

Die Zeitschrift erscheint in halbmonatlichen Heften.

Abonnementspreis  
für  
Nichtvereins-  
mitglieder:  
20 Mark  
jährlich  
excl. Porto.

# STAHL UND EISEN.

## ZEITSCHRIFT

Insertionspreis  
40 Pf.  
für die  
zweigespaltene  
Petitzelle,  
bei Jahresinserat  
angemessener  
Rabatt.

FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN.

Redigirt von

Ingenieur **E. Schrödter**,                      und                      Generalsecretär **Dr. W. Beumer**,  
Geschäftsführer des Vereins deutscher Eisenhüttenleute,      Geschäftsführer der Nordwestlichen Gruppe des Vereins  
für den technischen Theil,                      deutscher Eisen- und Stahl-Industrieller,  
für den wirtschaftlichen Theil.

Commission-Verlag von A. Bagel in Düsseldorf

N<sup>o</sup> 24

15. December 1896.

16. Jahrgang.

## Die oolithischen Eisenerze in Deutsch-Lothringen in dem Gebiete zwischen Fentsch und St. Privat-la-Montagne.

Von Bergreferendar **L. Hoffmann.**

(Schluß von Seite 954.)

Die Bohrlöcher Prinz August III (32) und II (33).\*

Der obere Theil des rothkalkigen Lagers enthält abgerundete braune Kiesel von Bohmengröße, wie sie vielfach im rothsandigen Lager vorkommen. Von der liegenden, etwa 1,5 m mächtigen Bank ergaben einige Analysen sehr gute Resultate; dieselben reichen jedoch zur Beurtheilung der Bauwürdigkeit des Lagers nicht aus, da beim Bohren nur ein geringer Theil der Kerne erhalten geblieben ist. Das gelbe Lager ist unbauwürdig. Die Gesamtmächtigkeit von gelbem und rothkalkigem Lager nebst Zwischenmittel beträgt in Bohrloch III 6,09 m und in II 4,88 m. Vergleich man hiermit die Mächtigkeit von 4,54 m des als gelbes bezeichneten Lagers in dem schon erwähnten nordöstlich gelegenen Bohrloche Pauline (26), so erweist sich unter Berücksichtigung der Mächtigkeitszunahme der Lager von Osten nach Westen und der Abnahme von Norden nach Süden die oben gemachte Annahme, daß dort beide Lager zusammengefaßt worden sind, als zum mindesten sehr wahrscheinlich. Das graue Lager ist in beiden Bohrlöchern in einer Mächtigkeit von etwa 2,5 m bauwürdig. Nach Ausscheidung von etwa 25 % kalkigen Erzes wurden folgende Analysen erhalten:

	m	n
Fe . . .	39,05	36,74
CaO . . .	7,68	9,28
SiO <sub>2</sub> . . .	7,41	7,97
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . .	6,98	6,76

Von dem oberen braunen Lager, das wie das graue sehr mächtig entwickelt ist, müssen in Bohrloch III 3,15 m und in II 4,29 m als bauwürdig angesehen werden.\*\* Bei dem Bohrloch III ergab nach Ausscheidung von 14 % kalkigen Erzes die Durchschnittsanalyse der 3,15 m mächtigen Bank 40,25 % Fe, 9,32 % CaO, 6,24 % SiO<sub>2</sub>, 6,94 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Die Analysen von Theilen des Lagers im Hangenden und Liegenden dieser Bank ergaben ohne vorhergehende Scheidung bis zu 30 % Fe, so daß, wenn das kalkige Erz sorgfältig ausgehalten wird, die bauwürdige Mächtigkeit vielleicht bis 5 m betragen mag. Bei dem Bohr-

\* Das Abteufen eines Bohrloches Nr. 1 war anfangs beabsichtigt, ist aber später unterblieben.

