

Mitteilungen

der

Geologischen Landesanstalt

von

Elsaß-Lothringen.

Herausgegeben

von der

Direktion der geologischen Landes-Untersuchung von Elsaß-Lothringen.

Band V.

Mit 12 Tafeln.

STRASSBURG 1/E.

**Straßburger Druckerei und Verlagsanstalt,
vormals R. Schultz u. Comp.**

1905.

**Bemerkungen über die Zusammensetzung
und die Entstehung der lothringisch-luxemburgischen
oolithischen Eisenerze (Minetten).**

Vorläufig zusammengestellt für die Versammlung des Oberrheinischen geolog. Vereins
in Diedenhofen, im April 1901¹.

Von

Landesgeologe Dr. L. van **WERVEKE**.

Die Versuche, die mineralogische Zusammensetzung der lothringischen oolithischen Eisenerze festzustellen, reichen bis an das erste Viertel des vorigen Jahrhunderts zurück.

Die älteste Arbeit, welche mir über diese Frage bekannt geworden ist, rührt von BERTHIER her und ist gleichlautend im Jahre 1827 in den Annales de chimie et de physique und im darauf folgenden Jahre in den Annales des mines veröffentlicht worden (1 und 4 des Litteraturverzeichnisses am Schluss dieses Aufsatzes).

BERTHIER hat Erze von Hayingen untersucht und sie nach ihrer Farbe als braunes, blaues und graues Erz unterschieden; sie setzen in unregelmässiger Vermischung und in vielen Uebergängen das ganze in Abbau stehende Lager zusammen. Als Bestandtheile der Erze führt BERTHIER an: Eisenoxydhydrat und wasserfreies Eisenoxyd in den Oolithen, kohlen-saures Eisenoxydul, Manganoxydhydrat, Phosphorsäure (theils an Eisen, theils an Kalk gebunden), ein dem Chamosit analoges Eisenoxydulsilikat und im Bindemittel kohlen-sauren Kalk sowie eisenschüssigen, oft kalkigen Thon.

Das chamositartige Mineral ist dem blauen Erz eigenthümlich, das zudem stark magnetisch ist und diese Eigenschaft

1. Erster Abdruck in: «Bericht über die 34. Versammlung des Oberrheinischen geologischen Vereins zu Diedenhofen». Stuttgart 1901.

276 L. VAN WERVEKE. Bemerkungen über die Zusammensetzung u. die dem Eisensilikat verdanken soll. Seine Zusammensetzung ist nach BERTHIER

Eisenoxydul	0,747
Kieselsäure	0,124
Thonerde	0,078
Wasser	0,051
	<hr/>
	1,000

Aus der gleichen Zeit stammt eine Untersuchung des blauen Erzes von Hayingen durch KARSTEN (2). Er bemerkt die Aehnlichkeit mit dem BERTHIER'schen Chamosit, giebt aber eine ganz andere Zusammensetzung an, was besonders daher rührt, dass er die Kieselsäure nicht als wesentlichen Bestandtheil der Verbindung anerkennt. Nachdem er Wasser, Kieselsäure, kohlen sauren Kalk und kohlen saure Magnesia vom Bauschergebniß der Analyse abgezogen hat, erhält er für die reine Verbindung

Eisenoxyd	0,4903
Eisenoxydul	0,3585
Kohlensäure	0,1109
Phosphorsäure	0,0403
	<hr/>
	1,0000

welche er als ein Gemenge von Eisenspath, Magneteisen (oxide magnétique) und phosphorsaurem Eisen nach stöchiometrischen Verhältnissen ansieht.

Zu Ehren des Entdeckers führte BEUDANT (3) im Jahre 1832 für das von BERTHIER im blauen Erz von Hayingen angenommene chamositartige Mineral den Namen BERTHIÉRIINE¹ in die mineralogische Litteratur ein.

In den Jahren 1850 und 1851 finden wir auch lothringische Forscher, LANGLOIS und JACQUOT (6 und 7), mit der Frage nach der mineralogischen Zusammensetzung der lothringischen Eisenooolithe beschäftigt. Ihre Ergebnisse schliessen sich eng an die von BERTHIER an, doch finden sie eine andere Zusammensetzung des Eisenoxydulsilikates, nämlich

1. HABETS (11, 45) sagt irrthümlich Berthiérite.

Eisenoxydul	0,692
Kieselsäure	0,184
Thonerde	0,048
Wasser	0,076
	<hr/>
	1,000.

Das Silikat wird ausser in dem Vorkommen von Hayingen auch in einem Erz von Châtel nachgewiesen.

Wenig später erkannte KENNGOTT (8) in dem Berthierin ein mechanisches Gemenge, kein einheitliches Mineral. «Es stellt ein oolithisches Gestein von leberbrauner oder graulich-grüner Farbe dar, welches sehr kleine rundliche, plattgedrückte, unter der Loupe unterscheidbare Körner von brauner Farbe in einem graulich-grünen Cement verkittet enthält.» Von den Körnern wird angegeben, dass sie aus Eisenocker bestehen.

In der Beschreibung des früheren Moseldepartementes giebt JACQUOT (9) als Bestandtheil der Oolithe, die durch ein mergeliges oder kalkiges Bindemittel zusammengehalten sind, Eisenhydroxyd an und macht darauf aufmerksam, dass da, wo der Bergbau tief ins Innere eindringt, die Farbe des Erzes in Grün übergehe. Es scheine daraus hervorzugehen, dass das Bindemittel im ursprünglichen Zustand durch ein Thonerde-Eisenoxydulsilikat grün gefärbt sei. Im blauen Erz sind auch die Oolithe durch ein Eisenoxydulsilikat gebildet.

Dieselbe Bemerkung über die Aenderung der Farbe des Erzes mit der Entfernung von Tage, wobei eine Ersetzung des Eisenoxyds durch Oxydul stattfindet, macht BRACONNIER (12) in seiner Beschreibung des Departements der Meurthe-et-Moselle. Neben Eisenoxydulsilikat enthält das blaue und das grüne Erz häufig kohlen-saures Eisenoxydul. Die Substanz der Oolithe hat sich concentrisch um ein centrales sehr kleines Korn gelegt.

Die Analyse reiner, von Bindemittel vollständig befreiter Oolithe ergab

Kieselsäure. . . .	6,7
Thonerde.	2,8
Eisenoxyd	75,2
Magnesia	0,3
Phosphorsäure. . .	1,6
	<hr/>
	86,6.

Die Herausgabe der geologischen Karten des westlichen Deutsch-Lothringen und der südlichen Hälfte des Grossherzogthums Luxemburg veranlasste mich, gleichfalls der vorliegenden Frage näher zu treten (21). Ich nahm an, dass der Eisengehalt der Oolithe wahrscheinlich zum grösseren Theil als $2 \text{ Fe}_2 \text{ O}_3 \cdot 3 \text{ H}_2 \text{ O}$, vielleicht auch als ein Gemenge verschiedener Hydrate vorhanden sei. Im Dünnschliff erkannte ich, dass die Oolithe einen concentrisch-schaligen Bau, grössere Oolithe zuweilen zwei Centren zeigen. Wichtig erschien mir der hier zum ersten Mal (vergl. 28) geführte Nachweis, dass die Kieselsäure der Erze ausser als Quarz auch als Bestandtheil der Oolithe auftritt und sich beim Behandeln mit Säure als eine Gallerte ausscheidet, die sich in geätzten Dünnschliffen leicht durch Färbung mit Fuchsin nachweisen lässt. Ich leitete daraus die Berechtigung der Annahme ab, dass das Eisenhydroxyd aus der Zersetzung eines Eisensilikates entstanden ist. In der Minette des grauen Lagers wies ich, ebenso SCHMIDT, (19, 396) als Bindemittel der Oolithe ein grünes Mineral nach, das ich mit Thuringit oder Cronstedtit verglich, in demselben Lager ausserdem Magnetit als Umbildungsprodukt sowohl der Oolithe als des Bindemittels. Von der Phosphorsäure nahm ich an, dass sie als wasserhaltiges phosphorsaures Eisen an der Zusammensetzung der Oolithe theil nehme. Den Chamoisit, richtiger Chamosit¹ erklärte ich für ein Gemenge von Magnetit und Thuringit.

