100 Faden Tiefe sich gegenwärtig noch bilde. Man treffe hier das Mineral häufig als eben erst grün werdende Füllmasse der Kammern von Foraminiferen, oder auch in Form ganz ausgefüllter Gehäuse ohne Spur zurückgebliebener Schalenreste und als durch Zusammenballung mit anderen Körnern entstandene, undeutliche Klümpchen selbst bis zu Bohnengrösse an. Die Ursache dieses Umwandlungsprocesses sei noch unbekannt.

Von grossem Interesse ist die Ansicht, welche der umsichtige Foraminiferen-Forscher Reuss²⁾ gelegentlich einer Beschreibung der westphälischen Kreideforaminiferen über die Natur des Glaukonits ausspricht. Er führt aus, dass manche der von ihm untersuchten Körner von Glaukonit allerdings als Inkrustationen und Verdrängungs-Pseudomorphosen von Foraminiferenschalen deutlich zu erkennen seien oder aus den zerfallenen Stücken solcher Ausfüllungen von Gehäusen

1) In Petermanns geogr. Mitth. 1870, S. 290.

2) Sitz. d. k. k. Ac. d. Wiss. in Wien, math.-naturw. Klasse, 1860, S. 147.

verschiedener Thiersippen entstanden seien, im Allgemeinen aber könne er sich der Ehrenbergischen Annahme nicht anschliessen, sondern halte die grosse Mehrzahl der Körner für Concretionen, welche sich von innen nach aussen gebildet hätten.

Bei neueren Publikationen verschiedener Geologen beschränkt man sich meist darauf, in Bezug auf die äussere Form die Ansicht von Ehrenberg zu wiederholen. Ueber die Entstehungsweise finden wir weitere Andeutungen bei Sterry Hunt,¹⁾ welcher auf eine analoge Bildung, wie bei der Serpentinisirung von Eozoon hier unter Mitwirkung von Meerespflanzen hinweist, wogegen G. Bischof²⁾ sich die Glaukonitbildung durch eine Ausscheidung des im Meerwasser enthaltenen Eisenoxydulsilikates erfolgt denkt, und dieselbe geradezu durch organische Thätigkeit der Polythalamien bewirkt annimmt.

C. Haushofer³⁾ erklärt den Glaukonit als eine sekundäre Bildung, welche durch den Absatz aus einer wässerigen Solution oder durch die umwandelnde Wirkung einer solchen zu Stande käme; die Mitwirkung organischer Reste sei zwar nicht ausgeschlossen, jedoch durch den auffallenden Mangel organischer Formen sehr in Frage gestellt.

Neuerlich hat Fr. Gooch⁴⁾ den Glaukonit als Zersetzungsprodukt vulkanischer Gesteinsgemengtheile bezeichnet und Anger⁵⁾ kommt zu dem Schlusse, dass der Glaukonit nicht, wie Ehrenberg angiebt, amorph, sondern ein dichtes Aggregat von winzigen, das Licht doppelt brechenden Schüppchen sei; auch kann er nicht bestätigen, dass die Körner die Steinkernformen von Foraminiferenschalen besitzen.

1) Chemical and geological Essays, p. 303.

2) Jahrbuch der chem. u. phys. Geologie II, 476.

3) Journ. f. pract. Chemie XCVII.-6, S. 363.

4) Tschermak, Mineral. Mitth. 1876 S. 140.

5) Das. 1875, S. 157.

Murray und Renard ¹⁾ sprechen sich vorläufig dahin aus, dass zu den Produkten, welche durch den chemischen Einfluss des Wassers, wahrscheinlich in Verbindung mit der Wirkung der organischen Materie sich bilden, auch der Glaukonit gehöre.

Auf die chemische Zusammensetzung werden wir später eingehender zurückkommen. Es sei hier nur vorläufig bemerkt, dass man die grüne Substanz früher für eine Art Chlorit ansah, bis Berthier ²⁾ zuerst durch seine Analyse zeigte, dass sie aus einem wasserhaltigen Eisenoxyddkaliumsilikat bestehe, was später Andere und insbesondere C. Haushofer ³⁾ durch eine grosse Reihe von Analysen jedoch nur theilweise bestätigten, indem sie die Hauptmasse des Eisens als aus Oxyd bestehend erkannt haben.

Angesichts dieser verschiedenen und oft sich widersprechenden Ansichten über die Form und Entstehungsweise des Glaukonits schien es mir bei der grossen Bedeutung, welche dieses in so verschiedenen Gesteinsschichten als Beimengung vorkommende Mineral für die Geologie gewinnt, wünschenswerth, die grünen Körner einer erneuerten Untersuchung zu unterwerfen und zwar hauptsächlich auf Grund ihrer auch jetzt noch in gewissen Meeren sich vollziehenden Bildung. Dazu bot sich eine besonders günstige Gelegenheit bei der Untersuchung der Meeresgrundproben, welche bei der Erdumseglung von dem deutschen Schiffe *Gazelle* gesammelt worden sind.

Eine an Glaukonit besonders reiche Meeresgrundprobe fand sich in dem grünlichen Sande, welcher die Agulhas-(Nadel-)Bank an der Südspitze des Kaplandes (34° 13,6' S Br. und 18° 0,7' O L.) bei 214 m. Tiefe bildet.

Der lockere Sand enthält nur eine geringe Beimengung von feinem, grünlich grauem Schlick, welcher aus äusserst

1) *Annales des Mines* Ser. I, t. VI, 1821.

2) *a. a. O.* S. 32.

3) *a. a. O.* S. 361.

feinkörnigen Flocken und thonigen Klümpchen besteht. Neben vielen kleinsten Körnchen von Mineraltheilchen bemerkt man in denselben ziemlich zahlreiche, etwas grössere, eckige, wasserhelle Stückchen, welche i. p. L. als aus einer doppelt brechenden Substanz bestehend sich erweisen und wohl sicher als Quarz gedeutet werden dürfen. Zugleich findet sich eine grosse Menge durchweg zerbrochener kleinster Ringe, wie solche häufig als derbere Theile bei den *Radiolarien* und gewissen *Diatomeen* vorzukommen pflegen. Da nun überdies einzelne Fragmente von *Radiolarien* sich zu erkennen geben, so möchte anzunehmen sein, dass diese Ringstückchen zu letzteren gehören. Ferner machen sich Coccolithe in grosser Menge bemerkbar und neben braunen Fetzen von offenbar pflanzlichem Ursprung beobachtet man auch einzelne stark zersetzte Pflanzenzellen und Holzfäserchen. Sehr eigenthümlich sind kleinste runde Kügelchen von schmutzig grüner Farbe und radialfaseriger Struktur, welche i. p. L. das schwarze Kreuz, wie solches bei sphärolithischen Bildungen zu beobachten ist, liefern. Obwohl eine gewisse Aehnlichkeit mit den Kügelchen der Chondrite (Meteorite) besteht, geht ihnen doch der excentrische Bau und die mehr derbe Beschaffenheit der letzteren ab, wesshalb dieselben eher für eine Art Zeolithbildung anzusehen sein möchten. Diesen feinsten Staubtheilchen beigemengt zeigen sich auch nicht selten Trümmer von Foraminiferenschälchen, welche an der eigenthümlichen röhrigen Struktur und daran leicht zu erkennen sind, dass ihre kalkige Masse i. p. L. deutlich doppelt brechend sich erweist. Diese und andere feinste Beimengungen von Kalktheilchen bewirken, dass der feine Schlamm mit Säuren lebhaft braust.