\*\* Vor ganz kurzer Zeit ist das Lager auch auf angrenzenden französischen Gebiete, bei Auboué, von einem Bohrloch der Gesellschaft Pont-à-Mousson mit 4,5 m bauwürdiger Mächtigkeit durchgeteuft worden.

loch II sind in der Reihenfolge vom Hangenden zum Liegenden folgende Einzelanalysen angefertigt worden:

Mächtigkeit	2,64 m	1,65 m
Fe . . . . .	39,35	36,78
CaO . . . . .	10,01	11,25
SiO <sub>2</sub> . . . . .	7,00	7,28
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	7,10	6,96

Hierbei waren etwa 25 % kalkigen Erzes ausgehalten worden.

Das schwarze Lager besitzt keinen für den Abbau ausreichenden Eisengehalt. Unter ihm fand sich noch ein weiteres Lager, das wegen der Farbe seines Erzes als grünes bezeichnet wurde. Es ist auch in dem später zu betrachtenden Bohrloch St. Marie-aux-Chênes (38), sowie in einigen benachbarten französischen Bohrlöchern vorhanden. In dem südöstlich von St. Marie-aux-Chênes gelegenen französischen Felde Nr. 86 wurde das grüne Lager von dem Bohrloch Batilly in einer Mächtigkeit von 3,45 m durchteuft. Nach der schon früher angeführten Analysentabelle enthält es daselbst 22,81 % Fe, 14,56 % CaO und 26,81 % SiO<sub>2</sub>.

Die Bohrlöcher Neunkirchen III (34) und IV (35).

Das rothkalkige Lager ist nur im Profil Neunkirchen III angegeben. Rechnet man die sämtlichen Schichten zwischen dem gelben Lager und dem hangenden Mergel zusammen, so erhält man nahezu dieselbe Mächtigkeit, wie sie der über dem gelben Lager in Neunkirchen IV lagernde Kalk besitzt. Das rothkalkige Lager war in dem letzteren Bohrloche wahrscheinlich sehr arm und ist daher bei der Aufnahme des Profils nicht als Lager aufgefaßt worden. In dem gelben Lager von Neunkirchen III ist offenbar wiederum auch das graue enthalten. Letzteres ist zwar in Neunkirchen III abgetrennt, aber ohne Zwischenmittel angegeben. Man hat jedenfalls in beiden Bohrlöchern den eisenhaltigen Kalk zwischen beiden Lagern als zu ihnen gehörig angesehen.

Die Bohrlöcher Ida I (37) und II (36) und St. Marie-aux-Chênes (38).

Das rothkalkige Lager ist nur in dem Profil St. Marie-aux-Chênes besonders verzeichnet. In Ida II dürfte es wegen seiner Armuth an Eisen übersehen worden sein, während es in Ida I in dem 3 m mächtigen eisenhaltigen Kalk

über dem gelben Lager enthalten sein wird. Bei dem grauen Lager zeigt sich in allen 3 Bohrlochern schon das allmähliche Auskeilen nach Süden hin. Am mächtigsten ist das Lager noch in St. Marie-aux-Chênes, dem westlichsten der Bohrlöcher. Hier liegt unter dem schwarzen Lager noch das grüne mit 1,75 m Mächtigkeit.

Die Zunahme der Gesamtmächtigkeit der Formation nach Westen hin geht auch hier wieder aus den 3 Profilen deutlich hervor.

#### c) Die Querprofile und das Längenprofil. (Tafel XVI.)

##### 1. Das Profil A--B.

Im Osten des Profils, in der Grube Hayingen, bildet die Formation einen kleinen Sattel. Weiter nach Westen hin verwirft der Sprung von Neunhäuser die Schichten um 90 m in die Höhe. Der östlich des Sprunges gelegene Theil ist nach diesem zu etwas heruntergezogen. Die Springhöhe des Sprunges von Fentsch beträgt in der Profilinie 45 m. Die Betrachtung des Profils ergibt, daß die Schichten östlich vom Sprunge von Neunhäuser und westlich vom Sprunge von Fentsch in eine Richtung fallen, so daß die Annahme nahegelegt wird, daß der dazwischen gelegene Theil gehoben ist. Das Einfallen nimmt im Westen des Profils ab.