Aus keiner der bisher angeführten Untersuchungen und Beobachtungen lässt sich der Schluss ziehen, dass Organismen oder Bestandtheile von solchen am Aufbau der Oolithe betheilig sind. Um so auffallender erscheint eine Mittheilung von BOURGEAT (24), aus der man wohl annehmen muss, dass allen Oolithen ein organisches Gerüst von Bryozoen und kleinen Korallen zu Grunde liegt. So scheinen auch Zirkel² und Rosenbusch³ die Angabe verstanden zu haben.

1. STÜDER, Neues Jahrbuch 1836, 337.

2. Lehrbuch der Petrographie 1894, III 575.

3. Elemente der Gesteinslehre 1901. 432.

Der von mir geführte Nachweis eines Kieselskelettes in den Oolithen fand 5 Jahre später seine Bestätigung durch eine Mittheilung von BLEICHER (25) an die Académie des sciences de Paris. BLEICHER behandelte nicht Dünnschliffe, sondern die ganzen Oolithe mit Säuren und führte abweichend von meinen Angaben, aber in Uebereinstimmung mit BRACONNIER, Quarz oder Bruchstücke organischer Reste (Bryozoen, Foraminiferen und Muscheln) als Kern der Oolithe an. Auch soll sich in ihnen ein bis zu 5%, betragender Gehalt an verbrennbarer organischer Substanz nachweisen lassen. Bei starker Vergrößerung (Immersion) wurden Stäbchen von 10-12 μ Länge erkannt, die eher an Bakterien, denn an Nadeln von Spongien erinnern.

ROTHPLETZ (26) scheint die Richtigkeit dieser Angaben zu bezweifeln. „Höchst auffallend,“ sagt er, „sind die bis 12 μ langen Stäbchen, die BLEICHER in den Eisenoolithen nach Behandlung mit Königswasser sichtbar gemacht hat. Er hält sie möglicherweise für Bakterien. Wenn ihre pflanzliche Natur festgestellt ist, so könnte man auch sie für Spaltalgen ansehen.“

Eine ganze Reihe von späteren Arbeiten BLEICHER's stehen mit dem besprochenen Aufsatz in Verbindung und nehmen z. Th. Bezug auf ihn. Die Beobachtungen über Rostbildung (36) führten BLEICHER zu der Annahme, dass das Zusammentreffen von Eisenhydroxyd und Kieselsäure unter Bodenbedeckung und in Gegenwart von Süßwasser ziemlich rasch Rost erzeugen kann, welcher nach seinem Aussehen und seiner Struktur den Eisenerzen älterer geologischer Epochen vergleichbar ist.

Ein Kieselskelett wies BLEICHER (38 u. 49) sowohl in den Bohnerzen als auch in einem Sumpferz nach, das von Pulligny, Meurthe-et-Moselle, stammt. Die kleinen noch nicht ganz festen Knötchen des Sumpferzes bestehen aus Eisenhydroxyd, das ein Kieselgerüst als Grundlage hat, und umschliessen Sandkörner, Kohlenstückchen und Stäbchen, welche grössere Aehnlichkeit mit Bakterien haben als die der Oolithe und Pisolithe.

Kann man nicht, fragt der Verfasser, in diesen Knötchen die erste Anlage der eisenschüssigen Nieren mit konzentrischer

Struktur sehen und können dieselben Vorgänge sich nicht am Grunde des Meeres abspielen?

Überall fällt der Kieselsäure dieselbe Rolle zu, die eines Körpers, der dazu bestimmt ist, wenigstens zeitweilig das Eisenhydroxyd zu binden, einerlei ob es sich um Eisenerz mariner Bildung oder um Süßwassererz handelt.

Es scheint demnach der Verfasser enge Beziehungen anzunehmen zwischen der Sumpferzbildung und der Bildung der Oolithe der Minetten und bei beiden die Mitwirkung mikroskopischer Organismen, Bakterien oder, wie ROTHPLETZ bedingungsweise vermutet, Spaltalgen vorzusetzen.

Die sehr verschiedenen Ergebnisse, zu denen WINOGRADSKY (22) und MOLISCH (28) bei der mikroskopischen Untersuchung von Sumpferzen gekommen sind, mahnt zur Vorsicht in der Deutung und Benützung dieser Beobachtungen.

BLEICHER hat die Bedeutung des Kieselgerüsts der Oolithe jedenfalls in anderer Richtung gesucht als ich, indem ich es als den Zersetzungs-Rückstand eines Silikates betrachtete.

Den mikroskopischen Nachweis dieses Silikates in den Oolithen hat zuerst LACROIX im «Berthierin» von Hayingen gebracht (30), von wo es auch schon durch JACQUOT (9) makroskopisch erkannt worden war, dann auch von Aumetz. Eine Abbildung nach einer Photographie erläutert das Vorkommen. Die untersuchte Probe scheint eine sehr reine gewesen zu sein, denn die Oolithe liegen dicht gedrängt beisammen und sind nur durch wenig reichliches, kalkiges Bindemittel zusammengehalten.

Die Oolithe zeigen nach LACROIX konzentrisch-schaligen Bau, erinnern in ihrer Struktur an Stärkekörner und geben, wie diese, im polarisierten Licht ein Achsenkreuz, das beim Drehen des Präparates unregelmässig verschoben wird. Die optischen Eigenschaften können im Allgemeinen nicht näher bestimmt werden, aber oft ist das Centrum der Oolithe von einem Chlorit (Chamosit)-Täfelchen gebildet, das sich gut zur optischen Untersuchung eignet. Die Bissectrix wird als negativ angegeben und steht mehr oder weniger senkrecht auf einer Fläche (001), nach welcher das Mineral

leicht spaltet. Der Achsenwinkel ist klein, das Kreuz erfährt oft kaum eine Auflösung.

In dem magnetischen Berthierin sind die Oolithe zum Theil durch zusammenhängende Lagen von Magnetit gebildet und mit Chlorit vergesellschaftet, das auch im Bindemittel vorkommt. Der Aufbau ist derselbe wie in den Oolithen des Bavalit von St. Brigitte im Morbihan, der dem mittleren Silur angehört.

Durch LACROIX, dann durch verschiedene andere Beobachter: TABARY, CÉSARO, STELZNER, HOFFMANN (31, 32, 40, 41), fand also der Nachweis des Magnetit, den KARSTEN (2) bereits im Jahre 1827 auf Grund seiner Analysen angenommen hatte und der von mir zuerst mikroskopisch erkannt worden war, seine Bestätigung.

STELZNER (30) war, nach mir gemachter mündlicher und schriftlicher Mittheilung, geneigt, das Vorkommen des Magnetits mit tektonischen Vorgängen in Verbindung zu bringen. Ich wies dem gegenüber darauf hin (40), dass der Magnetit nicht an die Nähe der die Eisenerzlager durchsetzenden Verwerfungen gebunden ist, und andere Vorgänge, welche eine Dynamometamorphose hätte erzeugen können, ausgeschlossen sind. HOFFMANN (41) gelangte zu derselben Ansicht.

In den genannten Erläuterungen (21, 90) habe ich unter den accessorischen Mineralien den Eisenkies erwähnt und hervorgehoben, dass er sich häufiger als die übrigen accessorischen Minerale finde. Seine Verbreitung ist aber eine noch grössere als ich früher vermuthete; er ist im ganzen schwarzen Lager zerstreut, besonders aber in dessen tieferem Theil reichlich angehäuft, so dass man ihn für dieses Lager als charakteristisches accessorisches Mineral ansehen kann. Seine Oxydation hat jedenfalls grossen Antheil an der Bildung der Eisenschalen in diesem Lager. Auch im grünen Lager findet sich Pyrit. Den Bergleuten ist er zu einem Leitmineral für die Erkennung der unteren Grenze der Erzformation geworden.