Zu den feinsten Bestandtheilen des Sandes gehören ferner kleinste schwarze Körnchen, welche von dem Magnet gezogen werden können und u. d. M. theils als rundliche und unregelmässig geformte Körperchen, theils als mit weiss-

lichen und gelblichen, durchsichtigen, doppelt brechenden Mineraltheilchen verwachsene Ausscheidungen sich zu erkennen geben. Es sind Magneteisentheile, wie sie so häufig in Verbindung mit vulkanischen Mineralien in Tiefseeablagerungen vorzukommen pflegen und wohl von vulkanischer Asche abstammen. Etwas grössere, scharf eckige Körnchen lassen einen gelben metallischen Glanz erkennen und dürften als Schwefelkies zu deuten sein.

Die gröberen und weitaus die Hauptmasse des weisslichen, etwas schmutzig graulichen Sandes ausmachenden Bestandtheile nun liefern die Quarz- und Glaukonitkörner.

Die Quarzkörner von durchschnittlich 0,5 mm Grösse, aber auch bis zu Dimensionen von 4 mm anwachsend bestehen vorwaltend aus einer einheitlichen Quarzmasse und zeigen i. p. L. einheitliche und nicht die Aggregatfärbung zusammengesetzter Trümmer; nur die grösseren Körner sind Aggregatgebilde. In der Quarzsubstanz bemerkt man, wie bei den Quarzen der Urgebirgsgesteine zahlreiche Reihen von Gasbläschen und Flüssigkeitseinschlüssen, seltener zahlreiche feine schwarze Nadelchen. Es ist wohl kaum zweifelhaft, dass wir diese Quarzkörner als Abkömmlinge und ausgewaschene Theile von Urgebirgsfelsarten anzusehen haben.

Die meisten dieser Quarzkörnchen sind stark abgerundet, glatt und wie polirt oder doch an den Kanten stark abgeschliffen. Seltener begegnet man einzelnen mehr scharfkantigen Fragmenten. Die Quarzmasse ist meist wasserhell oder doch glasartig durchsichtig, wenn auch durch Beimengungen unrein und stellenweise getrübt; seltener kommen einzelne undurchsichtige, opalähnliche Körnchen vor, von denen man auch ihrer Form nach annehmen könnte, dass sie ähnlich, wie dies bei dem Glaukonit der Fall ist, Kammerausfüllungen von Foraminiferen entsprechen. Da die Substanz sich aber nicht in Kalilauge löst, also nicht zum Opal gehört, erweist sich diese Annahme hier nicht als begründet.

Sehr bemerkenswerth ist, dass viele Quarzkörnchen mit einem dünnen grünlichen Anflug überdeckt und auf feinen Rissen und Spältchen von einer grünen Substanz durchzogen sind, die in Salzsäure sich löst und wie Glaukonit sich verhält. Eine eigentliche Inkrustirung der Quarzkörner mit Glaukonit wurde nicht beobachtet.

Als Seltenheiten kommen mit dem Quarze stark abgerundete, länglich eiförmige Körnchen von Zirkon, Kügelchen von Granat und kleine schwarze Nadelchen von Turmalin vor.

Am eigenartigsten sind die bis 70 Gewichtsprocente betragenden Beimengungen von Glaukonit. Dunkelgrün bis seladongrün gefärbt zeigen die Glaukonitkörnchen durchweg eine mehr oder weniger rundliche Form. Bald kugelförmig, bald ei-, walzen-, halbmondförmig und unregelmässig rundlich gestaltet sind sie meist am Rande eingekerbt oder gelappt, wie aus mehreren einzelnen rundlichen Stückchen zusammengesetzt, oft kugelsegmentähnlich eingebuchtet oder brombeerartig geballt und dabei vielfach am Rande zerrissen. Ihre Grösse wechselt sehr, von $\frac{1}{15}$ mm bis etwa zu einem Millimeter; als mittlerer Durchschnitt dürfte $\frac{1}{2}$ mm gelten. Dabei sind sehr kleine Körnchen eben so selten wie grössere, welche einzeln bis zu 2 und 3 mm anwachsen. Wir sehen zunächst von noch grösseren unregelmässig rundlichen, wie durch Abrollung geglätteten und mit einer grünlichen Rinde überzogenen Gesteinsstückchen ab, die wir später besonders betrachten wollen.

An der Oberfläche sind die meisten Glaukonitkörnchen glänzend glatt, selten zeigen sich Spuren von einer netzartigen Zeichnung und feiner Punktirung. An manchen lässt sich ein bräunlicher oder schwärzlicher, oft firnissartiger Ueberzug wahrnehmen. Zerdrückt scheint die Masse aus körnigen, schuppigen, verschieden intensiv grün gefärbten, nicht ganz gleichartigen Theilchen zu bestehen, in Dünnschliffen dagegen zeigt sich bei den meisten Glaukoniten eine

ziemlich gleichmässige, feinstkörnige Substanz von verschieden intensiv grüner Farbe mit mannigfachen Einlagerungen von schwarzem Pulver oder aber eine ungleichartige, aus helleren oder dunkleren, bald reineren, bald durch Beimengungen von dunklem Pulver trüberen Partikelchen zusammengesetzte Masse vom Aussehen der gewöhnlichen Thonflocken zugleich in mehr oder minder reicher Vermengung mit kleinsten eckigen oder rundlichen Quarzkörnchen, schwarzem Pulver und nicht selten mit kleinen Foraminiferen (meist *Globigerinen*), deren Kammern mit Glaukonit erfüllt ist. Das meist zu Klümpchen zusammengeballte oder zonenartig die Körnchen durchziehende oder am Rande abgelagerte, schwarze Pulver verräth sich dadurch, dass es wenigstens theilweise aus der feingepulverten Substanz mit dem Magnet sich ausziehen lässt und sich leicht in Chlorwasserstoffsäure löst, als Magneteisen, während ein anderer Theil der schwarzen Partikelchen durch einen gelben Metallglanz sich als Schwefelkies zu erkennen giebt.

Einzelne Glaukonitkörnchen sind von Aussen her bis zu einer gewissen Tiefe oder auch ganz in eine ockerbraune Masse verwandelt und zersetzt, wobei sich kleine, tiefbraune Körnchen von Eisenoxydhydrat wohl als ein aus Magnet-eisen oder Schwefelkies hervorgegangenes Umbildungsprodukt deuten lassen.

Die Glaukonitmasse ist schwach doppelt brechend, genau so wie die Substanz aller Glaukonitkörner, die von den älteren Silurschichten an durch die ganze Reihe der jüngeren Ablagerungen bis zu den neuesten Meeresabsätzen vorkommen. Dabei zeigt sich i. p. L. bei verschiedener Stellung des Analysators eine Farbenwandlung vom Hellgrünen ins Gelb- und Blaugrüne. Es beweist dies die substanzielle Gleichheit des Glaukonits, wie er sich jetzt noch bildet mit jenem aus den älteren Ablagerungen. Direkt bestätigt sich dies auch durch die gleiche chemische Zusammensetzung, über welche später berichtet werden soll.