Die Mächtigkeit der Formation wächst von 12,20 m im Osten auf 30,80 m im Westen. Die beiden rothen Lager sind im Osten nur angedeutet. Die größte Zunahme der Mächtigkeit nach Westen hin zeigen das rothsandige und graue Lager, dieses von 1,40 auf 5,10 m, jenes von 0 auf 6,90 m. Bei dem rothkalkigen Lager ist die Zunahme bedeutend geringer, noch geringer bei dem gelben und schwarzen Lager. Sieht man von dem östlichsten Theile der Profilinie ab, so bleibt die Mächtigkeit der Zwischenmittel verhältnismäßig constant, nur das Mittel zwischen dem gelben und rothkalkigen Lager macht eine Ausnahme, es wächst in der Richtung von Osten nach Westen von 1,40 auf 4,40 m.

##### 2. Das Profil C--D.

Im Osten und Westen zeigt sich eine Abnahme des Einfallens. Die Ornesprünge haben die Formation in der Richtung von Osten nach Westen um 2,70 m, der Sprung von St. Privat um 1,30 m in die Tiefe verworfen. Bei der Annahme, daß das schwarze Lager im Westen der Profilinie an der französischen Grenze noch vorhanden ist, erhält man eine Zunahme der Formationsmächtigkeit von Osten nach Westen von 19,95 auf etwa 28 m, läßt man aber das schwarze Lager weg, so verringert sich die letztere Zahl auf 23,50 m.

Die beiden rothen Lager sind im Osten wie bei dem vorhergehenden Profile nur in Spuren vorhanden, das rothsandige Lager ist an der frau-

zösischen Grenze 1,20, das rothkalkige 2,90 m mächtig. Das graue Lager wächst von 2,30 m im Osten auf 4,15 im Westen. Gelbes und unteres braunes Lager zeigen eine ziemlich gleichbleibende Mächtigkeit, beide von durchschnittlich 2 m. Auch die Mittel ändern sich nicht viel, das zwischen dem gelben und grauen Lager nimmt von 2 m im Osten auf 1,30 m im Westen ab.

##### 3. Das Profil E--F.

Die Formation fällt von 3 Sprüngen, dem von Rombach (39 m), von St. Privat (6 m) und von Montois (24 m) durchsetzt, staffelförmig nach Westen ab. Die gesammte Verwerfshöhe beträgt 69 m. Im Osten und Westen ist wieder eine Verflachung des Einfallens zu bemerken.

Die Mächtigkeit nimmt in ostwestlicher Richtung von 14,00 auf 25,40 m zu. Das rothsandige Lager fehlt und ist im Westen theilweise durch eine Bank eisenhaltigen Kalks ersetzt, der dem rothkalkigen Lager aufgelagert ist. Große Zunahme zeigen das rothkalkige und graue Lager, besonders letzteres, welches von etwa 0,80 m im Osten auf 5,45 m im Westen wächst. Das untere braune Lager ist im äußersten Osten nicht vorhanden. In St. Paul liegt es 2,40 m über dem schwarzen, mit welchem es sich nach Westen hin vereinigt. Von den Mitteln weist das zwischen dem grauen und gelben Lager ein Anwachsen der Mächtigkeit von 2,00 auf 4,37 m auf.

##### 4. Das Profil G--H.

Störungen liegen hier nicht vor. Es findet auch hier eine Abnahme des Einfallens im Osten und Westen statt.

Die Mächtigkeit der Formation beträgt im Osten 11,44 m und im Westen 27,66 m. Im Osten treten nur das gelbe und schwarze Lager auf. Das rothsandige ist auch hier nirgends vorhanden. Rothkalkiges und gelbes Lager liegen anfangs zusammen. Etwa in der Mitte des Profils schiebt sich ein Mittel ein, das bis auf 2,56 m im Westen zunimmt. Das gelbe und schwarze Lager weisen wiederum nur geringe Zunahme auf. Die größte Mächtigkeit des grauen Lagers beträgt 2,08 m. Zwischen diesem und dem schwarzen erscheint das obere braune. Unter dem schwarzen Lager finden wir im Westen des Profils in dem Bohrloch St. Marie-aux-Chênes noch das als grünes bezeichnete Lager. Die Mittel nehmen sämmtlich nach Westen hin zu.