Als seltenes accessorisches Mineral musste man bisher den Eisenspath betrachten. Er wird von BERTHIER, KARSTEN und BRACONNIER aus blauen und grünen Erzen erwähnt, doch wurden diese Angaben meistens übersehen. FUCHS und DE LAUNAY (29,

779) thun desselben nur ganz allgemeine Erwähnung, anscheinend nach COUSIN (18), dessen Aufsatz mir bisher nicht zugänglich war, ferner HABETS (11, 49). Die Angabe von ALBRECHT (46, 53 des Separatabzuges) über das schwarze Lager vom Adlergrund: «Die dunkeln, grünlich-blauen Farben deuten auf reichen $\text{Fe}_2(\text{CO})_2$ -Gehalt» ist mir nicht verständlich.» Auch die Verbreitung dieser Verbindung scheint in den lothringisch-luxemburgischen oolithischen Eisenerzen eine grössere zu sein, als man bisher annehmen konnte. Dass sie nicht richtig erkannt wurde, trotz der zahllosen Analysen, die seit langen Jahren im ganzen Erzgebiet ausgeführt worden sind, liegt lediglich an den rein technischen Gesichtspunkten, welche bei der Ausführung der Analysen massgebend sind. Nur ab und zu macht sich ein wissenschaftliches Bestreben bemerkbar, und einer solchen rühmlichen Ausnahme verdanke ich einige Analysen, welche zeigen, dass Eisencarbonat nicht unwesentlich an der Zusammensetzung unserer Erze theil nimmt. Analytiker ist Herr L. BLUM, Vorsteher des Laboratoriums der Gesellschaft METZ & CIE. in Esch a. A. (Luxemburg).

Der Gehalt an kohlen saurem Eisenoxydul betrug bei einer «schwarzen Minette» von Algringen 15,35%, bei einer «Minette von gelbgrüner Farbe» der Grube Friede 60,23%, und bei einer «grünblauen» Minette von Differdingen-Oberkorn 26,99%. Der Nachweis von Eisenspath wurde auch für eine «grüne Minette» von Pierrevillers geführt.

Leider ist das Lager, aus dem die Erze stammen, nicht angegeben, doch ist es mir wahrscheinlich, dass es sich um schwarzes und um grünes Lager handelt, jedenfalls kein höheres Lager anzunehmen ist als das graue.

Die im Laboratorium des Herrn Dr. M. DITTRICH in Heidelberg ausgeführte Analyse eines kieselig-sandigen Erzstückes aus dem Liegenden des schwarzen Lagers von Rosslingen liess einen Eisenspathgehalt von 6,032% erkennen.

Es scheint demnach, als müssten wir den Eisenspath nicht nur als charakteristisch-accessorischen, sondern stellenweise auch als wesentlichen Bestandtheil der tiefsten Lager ansehen. LAPPARENT (43,a) giebt sogar an, dass die Fortsetzung der Eisenerze nach der

Tiefe anfangs nicht erkannt worden sei, weil das Eisen nicht als Oxyd, sondern als Carbonat vorhanden sei, weist damit aber, wie mir scheint, dieser Verbindung eine zu bedeutende Rolle zu.

Wenn ich noch hinzufüge, dass mitunter auch Zinkblende, Bleiglanz, Kupferkies [nach HABETS (11, 45)] und Schwerspath als accessorische Gemengtheile vorkommen, so dürften alle Mineralverbindungen genannt sein, welche man aus den Erzlagern kennt.

Ich kann deshalb zu der Frage der Entstehung der Erzlager übergehen.

Soweit ich die Litteratur jetzt übersehen kann, reichen die Versuche zur Lösung dieser Frage viel weniger weit zurück als die Versuche zur Feststellung der chemischen und mineralogischen Zusammensetzung der Erze.

GIESLER (14), dessen Beschreibung des oolithischen Eisensteinsvorkommens aus dem Jahre 1875 stammt, sieht dieses als eine am Meeresstrand gebildete Ablagerung an, wofür nach ihm die zahlreichen, in dem Erze befindlichen Bruchstücke von Muschelschalen und Holz sprechen, welche das Meer stets an das Ufer wirft. Die Frage, wie das Eisen in das Meer gekommen sei, beantwortet er dahin, das vielleicht kohlensaure Wasser die eisenhaltigen Schichten der Juraformation oder eisenhaltige Silikatgesteine auslaugten und das Eisen als kohlensaures Eisenoxydul dem Meere zuführten. Hier soll eine Neubildung dieser Verbindung in Eisenoxydhydrat eingetreten sein, das zu Körnchen zusammengeballt durch stetigen Wellenschlag am Ufer zusammengehäuft und dort durch ein kalkiges Cement verbunden wurde.

Der Aufsatz von GIESLER ist in der Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preussischen Staate veröffentlicht worden. Die Redaktion erklärte sich mit der Ansicht des Verfassers nicht einverstanden (14, 41) und hält eine secundäre Bildung der beschriebenen Eisensteinsablagerungen für wahrscheinlich. In dem Vorhandensein einer grossen Menge von Fossilien den Beweis der primären Entstehung der Ablagerung zu sehen, erscheint ihr nicht gerechtfertigt.

Secundäre Entstehung der deutschen, in den verschiedenen Stufen des Jura vorkommenden Eisensteine hat ein Jahr früher HANIEL (13) angenommen. Eisenoxydulhaltige, kohlen-saure Gewässer sollen in die Schichten eingedrungen sein, ihre Kohlen-säure verloren haben, und in Folge dessen das Eisenoxydhydrat oder Eisenoxydoxydul abgesetzt haben.

Für WALTHER (35) gehört das Problem der Bildung mariner Eisengesteine zur Diagenese.

Nach DAUBRÉE sind die lothringischen oolithischen Eisenerze ursprüngliche Ablagerungen wie die Zwischenmittel (22a, 69).

Litorale Entstehung, wie GIESLER, nimmt auch BRACONNIER (9) an, doch sollen die carbonathaltigen Wasser auf Spalten in das Meer eingedrungen, das durch Oxydation gebildete Oxyd nach und nach der Küste zugeworfen worden sein. Dieselben Quellen haben nach BRACONNIER in früherer Zeit das Eisen der Ovoide des mittleren Lias zugeführt, in späterer Zeit das der Bohnerze (10, 205).

Eingehend beschäftigt sich HOFFMANN¹ in einem im Jahre 1896 veröffentlichten Aufsatz (42) mit der Entstehung der Minetten. Die Eisensteinslager können nach seiner Ansicht nur auf zweierlei Art entstanden sein, erstens durch metasomatische Prozesse, durch nachträgliche Einwanderung des Eisens unter Verdrängung früher vorhandener Gesteinsbestandtheile oder zweitens durch ursprüngliche Ablagerung.

Die Entstehung durch metasomatische Vorgänge, die, wie wir gesehen haben, HANIEL und die Redaktion der Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen vertreten, wird, in starker Anlehnung an C. SMYTH (39), aus einer ganzen Reihe von Gründen zurückgewiesen, welche sich zum Theil auf die etwaigen Zufuhrwege der Eisenlösungen beziehen. Kamen die Eisenlösungen aus dem Hangenden, so musste, was unwahrscheinlich ist, der Prozess vor der Ablagerung der die Erze überdeckenden, sehr eisenarmen Mergel erfolgt sein, auch ist bei dieser Annahme unerklärlich,

1. Die neueste, über die Minettelager Deutsch-Lothringens veröffentlichte Arbeit von ANSEL (51) ist lediglich ein Auszug aus älteren Arbeiten, die darin entwickelten Ansichten über die Entstehung der Erze sind die HOFFMANN'schen.

warum die Umsetzung auf gewisse Horizonte beschränkt blieb. In derselben Weise scheint es unmöglich, dass die Lösungen vom Liegenden zum Hangenden emporgestiegen sind. Nimmt man Zufuhr in der Schicht an, so wird sie jedenfalls nicht von den Rändern des Vorkommens erfolgt sein, sondern konnte wohl nur von Spalten ausgehen. In der Nähe dieser müsste daher der Eisengehalt der Lager am grössten sein. Die Schlechten zeigen jedoch an keiner Stelle einen derartigen Einfluss, und was die Verwerfungen anbelangt, so hat man gerade vielfach in der Nähe derselben eine Verunedlung der Erze festgestellt. Eine Ausfüllung durch Eisenerze wäre gerade hier auf den Spalten selbst am ehesten zu erwarten, doch sind solche, abgesehen von wenig Schwefelkies, nicht vorhanden.

Einen andern Einwand gegen die Verdrängungstheorie sieht Verfasser in dem Umstand, dass die Eisenverbindungen als Oolithe in eisenfreiem, kalkigem Bindemittel eingeschlossen sind. Letzteres, meint er, hätte gleichfalls von Eisen durchsetzt werden müssen.

Die glänzende Oberfläche, welche auf äussere mechanische Einflüsse, Reibungen, hindeute, sei durch die Verdrängungstheorie nicht erklärlich, auch dass die Eisenoolithe an der Grenze der Lager gegen die Zwischenmittel in diesen in vereinzeltten Körnern und Nestern vorkommen.

Als letzter Einwurf gegen die Entstehung durch Metasomatose wird die Regelmässigkeit der Lager erhoben.