Als weitere Bestandtheile des Meeressandes finden sich ferner noch kleinere und grössere *Foraminiferen* in verhältnissmässig sehr geringer Menge. Am häufigsten kommen die weissen Gehäuse von *Globigerina bulloides* zum Vorschein, ganz vereinzelt sind *Polymorphina lactea*, *Nodosaria pyrula*, *Cristellaria crepidula* und *Discorbina ochracea* zu beobachten. Es ist auffallend, dass die Schale der Foraminiferen meist sehr mürbe und zerbrechlich ist. Daher erklärt es sich auch, dass eine grosse Menge zerbrochener Schalenstücke im Sande eingestreut liegt. Manche der *Globigerinen*-Gehäuse lassen durch einen schwachen grünlichen Farbenton, der durch das Weiss der Schale hindurch schimmert, eine Ausfüllung mit Glaukonit vermuthen. In der That wurde durch Auflösen solcher Gehäuse in sehr verdünnter Säure wiederholt und ganz unzweifelhaft festgestellt, dass in den Kammern sich Glaukonit als Ausfüllung abgesetzt hat, und dass bei dem Auflösen des Kalkes der Schalen diese Ausfüllungsmassen als kleine, runde Körnchen von Glaukonit sich erwiesen, die aber nicht im Zusammenhange aneinander haften bleiben, sondern in einzelne Kügelchen zerfallen. Mehrfach fand sich die Embryonalkammer mit schwarzem Pulver erfüllt, das sich meist als feiner Schwefelkiesstaub zu erkennen gab.

Seltener stösst man auch auf ganz kleine Gastropodengehäuse, welche wohl meist Brutexemplaren angehören. Mehrere derselben waren in den Hohlräumen gleichfalls mit Glaukonit erfüllt und lieferten bei dem Auflösen in Säuren verhältnissmässig grössere Körner dieses Minerals.

Besonders wichtig erscheint ferner die Beimengung von braunen, stark zersetzten Pflanzenfetzen, welche, so deutlich auch ihre Pflanzennatur zu erkennen ist, doch nicht leicht auf bestimmte Pflanzenarten zu beziehen sind. Dies gilt auch z. Th. von den nicht seltenen, braunen Holzstückchen mit deutlichen Holzfaserbündeln und Markstrahlen,

an denen nur selten Holzzellen mit gehöften Tüpfeln auf Koniferen hinweisen.

Was nun die bereits erwähnten grösseren Gesteinsbrocken, welche eine Grösse bis zu 10 mm erreichen, anbelangt, so erweisen sie sich bei dem Durchschlagen aus einer sehr dichten röthlich grauen Kalkmasse zusammengesetzt, welche reichlich eingesprengte Glaukonit- und Quarzkörnchen, sowie Foraminiferengehäuse umschliesst.

In Säuren braust die Masse lebhaft auf und löst sich unter Hinterlassung von Glaukonit, Quarz und zahlreichen, theils in Klümpchen geformten, theils flockigen Theilen, welche die Beschaffenheit des früher beschriebenen feinen Schlammes besitzen, auf.

Besonders lehrreich sind die Bilder, welche wir in Dünnschliffen dieser Kalkconcretion gewinnen. Wir sehen darin zunächst von der Oberfläche her die Kalkmasse auf nur geringe Tiefe rindenartig von einer grünen Glaukonitsubstanz durchtränkt, in der Masse selbst, welche der Hauptsache nach die Textur des durch Kalk verfestigten feinen Schlammes besitzt und eine Menge feinsten pulverförmiger Körnchen in sich schliesst, gewahren wir eine beträchtliche Menge grösserer und kleinerer Quarzstückchen, zahlreiche Glaukonitkörner und sehr viele Foraminiferen mit wohlerhaltener Schale, deren Kammern theils mit dem eben beschriebenen schlammreichen Kalk, theils mit Glaukonit, theils mit schwarzem Pulver (Schwefelkies, Magneteisen) erfüllt sind. Als Seltenheit erscheinen Durchschnitte von mit Glaukonit erfüllten Gastropoden. (Siehe Tafel Fig. 1.)

Die Quarzeinschlüsse tragen ganz dasselbe Gepräge an sich, wie die freien, nicht verkitteten Quarzkörner der Sandablagerung und auch die Glaukonite kommen in denselben rundlich abgegrenzten, sehr vielgestaltigen Formen vor, wie wir sie im losen Sande kennen gelernt haben. Doch tritt hier ihre fast durchweg beträchtlichere Grösse gegenüber

den Einzelkammern der unmittelbar daneben liegenden Foraminiferen besonders auffallend hervor. Es ist bemerkenswerth, dass höchst selten eines oder das andere dieser Körner die Umrisse irgend einer der Schale beraubten Foraminiferenart oder die Form der Kammerausfüllung einer solchen zu erkennen giebt. Sie lassen sich daher weder als Steinkerne von Foraminiferen, noch als Ausfüllungen einzelner Kammern deuten. Gegen letztere Auffassung spricht schon ohnehin ihre meist beträchtliche Grösse. Nur kleinere Körnchen dürften von dem in den Kammern der Foraminiferen abgesetzten Glaukonit abstammen.

Deutlicher als an den losen Glaukonitkörnern tritt uns in dem eingeschlossenen die Erscheinung entgegen, dass der Rand derselben oft von einer Lage schwarzen Pulvers (Magnet-eisen, Schwefelkies) umsäumt wird oder dass solche schwarze Theilchen zonenweise und in unregelmässige Häufchen grupirt die Glaukonitmasse durchsetzen, wie es bei dem Serpentin vorzukommen pflegt. Oft hat es auch das Aussehen, als seien die Glaukonitkörner von einer dichteren Rinde eingehüllt. In anderen Fällen zeigt sich eine von aussen her beginnende Umsetzung in eine braunliche Substanz.

Besonders deutlich lässt sich an den Kammerdurchschnitten der Foraminiferengehäuse die successive Bildungsweise der Glaukonitmasse verfolgen. Bei den meisten Gehäusen, namentlich von *Globigerinen*, erscheinen nämlich die Kammern mit dem feinen, grauen Schlamm oder Schlick erfüllt, den wir als feinsten Bestandtheil der Sandablagerung kennen gelernt haben. Dieser Schlamm ist so fein, dass er selbst bis in die Porencanäle der Schalen eindringt und dieselben erfüllt. In vielen Fällen ist diese graue Ausfüllungsmasse der äusseren Kammern theilweise durch grüne Glaukonit-substanz ersetzt oder von derselben gleichsam durchtränkt, während die inneren Kammern mehr oder weniger ganz von Glaukonit erfüllt sind. (Tafel Fig. 1 x.) Es scheint

im ersten Falle der Anfang einer Art Pseudomorphosenbildung vor sich zu gehen. Ob eine gleiche Entstehung auch bei der Ausfüllung der inneren Kammern anzunehmen sei, oder ob letztere wegen der beschränkteren Verbindung nach aussen mittelst nur ganz feiner Mündungsöffnungen sich nicht mit Schlamm füllten und der eindringenden Flüssigkeit, aus welcher sich die Glaukonitsubstanz absetzte, einen völlig leeren Raum zur Ausfüllung bot, ist schwer zu entscheiden.