##### 5. Das Längenprofil M--N.

Im Norden des Profils werden die Schichten durch den Sprung von Neunhäuser nach Süden hin um 80 m in die Tiefe verworfen. Zu beiden Seiten des Sprunges ist die Formation nach Norden hin geneigt. Weiter südlich fällt sie nach Süden hin ab. Durch den nach Süden einfallenden Sprung von Klein-Moyeuve sind die Schichten in

dessen Hangendem um 1,35 m in die Tiefe verworfen. Von den beiden Ornesprüngen verlaufst nur der nördliche eine Niveaudifferenz. Seine Verwurfshöhe beträgt in der Profilinie etwa 4 m. Die Schichten fallen zu beiden Seiten von dem Sprunge ab. Weiter südlich verwirft der Sprung von Lothringen um 1 m in die Tiefe, der von Rombach sodann um 8 m in die Höhe. Die Schichten steigen südlich des letzteren Sprunges wieder an. Jenseits des Sprunges von Roncourt dürften die Lager etwa 5 m höher liegen.

Die Formationsmächtigkeit beträgt im Norden 18,80 m und im Süden 13,90 m.

d) Zusammenfassung der durch Betrachtung der Aufschlüsse gewonnenen Thatsachen.

Die 5 Hauptlager sind im Norden des Gebietes noch sämtlich vorhanden. Sie keilen zum Theil nach Süden hin allmählich aus. Das rothsandige Lager reicht nur bis zur Orne; nach ihm verschwindet das rothkalkige Lager und zuletzt das graue. Wie schon oben angegeben wurde, ist im Süden von Deutsch-Lothringen bei Ars nur noch das schwarze Lager angetroffen worden, das gelbe Lager keilt also südlich unseres Gebietes schliesslich ebenfalls aus. Von Nebenlagern sind das obere und untere braune zwischen dem grauen und schwarzen Lager zu nennen. Ersteres liegt etwa in der Mitte des Mergels, welcher die beiden Hauptlager trennt, und tritt nur südlich der Orne nach der Landesgrenze zu auf. Letzteres erscheint zu beiden Seiten des Flusses nahe dem schwarzen Lager. Ausser ihnen liegt in den Bohrlöchern Prinz August und St. Marie-aux-Chênes sowie weiter westlich in Frankreich das grüne Lager.

Giesler, die Erläuterungen z. g. Ü. und Wandesleben kennen in dem Theile zwischen Fentsch und Orne nur ein rothes und graues Lager. Sie fassen dabei wahrscheinlich die beiden rothen Lager, sowie das gelbe und graue als je ein Lager auf. Nach Wandesleben (Seite 10) sind südlich der Orne bei Groß-Moyeuivre in der Reihenfolge vom Hangenden zum Liegenden ein gelbes, rothes, graues und schwarzes Lager vorhanden. Er meint hierbei jedenfalls mit dem „rothen“ Lager das graue und mit dem „grauen“ das untere braune. Das rothkalkige Lager scheint ihm unbekannt gewesen zu sein. Dafs die Erläuterungen z. g. Ü. das bis nach Ars hin durchsetzende Lager irrthümlich als das graue ansehen, wurde schon oben erwähnt.

Die Mächtigkeit der Eisenerzformation dürfte am Ausgehenden im Durchschnitt 10 m betragen; nach Westen hin nimmt sie bis zur französischen Grenze um durchschnittlich etwa 17 m zu. Wie aus den französischen Bohrlochprofilen des bassin de l'Orne hervorgeht, hält die Zunahme der Mächtigkeit auch jenseits der Grenze an, wo noch in einer Entfernung von 16 km von der letzteren die Lager in der neuesten Zeit in zum Theil sehr

guter Beschaffenheit erbohrt worden sind. Diese Thatsache steht im Gegensatz zu den Angaben von Branco (Seite 23) und Jaquot (Seite 338), welche behaupten, dafs die Mächtigkeit nach Westen abnähme und die Lager allmählich verschwänden.