Ehe ich zu den Thatsachen übergehe, durch welche HOFFMANN die Entstehung durch ursprüngliche Ablagerung begründet, möchte ich einige Bemerkungen über die aufgezählten Einwände einschieben.

Die Ansicht, dass auf Spalten die Zufuhr von Eisen stattgefunden haben soll, hat sich bei manchen Bergleuten nicht ganz ohne Grund herausgebildet. Das schwarze Lager ist, wenn frisch, reich an Eisenkies. Meist ist dieser aber zersetzt und die Oxydationsprodukte haben sich theils im Lager in konzentrischen, unregelmässigen dünnen Schalen, theils auf Klüften in dicken Eisenschalen abgesetzt. Letzteres ist besonders in der Grube

Friede bei Kneuttingen der Fall; hier ist das Eisen auf Spalten und Klüften angereichert und hier hat es wirklich den Anschein, als sei die Ansicht, dass auf Spalten eindringende Eisenlösungen das Flötz erzeugt haben, eine begründete. Thatsächlich ist aber, wie eben erklärt wurde, die Anreicherung nur eine Umsetzungerscheinung innerhalb primär gebildeter Eisenerzflötze.

Der Umstand, dass die Eisenoolithe in eisenfreiem, kalkigem Bindemittel eingebettet sind, kann wohl nicht als Grund gegen die Verdrängungstheorie angesehen werden, denn die Beobachtungen von BLEICHER (49) lassen keinen Zweifel an der Möglichkeit des Vorganges zu. Dass die Vererzung in den von BLEICHER beschriebenen, an Oolithen des Doggers beobachteten Fällen sich nur auf die Oolithe beschränkt und nicht auch das Bindemittel betroffen hat, liegt an der verschiedenen Struktur des Kalkes, die in den Oolithen eine faserige, im Bindemittel eine körnige ist.

Ich kehre zu HOFFMANN zurück. Als ursprüngliche Ablagerung denkt sich der Verfasser die Entstehung der Erzformation in folgender Weise: Die Eisenerze sind in der Nähe des Ufers abgesetzt, in einem grossen Meerbusen, dessen Rand ungefähr mit dem heutigen Ausgehenden der Schichten zusammenfällt. Zugeführter Sand, sowie Thon- und Kalkschlamm, also mechanische Vorgänge, veranlassten die Ablagerung von Sandstein, Thon und Mergel, während die Kalke und Erze wesentlich dem Niederschlag aus Lösungen, also chemischen Vorgängen, ihre Entstehung verdanken. Mechanische und chemische Absätze wechselten vielfach mit einander ab und griffen in einander ein, weshalb die Flötze nicht scharf gegen die Zwischenmittel abgegrenzt sind.

Die chemisch niedergeschlagenene Verbindung wurde dem Meere in verschiedener Form zugeführt. Kohlensaurer Kalk, kohlensaure Magnesia, sowie das Mangan, das als Oxyd im Erz vorhanden ist, gelangten als Bicarbonat in das Meer. Das Eisen mag in mannigfacher Weise gelöst gewesen sein, als Bicarbonat, als schwefelsaures Eisenoxydul, als Doppelsalz in Verbindung mit Humussäure und Ammoniak oder mit Humussäure und Kieselsäure. Die Kieselsäure wird zum Theil an Alkalien gebunden gewesen sein, dasselbe war der Fall bei der Phosphorsäure.

Aus diesen Verbindungen, welche durch Flüsse, Sickerwasser oder unterseeische Spalten dem Meerbusen zugeführt wurden, schlug sich das Eisen nach der Oxydation als Oxydhydrat nieder; desgleichen das Mangan. Mit ersterem fiel auch die Phosphorsäure aus, ebenfalls die Kieselsäure, soweit sie als Doppelsalz an Eisen gebunden war, während die an Alkalien gebundene Kieselsäure durch die freiwerdende Kohlensäure ausgeschieden wurde. Das Eisenoxydoxydul ist nachträglicher Entstehung. Innerhalb der Sedimente verwesende organische Stoffe setzten die Sulfate des Eisens in Sulfide um. Der Thonerdegehalt der Erze dürfte wohl ganz oder doch wenigstens zum grössten Theil die Folge der Einlagerung und Beimengung von Mergel sein.

Zeiten, in denen kohlensaurer Kalk in den zugeführten Wassern vorherrschte, wechselten, allerdings nicht scharf gegen einander geschieden, sondern durch Uebergänge verbunden, mit solchen, in welchen Eisen eine grössere Rolle spielte, und dieser Wechsel erklärt einerseits die sich mehrmals wiederholenden Kalk- und Eisensteinslager, andererseits das Fehlen scharfer Grenzen zwischen beiden.

Die Ursache der oolithischen Struktur sucht HOFFMANN, unter Hinweis auf den Karlsbader Sprudel, darin, dass sich Eisenoxydhydrat, kohlensaurer Kalk, Kieselsäure und Phosphorsäure konzentrisch um Sandkörner ausschieden, welche durch starken Wellenschlag in dem seichten Wasser beständig aufgewirbelt und schwebend erhalten wurden. Durch Reibung aneinander oder gegen das Meereswasser erhielten die Oolithe das glänzende Ansehen, das sie noch heute zeigen.

In mehreren Aufsätzen finden wir in neuester Zeit die uns beschäftigende Frage durch den französischen Bergingenieur VILLAIN behandelt (44, 47, 48).

Er glaubt die Entstehung der Eisenerze aus der Gesamtheit der bisher bekannten Thatsachen in folgender Weise erklären zu können:

Gegen Schluss der Liaszeit bildete das Meer, welches das Pariser Becken erfüllte, eine grosse Bucht, deren Küste sich nicht

weit von den heutigen Orten Arlon, Luxemburg, Sierck, Château-Salins, Lunéville und Mirecourt befand. Tektonische Bewegungen erzeugten Falten und Spalten, auf denen am Grunde des Meeres Thermalquellen ausbrachen, welche die gleichzeitig niedergeschlagenen Schichten mit Eisen durchsetzten. Die Zufuhr des letzteren erfolgte als Carbonat¹, untergeordnet auch als Silikat und Phosphat. Die Lage der Quellen und die Meeresströmungen veranlassten starke Aenderungen der Lager von einem Punkt zum andern. Die Ergebnisse der Bohrungen in dem neu aufgeschlossenen Gebiet von Briey zeigten, dass die erreichsten Zonen in der Nähe und unterhalb gewisser Verwerfungen (en aval de certaines failles) auftreten, welche als Nährspalten (failles nourricières) betrachtet werden. Wahrscheinlich bildete das Eisenoxyd eine Art Schuttkegel, welcher dem Gefälle des Meeresbodens folgte. Mehrere derartige Kegel konnten sich unter dem Einfluss der Wellenbewegungen und der Meeresströmungen begegnen und mischen. Ein deutlicher Schuttkegel, der auf Quellen zurückzuführen ist, welche nicht weit von Landres austraten, wurde in dem Becken Landres-Baroncourt gefunden. Das Erz ist in demselben sehr regelmässig und sehr wenig mit eisenarmen Zwischenmitteln durchsetzt; nach den Rändern nimmt der Eisengehalt ab und die gewöhnlichen kalkigen und kiesigen Niederschläge überwiegen.

Die Theorie der Nährspalten soll auch erklären, warum die Flötze im Becken von Nancy auf die Thalränder beschränkt sind und mit der Entfernung vom Ausgehenden an Mächtigkeit und Eisengehalt abnehmen. Es wird nämlich angenommen, dass die Thäler längs Verwerfungen ausgewaschen, diese aber die Nährspalten gewesen sind, welche das Eisen gerade dort, wo heute die Thalrinnen verlaufen, angehäuft hatten.

Die Thermen hielten, bei einem Ueberschuss von Kohlensäure, das Eisen wahrscheinlich als kohlen-saures Eisenoxydul gelöst; in Berührung mit dem Meerwasser setzte sich dieses zum grössten Theil in Eisenoxyd um, welches von den Wogen und

1. Die Angabe VILLAIN's, dass bisher keine Analyse das Eisencarbonat nachgewiesen habe, trifft, wie aus den oben gemachten Angaben hervorgeht, nicht zu.

den Meeresströmungen vertheilt wurde und sich schliesslich durch Ausscheidung um einen kleinen Kern in der Form von Oolithen niederschlug. Die Quellen waren in ihrer Ergiebigkeit grossen Schwankungen ausgesetzt, und den Zeiten grössten Eisenreichthums entsprechen die reichsten Flötze.