An anderen Gehäusen bemerkt man ein von den äusseren zu den inneren Kammern fortschreitendes Eindringen der Glaukonitsubstanz. Ganz besonders bemerkenswerth ist das Vorkommen von mit Glaukonit ausgefüllten *Globigerinen*-Gehäusen in Mitten eines Glaukonitkorns (Taf. Fig. 1. z.). Man muss hierbei wohl annehmen, dass ursprünglich die ganze Masse sammt dem *Globigerinen*-Gehäuse als Schlamm irgend einen Hohlraum eingenommen hat, der nach und nach von Glaukonitsubstanz verdrängt oder ersetzt wurde.

So augenscheinlich nun auch die Bildung des Glaukonits in den Kammerhöhlungen von Foraminiferen oder auch in Hohlräumen anderer Seethierengehäuse, namentlich kleiner Gastropoden, Pteropoden, Serpulen und Ostracoden ist und so sicher auch zahlreiche der jetzt ohne organische Umhüllung von Schalen mit dem Sande frei gemengt vorkommenden Körner dem Verfallen aufgelöster, mit Glaukonitsubstanz ausgefüllter Gehäuse ihre Entstehung verdankt, so giebt es doch ausserdem noch viele Glaukonitkörner, welche weder ihrer Grösse, noch ihrer Form nach auf einen solchen Ursprung zurückzuführen sind.

Es ist zwar richtig, dass durch eine Zusammenballung mehrerer solcher zerfallener Kerne oder durch eine Zusammenschweissung derselben die Formen von grösseren Körnern und oft abenteuerlich gestaltete Körperchen entstanden gedacht

werden könnten. Von einer solchen Vereinigung lässt sich aber in den Dünnschliffdurchschnitten nichts wahrnehmen. Die grösseren Körner lassen trotz der scheinbaren, auf eine Vereinigung mehrerer Kerne hindeutenden Ausbuchtungen weder Nähte noch ein dazwischen eingeschobenes Bindemittel wahrnehmen.

Wenn man sich nun die Bildung solcher nicht durch Abformung von Hohlräumen organischer Gehäuse herrührender, meist grösserer und eiförmiger oder wie aus verschiedenen zusammengeballten Kügelchen bestehender, oft ganz unregelmässig gestalteter Glaukonitkörner erklären will, muss man sich an ähnliche Gebilde erinnern, welche häufig in der Textur der Gesteine bei Dünnschliffen sich bemerkbar machen und auf ähnliche Vorgänge hinweisen, wie solche bei der Entstehung gewisser Entoolithe wirksam waren. Es darf dabei nicht ausser Betracht gelassen werden, dass die Glaukonitbildung sich fast durchweg in der Nähe der Küste vollzieht und wohl auch früher in analoger Weise vollzogen hat, wo sich reichliche organische Beimengungen mit dem Meeresabsatze vermengt niedersenken, wie nachgewiesen wurde und, indem sie sich zersetzen, reichlich Gase entwickeln. Diese Gase nun, namentlich Kohlenwasserstoffe, Kohlensäure und Schwefelwasserstoff sind es, welche kleinere und grössere Bläschen bilden und indem sie in dem schlammigen Sande längere Zeit verweilen, vereinzelt an den Sandkörnchen und Schlammklümpchen haften bleiben oder zu mannichfach gestalteten Gruppen sich vereinigen. An der Oberfläche solcher Gasbläschen vollzieht sich nun zuerst in Folge der Reaktion des Gases auf die in Meerwasser gelöst vorfindliche Mineralsubstanz rings um die Bläschen eine Ausscheidung der Mineralstoffe, mit welchen das umgebende Meer geschwängert ist, gewöhnlich von Kalkerde oder Kieselerde und in unserem Falle von Glaukonitsubstanz. Hat sich nun einmal eine solche Schale, gleichsam eine Rinde, um das Gasbläschen

gebildet, so vollzieht sich nun weiter nach und nach durch Intussusception die spätere Ausfüllung mit der ursprünglich in Lösung befindlichen Glaukonitmasse auf die gleiche Art, wie sich die Innenausfüllung der kieseligen oder kalkigen Entoolithe vollzogen hat. Waren es Schwefelwasserstoff-Gasbläschen, so entstand nebenher eine Ausscheidung von Schwefeleisen und die Bildung von Schwefelkies oder auch bei einer Kohlenwasserstoff-Entwicklung durch Reduktion gewisser Eisenbestandtheile zu Eisenoxydoxydul pulveriges Magnet Eisen, wie es als feinstes Pulver in dem Glaukonit eingestreut gefunden wird.

Es ist selbst denkbar, dass solche Gasbläschen Schlammklümpchen umhüllt haben können, und dass sich dann der Process der Glaukonitisirung bei denselben durch Einträngung oder Umbildung analog vollzogen hat, wie bei den Schlammablagerungen in den Foraminiferenkammern.

Wer mit den ausserordentlich mannichfachen, in den Schichtgesteinen vorkommenden, oft höchst sonderbar gestalteten Mineralausscheidungen vertraut ist, wird eine derartige Bildungsweise von Glaukonitkörnchen nicht unwahrscheinlich finden. Namentlich bieten sich uns in den Kalkgesteinen zahlreiche analoge Erscheinungen. Wir wollen, ganz absehen von der oolithartigen Textur der sogenannten Halboolithe im Jurakalke, obwohl sich in denselben auch eine gewisse Analogie zu erkennen giebt, nur auf die in kieseligen Kalken so häufig zu beobachtenden kleinen, meist eiförmigen Körnchen aus Kieselsubstanz hinweisen, welche zum Vorschein kommen, wenn man solche Kalke in Säuren auflöst. Bei flüchtigem Betrachten glaubt man Steinkerne von Foraminiferen und Ostrakoden vor sich zu haben. Nähere Untersuchungen namentlich in Dünnschliffen lehren aber, dass wir es mit Körperchen zu thun haben, bei deren äusserer Form organische Gebilde nicht bedingend mitgewirkt haben. Bei vielen Jurakalken bleiben derartige kleine Kieselkörner

nach Behandeln mit Säuren im Rückstande. Sehr häufig traf ich sie in einem Devonkalke von Pfaffrath, in dem sie sich schon dem unbewaffneten Auge bemerklich machen. Am deutlichsten lassen sie sich mikroskopisch in den hornsteinführenden Kalklagen nachweisen, mit welcher die Schichten des oberen Muschelkalks zu beginnen pflegen.

Es ist demnach anzunehmen, dass die äussere Form der Glaukonitkörnerchen nicht ausschliesslich der Abformung von Hohlräumen kleiner Thiergehäuse, in welchen sich die Glaukonitsubstanz abgelagert hat, ihren Ursprung verdankt, sondern dass ein grosser Theil derselben auch selbstständig ohne formgebende Mitwirkung von organischen Gebilden nach Art der Entoolithe in nicht beträchtlicher Tiefe der Meere und zugleich in der Nähe von Küsten entsteht.

Fragen wir nun weiter nach der substanziellen Beschaffenheit des sich noch gegenwärtig in den Meeren bildenden Glaukonits, so ergiebt die vorgenommene Analyse der ausgelesenen, möglichst reinen Körner:

Kieselerde	46,90
Thonerde	4,06
Eisenoxyd	27,09
Eisenoxydul	3,60
Kalkerde	0,20
Bittererde	0,70
Kali	6,16
Natron	1,28
Wasser	9,25
	99,24

Dazu kommen Organisches, Spuren von Manganoxiden, Phosphor- und Schwefelsäure.