Das Anwachsen der Formation nach Westen hin wird weit mehr durch eine Mächtigkeitszunahme der Lager, als durch eine solche der Mittel hervorgerufen. Die geringsten Veränderungen zeigen das gelbe und schwarze Lager. Wichtig für die Identificirung der Lager ist die Thatsache, dafs das von Mergel gebildete Mittel zwischen dem schwarzen und grauen Lager, abgesehen von den südlichsten Aufschlüssen unseres Gebietes, fast überall etwa 6 m, und das aus eisenhaltigem oolithischem Kalk bestehende Mittel zwischen dem grauen und gelben Lager meist etwa 1,30 m mächtig ist.

Neben den gesetzmässigen Aenderungen in der Mächtigkeit der Lager und Zwischenmittel finden sich auch locale. Dieselben unterscheiden sich in keiner Weise von den Mächtigkeitschwankungen, die man bei allen sedimentären Ablagerungen antrifft. Plötzliche Ausbauchungen oder Verdrückungen, sowie Abflauen von Trümmern in das Hangende oder Liegende sind unbannte Erscheinungen. Die Lagerung ist eine im allgemeinen regelmässige, flötzartige. Manche angeblich nachgewiesene Schwankungen in der Mächtigkeit der Schichten rühren, worauf hier nochmals hingewiesen sei, lediglich von einer ungenauen Aufnahme der Bohrlochprofile her. So mag es auch gekommen sein, dafs Jaquot (Seite 338) und Braconier (Seite 182), diesem Umstande nicht Rechnung tragend, die Behauptung aufgestellt haben, die Mächtigkeit der Schichten sei eine regellos wechselnde.

Bei den Schwierigkeiten, die die Feststellung der Lagermächtigkeit infolge des allmählichen Uebergangs der Lager in die Mittel bietet, kann nicht dringend genug empfohlen werden, mit der Aufnahme von Bohrlochprofilen nur solche Personen zu beauftragen, die eine genügende allgemeine geologische Vorbildung besitzen oder im besonderen mit den Verhältnissen der lothringischen Eisenerzformation vollkommen vertraut sind. Im Anschlufs hieran sei noch bemerkt, dafs bei der Beurtheilung eines durch ein Bohrloch aufgeschlossenen Lagers neben der Mächtigkeit desselben nicht allein die etwa von einer Schabeprobe angefertigte Durchschnittsanalyse maßgebend sein darf. Ergiebt dieselbe einen zu geringen Eisengehalt, so wird ein Lager immer noch als bauwürdig anzusehen sein, wenn mächtigere Streifen innerhalb des Lagers einen hinreichenden Eisengehalt aufweisen und die vorhandenen eisenärmeren Partien so auftreten, dafs man annehmen darf, dafs sie ohne allzuhohe Kosten ausgehalten werden können.

Mit der Abnahme der Lagermächtigkeit nach dem Ausgehenden und nach Süden hin ist auch eine Abnahme des Eisengehaltes verbunden.

Nach den Erfahrungen, die man bisher in dem deutsch-lothringischen Gebiete südlich von St. Privat gemacht hat, dürfte daselbst bei dem heutigen Stande der Eisenindustrie und den derzeitigen Frachtverhältnissen ein Abbau aussichtslos sein, da der Eisengehalt des hier allein noch in Betracht kommenden schwarzen Lagers zu gering ist. Späterhin allerdings, wenn es sich darum handeln sollte, an Stelle der immer seltener werdenden Puddelschlacke ein kieseliges und phosphorhaltiges Eisenerz aufzusuchen, das als Zuschlag im Hochofen behufs Herstellung von Thomaseisen dienen soll, dürfte die Gewinnung dieser Erznassen nicht ausgeschlossen sein.