Zum Schluss weist der Verfasser darauf hin, dass die Erze nach diesen Auseinandersetzungen nicht epigenetischen Ursprunges sein können.

Zur Tertiärzeit soll auf den gleichen Spalten, welche das Eisen der Oolithformation zugeführt, auch das Eisen zur Bohnerz-bildung in Lösungen emporgedrungen sein, denn dort, wo die oolithischen Erze ihre mächtigste Entwicklung gefunden haben, kennt man auch die reichsten Anhäufungen von Bohnerz, nämlich längs der Spalte von Deutsch-Oth.

VILLAIN schliesst sich also BRACONNIER an, der, wie wir gesehen haben, die Zufuhr des Eisens durch Spaltquellen erfolgen lässt, doch führt er diese Ansicht weiter aus.

Eine kritische Besprechung der Ansichten von GIESLER, BRACONNIER, HOFFMANN und VILLAIN giebt LANG (45) im Jahrgang 1899 von Stahl und Eisen. Ohne auf die verschiedenen vom Verfasser erhobenen Einwände einzugehen, deren Besprechung hier zu weit führen würde, sei nur hervorgehoben, dass LANG die Frage, ob ursprüngliche Ablagerung der Eisenerze oder Entstehung durch Metasomatose anzunehmen ist, noch für offen hält. «Noch immer mangelt es», sagt er, «an zwingenden Beweisstücken für die eine oder die andere Theorie. Würde sich VILLAIN's Behauptung der Gebundenheit des Erzreichthums an die Verwerfungsspalten allgemeine Anerkennung erwerben, so wäre dies ein solches entscheidendes Beweismittel, jedoch eben nicht nach VILLAIN's Absicht zu Gunsten der primären Bildung, sondern, zumal falls sich bestätigen sollte, dass der Erzreichthum von der Sprunghöhe beeinflusst wird, der secundären. Diese wäre dagegen widerlegt, wenn der Nachweis gelänge, dass die Zonen grösster Bauwürdigkeit den ehemaligen Strandlinien oder aber den Mündungsstellen und Richtungen eisenhaltiger Zuflüsse von solcher Massenhaftigkeit entsprechen, dass sie den Reichthum des Beckens begründen konnten . . .»

Ich schliesse mich den Autoren an, für welche der Eisengehalt ein ursprünglicher, gleichzeitig mit der Schicht gebildeter ist und nicht auf späterer Zufuhr, infolge metasomatischer oder epigenetischer Prozesse beruht. Die Regelmässigkeit der Lager lässt keine andere Deutung zu.

Welcher Anschauung sollen wir aber bezüglich der Herkunft der eisenhaltigen Verbindungen den Vorzug geben?

GIESLER nimmt Zufuhr vom Lande, HOFFMANN vom Lande und auf Spalten an. Nur auf Spalten lassen BRACONNIER und VILLAIN die Eisenlösungen in das Meer eintreten.

Mir sind weder in Deutsch-Lothringen, noch in Luxemburg Erscheinungen bekannt, welche als ein Beweis für die Annahme angesehen werden könnten, die Zufuhr des Eisens sei auf Spalten erfolgt. Die Eisenanreicherungen, welche wir von der Grube Friede bei Kneuttingen kennen gelernt haben, sind nicht gleichalterig mit den Erzlagern, sondern durch die Zersetzung dieser entstanden. Die Erscheinungen, auf welche VILLAIN in französisch Lothringen zur Begründung seiner Theorie hinweist, sind mir nicht genau genug bekannt, um sie einer Beurtheilung zu unterziehen.

VILLAIN's Hinweis auf die mächtige Entwicklung der oolithischen Eisenerze und der Bohnerze bei Deutsch-Oth als die Folge der dort durchsetzenden grossen Nährspalte scheint mir jedoch nicht glücklich. Die älteren, oolithischen Erze bilden regelmässige Lager. Die Bohnerze stellen dagegen, wie die von JACQUOT (15) gegebenen Zeichnungen veranschaulichen, sehr unregelmässige Ablagerungen bald in trichterartigen, bald in schlauch- oder höhlenartigen Hohlräumen dar.

Längs der Spalte Deutsch-Oth—Esch ist die Entwicklung der Erzlager allerdings eine sehr mächtige; noch mächtigeres Anschwellen weisen aber die Zwischenmittel auf. In Oberkorn hat man auf 13,8 m Erz 11,9 m Zwischenmittel, bei Esch auf 21,1 m Erz 32,8 m Zwischenmittel; dort ist das Verhältniss vom Erz zum Mittel wie 1: 0,8, hier wie 1: 1,5, also fast um das Doppelte grösser. Bei dieser Berechnung sind nur die Zwischenmittel zwischen den untersten und den obersten Lagern in Betracht gezogen; rechnet man den unter dem tiefsten Lager vorkommenden,

ebenfalls der Erzformation angehörigen Sandstein noch hinzu, welcher bei Oberkorn nur 2–3 m misst, bei Esch aber mit 20 m wahrscheinlich nicht zu hoch veranschlagt ist, so ergibt sich für das taube Gestein eine noch wesentlich höhere Verhältnisszahl.

Die mächtigere Entwicklung der Erzlager bei Deutsch-Oth—Esch hängt also mit einer mächtigern Ausbildung der ganzen Erzformation zusammen, nicht aber mit dem Vorhandensein der Spalte.

Zu den «zwingenden Beweisstücken», welche LANG für die Entscheidung der uns beschäftigenden Frage fordert, darf auch die Thatsache gerechnet werden, auf welche ich S. 244 meiner Profile zur Gliederung des reichsländischen Lias und Doggers u. s. w. (52, 244) hingewiesen habe, nämlich dass das produktive Gebiet der Erzformation bei Nancy von den erzeichen Ablagerungen Deutsch-Lothringens durch ein erzarmes Gebiet getrennt ist, das der südwestlichen Fortsetzung des Sattels von Buschborn angehört. Die Aufsattelung hat sich bereits zur Zeit der Ablagerung der Eisenerze bemerkbar gemacht, das Erz schlug sich hauptsächlich in den den Sattel begrenzenden Mulden nieder.

Es erscheint deshalb richtiger, den Ursprung des Eisens an der Stelle zu suchen, von wo auch die mechanischen Sedimente herkommen, nämlich auf dem Festland. Welche Formationen oder Gesteine waren aber hier im Stande, die grossen Mengen von Eisen abzugeben, welche unsere reichen Erzlager bergen?

Von den genannten Autoren hat nur GIESLER diese Fragen erörtert. Er glaubt, dass eisenhaltige Schichten der Juraformation oder eisenhaltige Silikatgesteine die Muttergesteine sind.

Bestimmter spricht sich der oben namhaft gemachte Chemiker BLUM in einem Manuskript aus, in welchem er mir die bei der Besprechung des Eisenspaths erwähnten Analysen mittheilte. Für ihn ist der Eisenkies der Posidonienschiefer die Quelle des Eisens der Minetten; der Pyritgehalt ist nach von ihm angeführten Analysen in den Schiefen stellenweise so hoch, dass an eine Gewinnung gedacht werden könnte.

Geben wir die rein theoretische Möglichkeit dieser Annahme

zu, so bleibt eine andere Frage zu lösen, nämlich die, ob sich denn diese Formation in der That am Aufbau der ehemaligen Küste betheiligt hat?

Früher war den Geologen die Vorstellung geläufig, dass die Schichten der Trias, des Jura, der Kreide und des Tertiärs des Pariser Beckens in einem sich immer stärker einengenden Meer niedergeschlagen wurden, und dass das heutige Ausgehende ungefähr den ursprünglichen Umrandungen entspricht. Wir finden diese Anschauung, die besonders von HÉBERT durch Uebersichtskärtchen erläutert wurde, auch in der neueren bergmännischen Litteratur vertreten.

Ganz andere, weit über das jetzige Ausgehende des Jura bis auf das Devon des Hunsrück und der Ardennen übergreifende Umrandung zeigen uns z. B. die Uebersichtskärtchen von DE LAPPARENT, welche die neuen Anschauungen darstellen. Darnach könnten die Posidonienschiefer zum Theil der Ablagerung der Erze nicht der Küste angehört haben, sie müssten vielmehr von jüngeren Schichten überdeckt gewesen sein.