.Durch diese chemische Zusammensetzung reiht sich unser Glaukonit jenen in neuerer Zeit analysirten Proben an, um deren Untersuchung sich C. Haushofer ganz besonderes Verdienst erworben hat und welche, abgesehen von den übrigen Bestandtheilen, hauptsächlich Eisenoxyd neben nur wenig Eisenoxydul enthalten.

Es dürfte nicht ohne Interesse sein, die hauptsächlichsten, bisher bekannt gewordenen Analysen von Glaukonit in einer Zusammenstellung überblicken zu können:

Analysen von Glaukoniten.

Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	K ₂ O	H ₂ O	Sonstige Bestandtheile:
I	46,3	7,6	—	22,3	3,0	6,0	—	15,0	nach Abzug von 11,5% Quarz.
II	40,0	1,1	—	24,7	3,3	16,6	1,7	12,6	
III	49,7	6,9	—	19,5	—	—	10,6	12,0	
IV	51,68	6,17	—	21,97	—	4,26	5,94	9,98	
V	54,18	7,15	—	20,16	—	4,08	7,97	5,74	
VI	56,7	13,3	—	20,1	1,6	1,18	—	7,0	
VII	48,4	6,3	—	26,3	Sp.	—	12,01	8,4	
VIII	51,5	6,4	—	24,3	—	Sp.	9,96	7,70	
IX	50,75	6,5	—	22,1	—	—	12,96	7,5	
X	53,26	3,8	—	24,1	1,73	1,1	5,36	10,12	
XI	53,46	5,00	—	21,78	—	6,21	8,79	4,76	Mittel aus 2 Anal.
XII	48,5	17,0	—	22,0	—	3,8	—	7,0	
XIII	57,56	6,56	—	20,13	1,04	1,7	4,88	8,17	
XIV	43,00	22,50	—	25,34	0,69	2,85	5,62	—	
XV	50,70	8,03	22,5	—	1,11	2,16	5,80	8,95	
XVI	49,5	3,2	22,2	6,8	—	—	8,0	9,52	
XVII	50,2	1,5	28,1	6,2	—	—	5,9	8,6	
XVIII	49,8	7,1	20,1	3,8	—	—	5,8	12,8	
XIX	47,6	4,2	21,6	3,0	2,5	1,4	4,6	14,7	
XX	48,99	6,4	25,8	4,8	0,78	Sp.	5,18	8,98	Mittel aus 3 Anal.
XXI	50,8	6,7	21,8	3,1	Sp.	4,2	3,1	9,8	
XXII	49,1	7,1	23,6	3,2	—	—	5,75	10,1	
XXIII	48,3	3,0	28,4	—	—	—	5,5	14,7	
XXIV	50,62	3,80	21,03	6,02	0,54*	0,57*	7,14	9,14	
XXV	50,42	4,79	19,90	5,96	3,31	2,28	7,87	5,28	
XXVI	46,91	2,64	23,06	7,04	2,95	4,40	7,31	4,71	
XXVII	49,09	15,21	10,56	3,06	0,55	2,65	6,05	11,64	
XXVIII	46,90	4,06	27,09	3,60	0,20	0,70	6,16	9,25	

* Als Carbonate.

dazu 1,21 Na₂O.
dazu 1,28 Na₂O.

Verzeichniss der Analytiker und der Gesteine
obiger Analysen.

- I. Berthier, grüne Körner aus einer Sandlage des Grobkalks von Paris; (Annal. d. Mines 1821, VI, 459).
- II. Ders., grüne Körner aus den chloritischen Lagen des Grobkalks von Paris; (Das.).
- III. Ders., grüne Körner aus der chloritischen Kreide vom Cap la Hève bei le Havre; (Das.).
- IV. Ders., grüne Körner aus einer chloritischen Kreide Deutschlands (? Westphalen); (Ann. d. Min. 1826, XIII, 213).
- V. Pisani, Glaukonit aus den subcretac. Schichten von Villers sur Mer; (Des Cloiseaux, Min. I, 542.)
- VI. Dana, Glaukonit aus den Kreideschichten von New Jersey; (Dana, Syst. of. Mineraloge).
- VII–IX. Rogers, Glaukonit aus den gleichen Schichten; (Das.).
- X. Fisher, Glaukonit aus den Kreideschichten von Massasuchetts; (Das.).
- XI. v. d. Mark, Glaukonit aus dem cretacischen Mergel v. Büderich in Westphalen; (Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. VIII, 135).
- XII. Turner, Glaukonit aus schottischen Kreideschichten; (Lond. a. Edinb. phil. Magaz. XXI, 36).
- XIII. J. U. Mallet, Glaukonit aus dem Grünsande von Coal Bluff in Alabama; (Silliman th. Amerik. Journ. o. Sc. II. Ser. 1857, 182).
- XIV. Sterry Hunt, grüne Körner aus dem untersilurischen Quebecksandstein; (Geolog. of. Canada 1863, 487).
- XV. Ders., Glaukonit aus den Kreideschichten von New Jersey; (Das.).
- XVI. C. Haushofer, grüne Körner aus dem Glaukonitmergel vom Kressenberg; (Journ. f. pract. Chemie 97, 6, 353).

- XVII. C. Haushofer, grüne Körner aus den mittleren cretacischen Schichten von Roding; (Das.).
- XVIII. Ders., grüne Körner aus dem Glaukonitsande von Roding; (Das.).
- XIX. Ders., grüne Körner aus crétacischem Grünsandstein von Benedictbeuern; (Das.).
- XX. Ders., grüne Körner aus einem glaukonitischen cretacischen Kalkstein von Ortenburg; (Das.).
- XXI. Ders., Glaukonit aus Jurakalk (unterster Malm) von Sorg bei Kronach; (Das.).
- XXII. Ders., Glaukonit aus den obersten Muschelkalklagen bei Bayreuth; (Das.).
- XXIII. Ders., Glaukonit aus dem Bairdienkalke bei Würzburg (Grenzschichten von Muschelkalk und Keuper); (Journ. f. pract. Chem. 99, 4, 237).
- XXIV. Ders., Glaukonit aus dem chloritischen Kalke von le Havre wie Anal. III; (Das. 10?, 38).
- XXV. Dewalque, Glaukonitkörner aus dem pliocänen Sande von Anvers in Belgien; (Ann. d. l. Soc. geol. d. Belg. II, 3).
- XXVI. v. Bamberger, Glaukonit aus den miocänen Tertiärschichten zwischen Leithakalk und Schlier; (Tschermak Min. Mittheil. 1877, 27, 1).
- XXVII. Heddle, Glaukonit aus Oolithkalk von Ashgrove in Schottland; (Transact. o. t. Roy. Socy. Edinb. 29).
- XXVIII. Gumbel, Glaukonit aus dem Meeressand der Agulhasbank.