In Bezug auf die Vertheilung des bauwürdigen Erzes innerhalb des Gebietes zwischen Fentsch und St. Privat ergibt sich Folgendes. Nördlich des Sprunges von Neunhäuser ist eine Zone, in der sämmtliche 5 Hauptlager bauwürdig sind. Wie weit diese Zone nach Westen hin reicht, ist bis jetzt noch nicht festgestellt worden. Südlich des Sprunges bis zur Orne hin besitzt fast allein das graue Lager einen den Abbau lohnenden Eisengehalt. Außer ihm sind nur auf Grube Rofslingen das gelbe und schwarze Lager und auf Grube Moyeuve das rottkalkige Lager, letzteres jedoch nur auf ganz kurze Erstreckung hin, bauwürdig angetroffen worden. Die wahrscheinliche Begrenzungslinie der Bauwürdigkeit des grauen Lagers nach dem Ausgehenden hin ist nach den Angaben des Hrn. Betriebsführers Spanier in Groß-Moyeuve in die beigegebene Karte eingetragen worden.

Die Bauwürdigkeit des grauen Lagers reicht noch weit über die Orne nach Süden hin. Die südliche Grenze der Bauwürdigkeit dürfte etwa südlich von St. Marie-aux-Chênes beginnen; sie läuft sodann in südwest-nordöstlicher Richtung bis gegen Rofslingen hin, wo sie in die nord-südlich gerichtete Linie, längs des Ausgehenden, übergeht. Die übrigen Lager sind südlich der Orne, ebenso wie nördlich dieses Flusses, nur stellenweise bauwürdig und zwar, soweit bisher bekannt, meist in Zonen von südwest-nordöstlicher Begrenzung. Das gelbe Lager weist eine derartige Bauwürdigkeitszone auf, die sich in der Hauptsache zu beiden Seiten des Sprunges von Rombach hin erstreckt. Die Breite der Zone beträgt im Westen bei Montois 1500 m und verringert sich nach dem Ausgehenden zu auf 500 m. Im Felde Vereinigte Rombach überschreitet die Zone den Sprung von Rombach und zieht sich nördlich der Orne bis in das Feld Rofslingen hinein. Die Aufschlüsse in dem Felde Prinz August haben ergeben, daß hier das obere braune Lager in außerordentlicher Mächtigkeit bauwürdig ist. Es ist außerdem anzunehmen, daß ähnliche Verhältnisse auch in dem südlich von Prinz August gelegenen und durch das Bohrloch St. Marie-aux-Chênes aufgeschlossenen Felde Otto Heinrich

herrschen. Das untere braune Lager ist nur in geringer Ausdehnung bauwürdig. Die Nordgrenze bildet die Orne, während die Bauwürdigkeit im Süden bis zu einer ebenfalls dem Sprunge von Rombach parallelen Linie reicht. Die größte Breite dieser Zone beträgt 1000 m. Das schwarze Lager hat sich in der alten Grube Marinen in der Nähe des Ausgehenden und auf Grube Orne in der Nähe der Orne als zum Abbau geeignet erwiesen. Außerdem findet sich in der neuen Grube Marinen, südlich des Sprunges von Roncourt, eine Bauwürdigkeitszone von 700 m Breite und wiederum nordost-südwestlicher Richtung.

Der Gehalt an Kieselsäure in der Mucelle ist in dem liegendsten und hangendsten Lager am größten und nimmt in den mittleren Lagern ab, wo der Kalkgehalt gegenüber dem an Kieselsäure vorherrscht. Ähnliche Verhältnisse ergibt die Betrachtung des Hangenden und Liegenden der Eisenerzformation und der Zwischenmittel. Hangendes und Liegendes werden von Mergel, also einem kieselsäurehaltigen Gesteine, gebildet. In dem liegenden Theile der Formation, zwischen dem schwarzen und grauen Lager, liegt ebenfalls Mergel. Das Mittel zwischen dem grauen und gelben Lager, in der Mitte der Schichtenfolge, ist eisenhaltiger, oolithischer Kalk. Das gelbe Lager wird nördlich der Orne von dem rottkalkigen durch Mergel mit Kalkstreifen getrennt; südlich des Flusses besteht das Mittel meist aus oolithischem Kalk. Das Mittel zwischen den beiden hangendsten Lagern, dem rottkalkigen und rothsandigen, besteht zum größten Theile wieder aus Mergel. Auch hier findet also vom Hangenden und Liegenden nach der Mitte der Formation zu eine Abnahme des Kieselsäuregehalts und eine Zunahme des Kalkgehalts statt.