Wir haben aber Thatsachen, welche entschieden gegen diese Ansicht sprechen, zunächst die Lagerungsverhältnisse am Rande der Ardennen, auf welche E. W. BENECKE in seiner Uebersicht über die palaeontologische Gliederung der Erzformation¹ hingewiesen hat, dann das Vorkommen eines Conglomerates an der oberen Grenze der Erzformation.

Man beobachtet das Conglomerat über Tage im Höhlthale südwestlich von Esch, besonders gut an der Nordspitze des Katzenberges. Es liegt über dem rothsandigen Lager, erreicht eine Mächtigkeit von 0,40—0,80 m und ist von 1,5 m eines gelben Sandsteins überdeckt, der den Schluss der Erzformation darstellt und in seiner Ausbildung vollständig an die Sandsteine im tiefsten Theil der Formation erinnert. Etwas weiter östlich, am Galgenberg, kommt nach Funden von SCHMIDT in Esch *Ludwigia Murchisonae*² in diesem Sandstein vor, darüber beginnen die den Sowerby-

1. Mittheilungen der geolog. Landesanstalt von Elsass-Lothringen 1901 Bd. 5, p. 142.

2. Vergl. E. W. BENECKE, l. c. 163.

Schichten des Elsass und Schwabens entsprechenden Mergel von Chareennes. Die Funde wurden von BENECKE und dem Verfasser bestätigt.

Die wichtigeren Formen der Fauna des Conglomerates hat BENECKE in der genannten Uebersicht ausgeführt; ich will hier nur die Gesteinsausbildung berühren. Die Gerölle bestehen hauptsächlich aus Thoneisenstein, welche grosse Uebereinstimmung mit den Thoneisensteinen des mittleren Lias zeigen, dann auch aus Sandstein, dessen Herkunft aber nicht zu bestimmen ist. Abgerollte Ammonitenbruchstücke, die keine genauere Bestimmung gestatten, lassen die stattgefundene Umlagerung jurassischer Schichten zweifellos erkennen. Beim Auffahren eines tonnlägigen Schachtes in der Grube Rothe Erde wurden in demselben Conglomerate mehrere grössere Geschiebe von Gagat gefunden.

In Sandsteinen unmittelbar unter den Mergeln von Chareennes ist dieselbe Kohle in dem grossen Bahneinschnitt am Bahnhof Hayingen vorgekommen und wenig tiefer, im rothsandigen Lager, in der Grube Neuling bei Oettingen. Aus dem rothen Lager von Oberkorn erhielt ich sie von Belvaux (Beles).

Gagat kennen wir reichlich in den Posidonienschichten, weniger häufig im Gryphitenkalk, aber in keinen älteren, hier etwa in Betracht zu ziehenden Schichten. Sein Vorkommen als Geschiebe weist also ebenso sicher auf Umschwemmung von Juraablagerungen, vorzugsweise vom oberen Lias hin, wie das der Ammoniten.

Vom geologischen Standpunkte aus wäre also der Ansicht, dass bituminöse Schiefer am Aufbau des Festlandes theilgenommen haben, und deshalb in ihnen das Muttergestein des in den Minetten niedergeschlagenen Eisens zu vermuthen ist, kein wesentlicher Einwand entgegenzuhalten.

Das Conglomerat zeigt eine Transgression, ein Uebergreifen des Meeres an. Die Ablagerungen, welche bei diesem Vorgang zunächst eingedeckt werden mussten, war der unterste Dogger und obere Lias. Wenn wir nun beachten, dass mit diesem Uebergreifen die Eisenerzformation zum Abschluss gekommen ist, und eisenoolithische Bildungen in den überlagernden Schichten zwar nicht

ganz fehlen, aber eine ganz untergeordnete Rolle spielen, so liegt hierin ein weiterer Anhaltspunkt zu der Berechtigung, das Eisen der Minetten aus den Gesteinen des Lias abzuleiten.

Verlegen wir die Küste über das heutige Gebiet des Jura und der Trias hinaus bis an das Devon, wie dies LAPPARENT für das Charmouthien und für den Beginn des Bathonien thut, so finden wir hier keine Gesteine, welche sich zur Abgabe von grossen Eisenmengen geeigneter erweisen würden, als die des Lias. Auch dieses ist ein indirekt verwerthbarer Anhaltspunkt.

Die Natur der Lösungen, in welchen das Eisen dem Meere zugeführt wurde, will ich hier nicht besprechen. HOFFMANN hat auf eine ganze Reihe von Verbindungen hingewiesen.¹ Dagegen will ich noch einige Worte über die Natur der Niederschläge sagen, die sich an diesen Lösungen gebildet haben.

Die verschiedenen, im Vorhergehenden besprochenen Ansichten über die Bildung der Oolithe haben das gemeinsam, dass sie das Eisenoxydhydrat als eine ursprüngliche Ausscheidung ansehen. Allerdings stellt das Hydrat, besonders in den rothen Lagern, die fast ausschliesslich vorhandene Verbindung dar. Man hat aber bei der mikroskopischen Untersuchung durchaus nicht den Eindruck, als läge eine ursprüngliche Bildung vor, und ich habe, gestützt auf den Nachweis eines Kieselsäuregerüsts in den Oolithen, die Vermuthung ausgesprochen, dass das Oxydhydrat als Zersetzungsrückstand eines Silikates aufgefasst werden könne.

Zu Gunsten dieser Ansicht spricht entschieden der von LACROIX auf mikroskopischem Wege geführte Nachweis eines grünen Silikates in den Oolithen des dem grauen Lager entstammenden Berthierin von Hayingen und eines Berthierin von Aumetz. Ich selbst beobachtete ein grünes Silikat als Bestandtheil der Oolithe im Liegenden vom schwarzen Lager in Rosslingen und im grünen Lager des Stollens von Hayingen.

Für die unteren Lager, das grüne, schwarze und graue, wäre also die Entstehung des Hydroxyds der Oolithe aus einem

1. Vergl. auch: SPANG, W. Ueber die eisenhaltigen Farbstoffe sedimentärer Erdboden und über den wahrscheinlichen Ursprung der rothen Felsen.— Neues Jahrb. f. Mineral. 1899, 1 47—62.

grünen Eisensilikat sehr wahrscheinlich. Ich war bei Beginn meiner Untersuchungen der Meinung, dass man diese Entstehungsweise auch auf die Oolithe der höheren Lagen ausdehnen könne, doch bin ich durch den geringen Gehalt der Erze an löslicher Kieselsäure zweifelhaft geworden. Die Entscheidung darüber, ob doch etwa, wie beim Sumpferz, ursprüngliche Ausscheidung von Eisenhydroxyd stattfand, oder welche andere ursprüngliche Eisenverbindung vorlag, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten.

Häufiger als in den Oolithen ist ein grünes Silikat im Bindemittel. Es findet sich nicht nur im grauen Lager, wie ich früher angab, sondern es ist ebenso charakteristisch für das grüne, das schwarze und das gelbe Lager von Algringen-Maringen. Es kommt auch noch in dem rothen Lager von Oberkorn vor, obgleich es in diesem häufiger zersetzt ist, als in den tieferen Lagern. Nur einmal beobachtete ich es im unteren rothkalkigen Lager des Renkert bei Differdingen. Die Struktur ist etwas verschieden von derjenigen in den Oolithen, mehr blättrig und körnig, weniger faserig, und das mag der Grund sein, dass es der Zersetzung minder leicht anheimfällt als das der Oolithe. Es ist aber auch nicht ausgeschlossen, dass eine ursprünglich etwas andere Zusammensetzung eine Rolle dabei spielt.

Erinnere ich noch daran, dass auch Eisenspath in mikroskopisch kleinen Körnern am Aufbau wenigstens eines Theils der Erzlager theilnimmt, ziehen wir ferner in Betracht, dass Eisenkies ein charakteristisch-accessorischer Gemengtheil des schwarzen und des grünen Lagers ist und dass auch der Magnetit möglicherweise nicht, wie ich früher annahm, ein Zersetzungsprodukt, sondern ein ursprünglicher Niederschlag ist, so wird es klar, dass die Bildung unserer Erzlager durchaus kein so einfacher Vorgang ist, wie er von den genannten Autoren dargestellt wird.