In den Ergebnissen dieser Analysen ist besonders auffallend, dass in allen älteren Untersuchungen bis zu denen von Sterry Hunt der Eisenbestandtheil als Oxydul angegeben wird. Dies rührt sehr wahrscheinlich daher, dass man bei denselben Eisenoxyd und Eisenoxydul nicht zu trennen versucht hat und in der Meinung, die grüne Färbung des Minerals deute auf einen Gehalt an Oxydul, die gefundene Gesamtmenge des

Eisens auf Oxydul berechnet. Auch G. Bischof ging noch von der Annahme aus, dass das Eisen als Oxydul im Glaukonit enthalten sei und nahm daher eine reducirende Wirkung von organischen Stoffen bei dessen Entstehung an. Die älteren Analysen scheinen sohin die chemischen Zusammensetzung des Glaukonits nicht richtig anzugeben. Erst seit den maassgebenden Analysen C. Haushofer's ist das Vorhandensein des Eisenoxyds meist neben einigen Procenten von Oxydul ausser Zweifel gestellt. Wenn sich trotzdem noch beträchtliche Schwankungen in dem Procentgehalte bemerkbar machen, so dass sich eine genauere mineralogische Formel für das Mineral daraus nicht ableiten lässt, so rührt dies offenbar von den vielfachen Verunreinigungen her, welche den Glaukonitkörnchen anhaften. Vielleicht entspricht ein Theil des Eisenoxydulgehaltes dem beigemengten Magneteisen. Dass überdies auch freie opalartige Kieselsäure meist als Umhüllungen der Glaukonitkörner vorkommt, lässt sich daraus schliessen, dass selbst bei lang anhaltendem Kochen mit Salzsäure immer noch einzelne seladengrün gefärbte Körnchen unzersetzt bleiben, deren grüne Färbung erst verschwindet, wenn man sie zu feinem Pulver zerreibt und nunmehr mit Salzsäure behandelt.

Die eigentliche Substanz des Glaukonits dürfte sich demnach als ein gewässertes Kali-Eisenoxydsilikat ansehen lassen, während die dem Glaukonit chemisch und physikalisch so nahe stehende Grünerde der vulkanischen Gesteine sich durch die Oxydulstufe des Eisens wesentlich von der Glaukonitsubstanz unterscheidet.

Wenn wir nun nach der Herkunft der Stoffe fragen, welche sich bei der so eigenthümlichen Zusammensetzung des Glaukonits betheiligen und nach den Bedingungen forschen, unter welchen diese Stoffe, wenn sie sich zusammen finden, zu dem Mineral verbinden können, so müssen wir uns zunächst an die bisherigen Erfahrungen über das Vorkommen

von Glaukonit in den jetzigen Meeresablagerungen erinnern, nämlich dass sie nur in verhältnissmässig geringer Meeres-tiefe und nicht weit entfernt vom Festlande zu finden sind, wie dies auch durch das Auftreten des Glaukonitsandes der Agulhas-Bank bestätigt wird. Ob die mitbeigemengten Substanzen mehr sandiger oder mehr thoniger oder kalkiger Natur sind, scheint dabei nicht von Wesenheit zu sein. Als Ursache dieser Beschränkung in der Verbreitung glaukonischer Absätze scheint wohl der Umstand gelten zu dürfen, dass nur in der Nähe des Festlandes und in geringer Tiefe der Meere hinreichende Menge von organischer, hauptsächlich pflanzlicher Materie sich vorzufinden pflegt, an deren Gegenwart und Mitwirkung die chemische Vereinigung der Glaukonitstoffe, z. Th. auch ihre Form gebunden zu sein scheint.

Wir wollen einstweilen diese Beziehungen nicht weiter verfolgen, sondern uns der Frage nach der Herkunft der verschiedenen sich im Glaukonit vereinigenden Stoffe zuwenden.

In dieser Richtung tritt uns zunächst die höchst auffallende Zusammensetzung mancher thoniger Tiefseeablagerungen entgegen, welche zuweilen mit einem Kieselsäuregehalte von 50—57 % einen Gehalt an Eisenoxyden bis zu $14\frac{1}{2}\%$ und an Kali bis zu 3 %, allerdings neben 10—22 % Thonerde und 2—5 % Natron, verbinden. Daraus geht wenigstens eine gewisse stoffliche Aehnlichkeit des Glaukonits mit einigen Tiefseeablagerungen hervor und es liegt die Vermuthung nahe, dass der Glaukonit aus ähnlichen eisen- und kaliumreichen Meeresabsätzen seine Bestandtheile geschöpft hat und noch andauernd bezieht. Vielleicht übt hierbei die Nähe des Festlandes auch insofern einen Einfluss aus, als von demselben ins Meer geschwemmte, feine, aus Urgebirgsgebieten stammende Mineraltheile kaliumreiches Gesteinspulver liefern können.

Findet sich nun strichweise in der Nähe der Küsten solcher stoffreicher Schlamm für sich oder untermengt mit

Quarzkörnchen und zugleich mit grösseren Mengen organischer Materie zusammen, so scheint damit die Bedingung erfüllt zu sein, von welcher die Bildung des Glaukonits abhängt. Dass hierbei den verschiedenen Zersetzungsprodukten des Organischen, namentlich den organischen Säuren, dann der Kohlensäure, den Kohlenwasserstoff- und Schwefelwasserstoffgasen eine wichtige Rolle zufällt, ist kaum zu bezweifeln und es treten Prozesse ein, ähnlich denjenigen, welche sich bei der Entstehung und Ausscheidung von gewöhnlicher Kieselsäure in Form der Verkieselung von pflanzlichen und thierischen Ueberresten oder in Form von kleinen Quarzkügelchen und grösseren Hornsteinknollen bei so vielen Schichtgesteinen zu erkennen gaben.

Das gebildete Kalium-Eisenoxydsilikat scheint die besondere Neigung zu besitzen, sich in Hohlräumen von thierischen Gehäusen abzusetzen oder den thonigen Schlamm zu durchtränken, Gasbläschen mit einer Haut zu überkleiden und dieselbe nach und nach ganz auszufüllen, oder in seltneren Fällen auch die Oberfläche vom Körper mit einer dünnen Rinde zu überziehen. Dass dabei auch Reduktionsprozesse mit ins Spiel kommen, beweist der häufige Einschluss von feinen Magnet-eisentheilchen und Schwefelkies. Doch erstreckt sich diese Reduktion, wie G. Bischof (a. a. O.) annimmt, nicht oder doch nur in sehr geringem Grade, auf das Eisen des Silikates, das immer weit überwiegend als Eisenoxyd auftritt.

Diese Bedingungen der Entstehung des Glaukonits sowohl in Bezug auf seine äussere Form, als auch seine chemische Zusammensetzung, wie sich solche bei den glaukonitführenden, noch jetzt sich bildenden Meeresablagerungen zu erkennen geben, haben seit der ältesten Zeit des Absatzes versteinierungsführende Schichtgesteine in ganz analoger Weise sich in vielfachen Wiederholungen eingestellt. Denn was die äussere Form anbelangt, so ergibt die Durchmusterung zahlreicher glaukonitführender Gesteine bis zu den silurischen

und cambrischen Ablagerungen eine solche Uebereinstimmung, dass man die freiliegenden Körner aus den verschiedenen Schichtensystemen nicht wohl von einander zu unterscheiden im Stande ist.