Grüne Eisensilikate in Form von Oolithen haben wir in Gesteinen verschiedener älterer Formationen, den Thuringit, Chamosit und vor allem den Glaukonit.¹ Das grüne Silikat

1. Ein noch eisenärmeres chloritisches Silikat als der Glaukonit wies Wülfers in den bunten Mergeln der Keuperformation nach. Es wird bei eingehenderer Bearbeitung dieses Gegenstandes besonders auch wegen seiner Umwandlungserscheinungen in Betracht zu ziehen sein. (Jahresheft der Ver. f. Vaterländische Naturkunde in Württemberg, 1900). Ich verdanke dem Verf. den Hinweis auf dieses Vorkommen.

der lothringischen Erze habe ich mit den ersteren verglichen, und wir können bei diesem allgemeinen Vergleich stehen bleiben, bis die chemische Zusammensetzung durch genaue Analysen isolirter, unzersetzter Oolithe bekannt sein wird.¹ GÜMBEL (20, 419) hat den Glaukonit in Betracht gezogen und sich dahin ausgesprochen, dass wahrscheinlich manche Brauneisensteinkügelchen der lothringisch-luxemburgischen Minetten von einer Zersetzung früherer Glaukonitkörner herkommen.

Dieselbe Entstehung nahm GÜMBEL für das tertiäre sogen. Schwarzerz von Kressenberg an, dessen reine Oolithkörner nach einer Analyse von HAUSHOFER 25% Si O₂, nebst 48,8% Fe₂ O₃ und 2,9% FeO enthalten. Der gesteigerte Gehalt an Eisenoxyd und der zurückgebliebene Theil des Kali scheinen nach GÜMBEL darauf hinzuweisen, dass eine Art Pseudomorphose von Brauneisenstein nach Glaukonit vorliegt.

Da reiner Glaukonit nur etwa 30% Eisenoxyd und Eisenoxydul, dagegen bis 50% Kieselsäure enthält, so müsste eine starke Zufuhr von Eisen und eine starke Wegfuhr von Kieselsäure stattgefunden haben, es müssten sich also starke epigenetische Prozesse abgespielt haben.

Für unsere Erzlager möchte ich von einer solchen bedeutenden Wanderung der Elemente absehen, und es fragt sich, ob nicht auch für die Hydroxyde der Erze von Kressenberg ein eisenreicheres und kieselsäureärmeres Silikat als der Glaukonit als Muttermineral anzunehmen ist.

Wegen der Entstehung dieses Minerals wird man trotzdem die Bildung des Glaukonits zum Vergleich heranziehen können, die noch in den heutigen Meeren vor sich geht.

Nach den Feststellungen des Challenger, mit denen auch die Beobachtungen anderer Unternehmungen übereinstimmen, findet sich Glaukonit hauptsächlich in den terrigenen Sedimenten in der Nähe von Landmassen, die aus alten krystallinen Gesteinen aufgebaut sind. Es ist weder eine litorale, noch

1. Brauchbares Material wird man am ehesten in den kalkigen Ausscheidungen finden, die für das graue Lager besonders charakteristisch sind, aber auch dem schwarzen Lager nicht ganz fehlen.

eine eigentliche Tiefseeablagerung, sondern eine Bildung der flachen See. Wo Schlamm oder Sandmassen in grosser Menge dem Meere zugeführt werden, wo sich also mechanische Niederschläge rasch bilden, ist der Glaukonit verhältnissmässig selten, dagegen reichlich, wo der mechanische Absatz verlangsamt ist, besonders in der Nähe und jenseits der 100 Fadenlinie.

Das sind Verhältnisse, welche sich auf unsere Erzlager und ihre Zwischenmittel recht gut übertragen lassen. Die Fauna der letzteren weist auf eine Bildung in der flachen See hin, doch wird die Ablagerung bald entfernter, bald näher an Land vor sich gegangen sein, stets aber im Bereich der Wirkung der Wellenbewegung, wie die oft wahrzunehmende discordante Schichtung beweist. Näher dem Litoral wurden, wie der Sandgehalt der Erze darthut, das grüne, das schwarze und rothsandige Lager niedergeschlagen, in grösserer Entfernung die kalkigen Flötze.

Dafür spricht auch, dass das rothsandige Lager nach dem Innern des Beckens zu in sehr kalkreiche, eisenschüssige Schichten übergeht, und auch die Kalknieren im grauen Lager nach dem Innern des Plateaus zuzunehmen scheinen. Damit stimmt überein, dass wir vom Beginn der Formation bis zum ersten kalkigen Lager den grauen Sandstein als Zwischenmittel vorfinden, während höher hinauf mergelige und kalkige Gesteine herrschen und mit dem rothsandigen Lager sich wieder Sandsteine einstellen. Bei Esch liegt unmittelbar über diesem Lager sogar eine Litoralbildung, das schon erwähnte Conglomerat.

Dass nicht Glaukonit, sondern ein eisenreicheres und kiesel-säureärmeres Silikat zum Absatz gelangte, liegt an der andersartigen Beschaffenheit der Küste.

Thierische Reste spielen bei der Glaukonitbildung eine grosse Rolle, und besonders häufig finden sich Foraminiferengehäuse mit diesem Silikat ausgefüllt; daneben kommt es aber auch in vielen selbstständigen Körnern vor. Nach den erwähnten Beobachtungen von BOURGEAT sollte man glauben, dass auch in unseren Minetten wesentlich thierische Reste, Bryozoen und kleine Korallen, an der Bildung der Oolithe betheiligt sind. Das stimmt mit meinen an zahlreichen Dünnschiffen ausgeführten Unter-

suchungen nicht überein. An der weitaus vorwiegenden Mehrzahl der Oolithe lässt sich auch nicht der geringste Anklang an organische Struktur erkennen. Wo aber eine solche vorhanden ist, handelt es sich wesentlich um Echinodermenreste, besonders Stielglieder von Crinoiden. Weniger häufig sind Foraminiferenschalen mit den Eisenverbindungen erfüllt, deren Durchschnitte, wenn das Silikat noch unzersetzt ist, unter dem Mikroskop durchaus an die bekannten Bilder der mit Glaukonit erfüllten Foraminiferengehäuse erinnern; nur die Färbung ist etwas dunkler grün. In wenigen Fällen zeigten sich auch kleine Gastropoden mit Erz erfüllt.

Fassen wir die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen zusammen, so sehen wir in unserer Erzformation eine Bildung der flachen See. Das Eisen wurde vom Festlande her dem Meere durch Bäche und Flüsse zugeführt und schlug sich in sehr verschiedener Form nieder, ähnlich dem Glaukonit als Silikat, ferner als Carbonat, als Sulfid und als Oxydoxydul, in den oberen Lagen möglicherweise auch als Oxydhydrat. Ein Vorwalten der chemischen Niederschläge erzeugte die Erzlager, ein Ueberwiegen der Zufuhr von mechanischen Sedimenten die Zwischenmittel. Verschiebungen der Küste bedingt durch Hebungen und Senkungen, waren wohl in erster Linie die Ursache dieses Wechsels.

1. BERTHIER, P., Sur la composition des mineraux de fer en grains. — Annales de chimie et de physique. Paris 1827, XXXV, 247—260. Annales des mines. Paris 1828, (2) III, 241—253.
2. KÄRSTEN, Examen chimique du minerai bleu magnétique de Vignea. Arch. mét. 1827, No. 16, 30. — Annales des mines. Paris 1828 (2) III, 253—254.
3. BEUDANT, Traité élémentaire de minéralogie. Tome II. Paris 1832, 128—129.
4. BERTHIER, P., Traité des essais par la voie sèche. Paris 1834, II, 230 u. 232.
5. JACQUOT, Mémoire sur les mines de fer de la partie occidentale du département de la Moselle. — Annales des mines. (4) XVI, 427 bis 494, auch Taf. VI 1849.
6. LANGLOIS, Analyse de quelques mineraux de fer du département de la Moselle. — Mémoires de l'Académie nationale de Metz 1850, XXXI, 327—332.