Anders verhält es sich freilich bei den verhältnissmässig selteneren und in nur wenigen Gesteinen vorfindlichen, noch zusammenhängenden Ausfüllungen von Höhlungen organischer Gehäuse, zumal wenn letzteres selbst noch erhalten ist. Selbst in dem von Ehrenberg so besonders hervorgehobenen Nummulitengestein vom Kressenberg ¹⁾ sind die Glaukonitkörner weit vorwaltend abgesondert, und meist von eiförmigem oder kurz walzenförmigem Umriss. Unvergleichlich schön sind von dieser Fundstelle die Durchschnitte der glaukonithaltigen *Nummuliten*, *Orbitoiden* und ähnlicher Foraminiferen, welche man in Dünnschliffen erhält. In denselben findet man die grüne Substanz bis in die feinsten Röhrchen der Schalen, in die Intercellularkanäle und in die häufig die Schalen durchlöchernden Gänge der Bohrspongien (*Vioa*) eingedrungen, wodurch die allerfeinsten Strukturverhältnisse der Foraminiferengehäuse auf das Prächtigste zum Vorschein kommen. Neben der grünen Substanz zeigt sich, dieselbe gleichsam vertretend, häufig auch eine eisenerze-braune Mineralmasse in den kleinsten Kanälchen abgelagert und eine gleiche braune oder schwärzliche Substanz setzt auch die den Glaukonitkörnern gleichgeformten, länglich runden Körperchen zusammen, welche massenhaft gewisse Lagen der Kressenberger Nummulitenschichten erfüllen, so dass solche Flötze als Eisenerze gewonnen und benützt werden können.

Derartige braune Körnchen sind in Dünnschliffen undurchsichtig, gleichen im Uebrigen aber der Form nach den Glaukonitkörnern. Mit kochender Chlorwasserstoffsäure behandelt löst sich das braune Eisenoxydhydrat auf und es

1) Siehe v. Gümbel, geogn. Beschreib. d. bayer. Alpen. S. 616.

bleiben weissliche oder oft grünliche, in der Form unveränderte Körnchen zurück, die aus amorpher, zuweilen mit Glaukonit vermengter Kieselsäure bestehen. Es gewinnt dadurch den Anschein, als ob die Körner ursprünglich aus Glaukonit bestanden hätten und durch theilweise Zersetzung oder Durchtränkung mit einer zu Eisenoxydhydrat sich umbildenden Substanz in eine eisenreichere Masse umgewandelt worden wären. In den analogen Eisenerzflötzen am Grünten tritt sogar Rotheisenerz an die Stelle des Glaukonits. Das sogenannte Schwarzerz vom Kressenberg, welches sich durch eine sehr dunkelbraune Färbung auszeichnet, besteht nach einer Analyse ¹⁾ C. Haushofer's aus:

SiO ₂	= 25,0
Fe ₂ O ₃	= 48,8
FeO	= 2,9
Al ₂ O ₃	= 7,7
K ₂ O	= 1,0
CaO	= 0,12
MgO	= 1,07
MnO	= 0,38
H ₂ O	= 11,8

nachdem das kalkige Bindemittel vorerst durch Salzsäure ausgezogen und der begleitende Quarzsand entfernt worden war. Der gesteigerte Gehalt an Eisenoxyd und der zurückgebliebene Theil des Kali scheinen darauf hinzuweisen, dass wir hier eine Art Pseudomorphose von Brauneisenstein nach Glaukonit vor uns haben.

Diese Eisenerzkörnchen der Nummulitenschichten des Kressenbergs lassen aber noch eine andere merkwürdige Erscheinung beobachten, die sonst nur bei groben Geröllen bekannt ist. Viele der Körnchen tragen im Kleinen dieselben vertieften Eindrücke an sich, wie solche bei gewissen Geröllen

1) Journ. f. pract. Chem. XCVII, 358.

in Conglomeraten vorzukommen pflegen, noch häufiger aber sind die Eisenerzkörnchen in die kalkigen Schalen der mit in den Gesteinsschichten eingeschlossenen Versteinerungen namentlich von *Austern* und *Echinodermen* tief eingesenkt, als ob die Kalksubstanz der Schalen vollständig erweicht gewesen wäre. Nähere Untersuchungen haben gezeigt, dass hierbei die Kalkmasse nicht zusammengedrückt wurde und die Erzkörnchen in die durch Druck entstandene Vertiefung versenkt sind, sondern die Höhlungen sind förmlich ausgebohrt. Es lässt sich diese sonderbare Erscheinung kaum in anderer Weise erklären, als durch die Annahme, dass das bereits in bestimmter gegenseitiger Lage abgesetzte Material durch eine schwache, aber lang andauernde, wogende Fluthung des Wassers in fibrirender Bewegung auf und ab geschoben wurde, sodass sich das härtere Korn nach und nach durch fortgesetzte Reibung in das weichere Material gleichsam eingebohrt hat. Es setzt dies allerdings voraus, dass die Bewegung des Wassers von der Oberfläche bis zu grösseren Tiefen hinabreicht. Man nimmt an, dass bis zu 150—200 m die oberflächliche Bewegung des Meerwassers sich fortpflanzen könne. Nach dem Gesamthabitus der in den Nummulitenschichten erhaltenen Fauna ist zu schliessen, dass ihre Bildung keinen Falls im tieferen Meere stattfand, wesshalb auch eine oscillirende Bewegung auf der einen Sandbank ähnlicher Ablagerung der Nummulitenschichten recht wohl denkbar ist. Auch bei Bohnerz-ähnlichen Rotheisensteinkörnchen, welche sich zuweilen an der Grenze zwischen Lias und Dachsteinkalk in den Alpen vorfinden, habe ich ein ähnliches Einbohren der Eisenerzkörner in dem Kalkstein beobachtet.

Für eine derartige Fluthbewegung auf dem Meeresboden, auf welchem die Bildung des Glaukonits vor sich ging, spricht auch noch eine andere Erscheinung, welche bei glaukonitführender Ablagerung öfter sich wiederholt, nämlich das Vorkommen bohnergrosser oder auch noch grösserer, unregelmässig

geformter, stets abgerollter, fester und harter Gesteinsstückchen aus kohlensaurem Kalke und Eisenoxydul, phosphorsaurem Kalk u. s. w., welche, wie sie bereits von der Agulhas-Bank beschrieben wurden, Glaukonit- und Quarzkörner, Schlick und organische Theile in sich schliessen. Genau denselben concretionären Ausscheidungen begegnen wir in den Nummulitenschichten des Kressenbergs, in den glaukonitischen Grobkalken von Paris, in der chloritischen Kreide von Rouen ¹⁾ und an zahlreichen Stellen in den glaukonitischen Mergelkalken der Gaultschichten. Es deutet dies alles auf ganz ähnliche Bedingungen hin, unter welchen die Glaukonitbildung in den verschiedenen geologischen Zeiten und an verschiedenen Stellen stattfand. So weit wir auch die glaukonitführenden Schichtgesteine zurück verfolgen, immer begegnen wir denselben Gebilden, welche selbst in dem cambrischen Obolusgrünsandstein von St. Petersburg nicht wesentlich anders sich verhalten.