7. LANGLOIS et JACQUOT, Etudes minéralogiques et chimiques sur les minerais de fer du département de la Moselle. — Annal. des mines. Paris 1851, (4) XX, 109—140.
8. KENIGOTT, A., Mineralogische Notizen, 2. Folge. — Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. 1853, X, 295.
9. JACQUOT, E., avec la coopération de TERQUEM et BARRÉ. Description géologique et minéralogique du département de la Moselle. Paris 1868, 336.
10. BRACONNIER, A., Richesses minérales du département de Meurthe-et-Moselle. Nancy-Paris 1872, 90—95 u. 201—205.
11. HABETS, Les minerais de fer oolithiques du Luxembourg et de la Lorraine. — Revue universelle des mines. 1873, 40—68, XXIV.
12. BRACONNIER, A., Description des terrains qui constituent le sol du département de Meurthe-et-Moselle. Nancy 1879. Composition générale du minerai oolithique, 178; mode de dépôt des minerais oolithiques, 203.
13. HANIEL, J., Ueber das Auftreten und die Verbreitung des Eisensteins in den Jura-Ablagerungen Deutschlands. — Zeitschr. Deutsche Geol. Ges. 1874, XXVI, 59—118, mit 2 Taf.
14. GIESLER, E., Das oolithische Eisensteinsvorkommen in Deutsch-Lothringen. — Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preussischen Staate 1875, XXIII, 9—41.
15. JÄGER, Aug., Ueber die Eisenerzablagerungen von Lothringen-Luxemburg und ihre Bedeutung für die Eisenindustrie. — Stahl und Eisen 1881, I, 138—143 u. 171—175.
16. ROEBE, Rh. de, Description du minerai de fer oolithique du Grand-Duché de Luxembourg. — Revue universelle des mines, de la métallurgie, des travaux publics, des sciences et des arts 1881, IX, Paris et Liège, 533.
17. BRACONNIER, Description géologique et agronomique des terrains de Meurthe-et-Moselle. Nancy-Paris 1883. Mit Karte 1: 80 000.
18. COUSIN, Sur l'industrie minérale dans le département de Meurthe-et-Moselle. 1886.
19. SCHMIDT, C., Geologisch-petrographische Mittheilung über einige Porphyre der Centralalpen und die in Verbindung mit denselben auftretenden Gesteine. — Neues Jahrbuch f. M. 1886, B. B. IV. Auf S. 396 eine Bemerkung über die «Chamoisite» von Hayingen.
20. GÜMBEL, Ueber die Natur und Bildungsweise des Glaukonits. Sitzungsbericht d. mathem.-physik. Klasse 1886. S. 417—448.
21. VAN WERVEKE, L., Erläuterungen zur geologischen Uebersichtskarte der südlichen Hälfte des Grossherzogthums Luxemburg. Strassburg 1887. — Gleichlautend in den Erläuterungen zur geologischen Uebersichtskarte des westlichen Deutsch-Lothringen. Strassburg 1887, 83—99.

- 300 L. VAN WERVEKE. Bemerkungen über die Zusammensetzung u. die
22. WINOGRADSKY, S., Ueber Eisenbakterien. — *Botanische Zeitung* 1888 S. 261.
22. a. DAUBRÉE, A., *Les eaux souterraines aux époques anciennes*. Paris 1887.
23. NIVOIT, E., *Géologie appliquée à l'art de l'ingénieur*. Paris 1889, II, 285.
24. BOURGEAT, *Observations sur la structure de quelques dépôts ferrugineux des terrains secondaires*. — *Comptes rendus de l'académie*, Paris 1890, CX, 1085—1086
25. BLEICHER, M., *Sur la structure microscopique du minerai de fer oolithique de Lorraine*. — *Comptes rendus Acad.*, Paris 1892, 590—593.
26. ROTHPLETZ, A., Ueber die Bildung der Oolithe. — *Botanisches Centralblatt* 1892, XIII, 265—268.
27. BLEICHER, *Sur la structure microscopique des oolithes du bathonien et du bajocien de Lorraine*. — *Comptes rendus*, Paris 1892, 16 mai.
28. MOLISCH, H., *Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen*. Jena 1892. 72—80.
29. FUCHS et DE LAUNAY, A., *Traité des gîtes minéraux et métallifères*. Paris 1893, I, 777—783.
30. LACROIX, A., *Minéralogie de la France et de ses colonies*, Paris 1893, I, 401.
31. TABARY, *Magnétite (aimant) dans la limonite de Mont-St-Martin*. — *Annales Soc. géol. de Belgique* 1893—94, XXI, S. LXI—LXII
32. CÉSARO, *Bemerkung zu vorstehender Mittheilung*. Ebenda, S. LXIII
33. BLEICHER, *Le minerai de fer de Meurthe-et-Moselle* — *Bull. Soc. Industr. Est.*, Nancy 1894 (2) fasc. II
34. BLEICHER, *Les minerais de fer sédimentaire de la Lorraine*. — *Bull. Soc. Industr. Est.*, Nancy 1894, (2) fasc. II
35. WALTHER, J., *Lithogenesis der Gegenwart (Dritter Theil einer Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft)*. Jena 1894, 709.
36. BLEICHER, *Sur la structure de certaines rouilles, leur analogie avec celle des minerais de fer sédimentaire de Lorraine*. — *Comptes rendus de l'académie*, Paris 1894, 16 avril.
37. VAN WERVEKE, L., Ueber die Bethheiligung der Kieselsäure am Aufbau der oolithischen Eisenerze. — *Zeitschrift für praktische Geologie* 1894, 400.
38. BLEICHER, G., *Recherches sur la structure et les gisements du minerai de fer pisolithique de diverses provenances françaises et de la Lorraine en particulier*. — *Communication faite dans la séance du 14 avril 1894*. *Zeitschrift? Separat-Abdruck*, Nancy 1894.
39. SMYTH, C., *Die Hämatite von Clinton in den östlichen Vereinigten Staaten*. — *Zeitschr. f. prakt. Geologie* 1894, 311.

40. VAN WERVEKE, L., Magneteisen in Minetten (eisenoolithischen Erzen Lothringens und Luxemburgs). — Zeitschrift für praktische Geologie 1895, 497.
41. HOFFMANN, L., Magneteisen in Minetten. — Zeitschrift für praktische Geologie 1896. 68.
42. HOFFMANN, L., Die oolithischen Eisenerze in Deutsch-Lothringen in dem Gebiete zwischen Fentsch und St. Privat-la-Montagne. — Stahl und Eisen 1896, No. 23—24.
43. HOFFMANN, L., Das Vorkommen der oolithischen Eisenerze in Luxemburg und Lothringen. — Verhandl. naturh. Ver. preuss. Rheinl. Westf. u. s. w. 55. Jahrg. 1898, 109—133.
- 43a. LAPPARENT, A. de, Observations au sujet de la communication de M. de Mercey: Sur l'origine du minerai de fer hydroxidé du Néocomien moyen du Bray, par l'altération superficielle du fer carbonaté, et sur la continuité en profondeur et l'importance du minerai carbonaté.
44. VILLAIN, P., Sur la genèse des minerais de fer dans la région lorraine. Comptes rendus de l'académie des sciences, Paris, 1899, CXXVIII, 1291—1293.
45. LANG, O., Die Bildung der oolithischen Eisenerze Lothringens. — Stahl und Eisen 1899, No. 15.
46. ALBRECHT, Die Minetteablagerung nordwestlich der Verschiebung von Deutsch-Oth. — Stahl und Eisen 1899, No. 7 u. 8.
47. VILLAIN, P., Note sur le gisement de minerai de fer du département de Meurthe-et-Moselle. — Bull. Soc. belge de Géol., de Paléont. et d'Hydrologie, Bruxelles 1900, XIII, 116—127.
48. VILLAIN, P., Sur le gisement des minerais de fer en Meurthe-et-Moselle. Bull. Soc. industr. Est 1900.
49. BLEICHER, Sur les phénomènes de métamorphisme, de production de minerai de fer, consécutifs à la dénudation du plateau de Haye (Meurthe-et-Moselle). — Bull. Soc. belge de Géol. XIII (1899), erschienen Bruxelles 1900, 187—189. — Comptes rendus de l'académie, Paris 1900, 5 février.
50. Compte rendu par M. BLEICHER de la course du matin, le 17 août, aux «Quatre-Vents» et au Champ-le-boeuf (Plateau de Haye). — Bull. Soc. belge de Géol., Bruxelles 1900, XIII, 101.
51. ANSEL, Die oolithische Eisenerzformation Deutsch-Lothringens. — Zeitschr. f. prakt. Geologie 1901, 81—94, mit Fig. 9—18.
52. VAN WERVEKE, L., Profile zur Gliederung des reichsäländischen Lias und Doggers und Anleitung zu einigen geologischen Ausflügen in den lothringisch-luxemburgischen Jura. — Mittheilg. geolog. Landesanstalt v. Els.-Lothr. 1891, Bd. V., 165—246.