Dieser schmutzig grünlich graue Sandstein braust nämlich lebhaft bei der Einwirkung von Säuren und zerfällt dann in ein lockeres Haufwerk von meist rundkantigen Quarzkörnchen, vorherrschend kleinen Glaukonitstückchen und in thonigen Schlamm, welcher zahlreiche Fragmente von kleinsten organischen Ueberresten, namentlich Stückchen von wahrscheinlich zu *Radolarien* gehörigen Ringen in sich schliesst. Spärlich beigemischt finden sich Fragmente von Orthoklas, Zirkon, Granat, Bronzit, Magneteisen und in ziemlich beträchtlicher Menge Schwefelkies. Die Quarzkörnchen sind meist wohl gerundet, wasserhell und voll von Gasbläschen und sonstigen kleinsten Mineraleinschlüssen, wie sie gewöhnlich in den Quarzen der Urgebirgsfelsarten vorzukommen pflegen.

1) In der sogenannten chloritischen Kreide von Rouen finden sich nach ihrer Zersetzung durch verdünnte Säure ziemlich häufig feine Glaukonitnadelchen in Form von Spongiennadeln und Hexaktinokidengerüsten. Es spricht dies für einen Umwandlungsvorgang nach Art der Pseudomorphosenbildung.

Bei dem Glaukonit fällt die Kleinheit der meisten Körnchen auf; doch erreichen sie mitunter auch die gewöhnliche Grösse von $\frac{1}{8}$ mm. In ihrer Form tragen sie ganz das gleiche Gepräge an sich, wie die aus jüngeren Gesteinsschichten und es lässt sich kein Grund finden, anzunehmen, dass diese Glaukonitkörnchen ihrer Form nach anderen Ursprungs wären, als die in den jüngeren Schichten vorkommenden. Diese Uebereinstimmung ergibt sich auch aus den optischen und chemischen Eigenschaften. Dünnschliffe lassen erkennen, dass die grüne Substanz dieser cambrischen Glaukonite ebenso in geringem Grade doppelt brechend ist und aus zahlreichen kleinen Schüppchen zu bestehen scheint, wie die Glaukonitkörner aus jüngeren Ablagerungen oder aus den gegenwärtigen Meeresabsätzen. Es dürfte demgemäss kaum ein berechtigtes Bedenken bestehen, die Glaukonitkörner aus sämtlichen Gesteinsschichten nach Form und Zusammensetzung als gleichartige und unter denselben Entstehungsbedingungen erzeugte Gebilde eines nicht tiefen Meeresgrundes anzusehen.



Glaukonit in Dünnschliff-Durchschnitten.

Fig. I. ($\frac{50}{1}$).

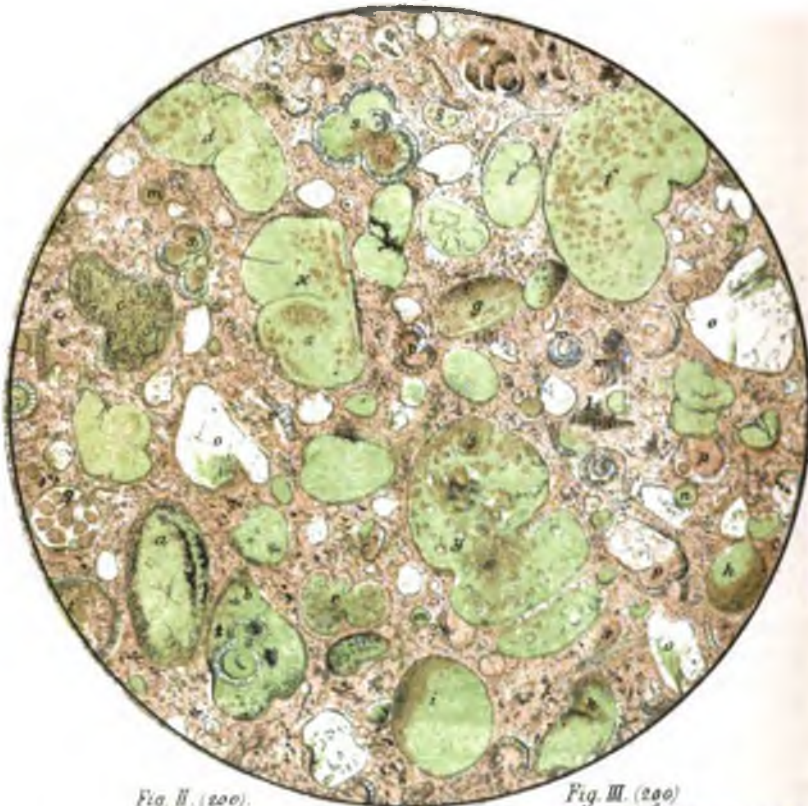
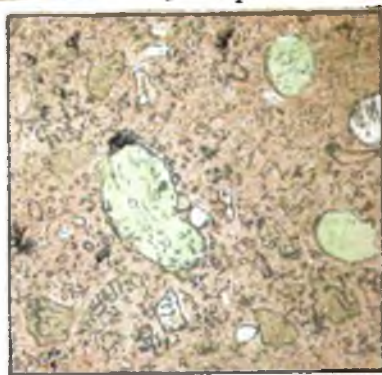


Fig. II. ($\frac{100}{1}$).



Fig. III. ($\frac{200}{1}$).



gez. v. Gumbel.

Erklärung der Tafel.

Figur I (in 50 facher Vergrößerung): eine durch Kalkmasse verkittete, Glaukonit, Sand und Schlamm enthaltende Meeresgrundprobe von der Agulhas-Bank im Dünnschliffe: a) Glaukonitkorn mit rundlicher Ausscheidung von schwarzen Eisenmineraltheilchen; b) Glaukonitkorn mit einer schwarzen Rinde und eingeschlossener Globigerina (z); c) Glaukonitkorn, ganz von schwarzem Pulver erfüllt; d, e, f) verschiedene, entoolithische Glaukonitkörner; g, h, i, k) Glaukonitkörner, welche an Rande stellenweise braungefärbt, hier eine Umbildung in eine Eisenoxydhydratmasse erlitten haben; l) pflanzliche Fragmente; m, n) kugelformiges Glaukonitkorn aus einer zerstörten Foraminiferenkammer; o) Quarzkörner mit grünem Anfluge auf Rissen und Spältchen; p, q) Ausfüllungen von Foraminiferenkammern mit Schlammmasse; r) Ausfüllung eines solchen Gehäuses mit Glaukonit; s) Ausfüllung von Globigerinengehäusen mit Glaukonit und z. Th. mit Schlammmasse, welche in Glaukonitsubstanz übergeht; t) eine ähnliche Ausfüllungsmasse mit theilweiser Umwandlung in Glaukonit; u, v, w) verschiedene Fragmente thierischer Hartgebilde; x, y) Glaukonitkörner als Ausfüllungsmassen von kleinen Gastropodengehäusen; z) Globigerinengehäuse mit Glaukonit-Ausfüllung in einem grösseren Glaukonitkorn eingeschlossen.

Figur II (in 200 facher Vergrößerung): eine Glaukonitmasse in einem Glaukonitkorn mit eingeschlossenem Gehäuse einer Globigerina (Dünnschliff).

Figur III (in 200 facher Vergrößerung): eine Parthie von Schlamm mit eingestreuten kleinen Glaukonittheilchen, Quarzkörnchen und Fragmenten von organischem Körperchen.