Die Schichten streichen im Norden des Gebietes in der Hauptsache etwa N 10° O. In der Grube Hayingen bildet die Formation einen kleinen Sattel mit nordost-südwestlich verlaufender Achse. Weiter nach Süden hin stellt die Lagerung eine flache, nach Frankreich zu geöffnete Mulde dar, welche in der Nähe der Orne eine kleine, von den Ornespringen nach beiden Seiten abfallende Erhebung zeigt. Im Süden des Gebietes ist das Streichen etwa N 25° O.

Die Streichenlinien sind in die Uebersichtskarte nach den vorhandenen Aufschlüssen, sowie nach den Angaben der HH. Engel und Spanier eingezeichnet worden. Wie aus den Querprofilen hervorgeht, verflacht sich im allgemeinen das Einfallen nach dem Ausgehenden und nach Westen zu. Am geringsten ist es im Osten in den Gruben Rofslingen und St. Paul sowie im Westen in der Grube Groß-Moyeuve. Es beträgt daselbst nur 0,2 %. Das stärkste Einfallen von 6,5 % wurde in der Grube Hayingen am Westflügel des dortigen Sattels beobachtet. Im Durchschnitt kann man es zu 1½ % annehmen.

## e) Berechnung des Erzvorraths.

Dieselbe soll sich auf das ganze deutsch-lothringische Minettegebiet südlich der Fentsch erstrecken, und dürfte um so mehr angebracht sein, als neuerdings Hr. Ingenieur E. Schrödter, gestützt auf Angaben des Hrn. Bergreferendar Köhler, in seinem interessanten und lehrreichen Vortrage\* „Die Deckung des Erzbedarfs der deutschen Hochöfen in der Gegenwart und Zukunft“ eine Berechnung angestellt hat, die in Bezug auf das Gebiet südlich der Fentsch, sowohl nach der Ansicht der Berg- und Hüttenleute des lothringischen Erzreviers, als auch nach der in der vorliegenden Arbeit festgelegten Thatsachen viel zu hohe Zahlen ergeben hat. Bei der nachfolgenden Berechnung habe ich immer die günstigsten Verhältnisse angenommen, um von vornherein dem Vorwurfe einer Unterschätzung der vorhandenen Erzmengen zu begegnen. Insbesondere habe ich Schüttungsziffern zu Grunde gelegt, die die aus den bisherigen Fördermengen berechneten noch um einige Tausend Tonnen f. d. ha übersteigen. Es sind im ganzen 4 Abschnitte des Gebiets zu unterscheiden und zwar:

1. Zwischen Fentsch und Orne. Schüttung f. d. ha 75 000 t.

2. Zwischen Orne und der südöstlichen Bauwürdigkeitsgrenze des grauen Lagers. Schüttung f. d. ha 65 000 t.

3. Die südlich und südöstlich dieser Grenze gelegenen Eisenerzfelder bis in die Gegend von St. Privat, ein Abschnitt, der nach Süden bis zu den südlichen Feldergrenzen der Concessionen Marie Helene, Maringen und Féves hinabreicht. Schüttung f. d. ha 40 000 t.

4. Das ganze Gebiet südlich dieses Abschnitts.

ad 1) Flächeninhalt 7283 ha, davon ab:

unbauwürdig .	1095 ha
abgebaut . . .	931 „
zusammen .	2026 ha.

$$7283 - 2026 = 5257 \text{ ha}$$

$$5257 \times 75 000 = 394 275 000 \text{ t.}$$

Unbauwürdig wegen zu geringer Mächtigkeit ist der Theil, der östlich der nord-südlich verlaufenden Bauwürdigkeitsgrenze des grauen Lagers gelegen ist, jedoch mit Einschluß des Feldes Rofslingen. Wenn auch das in diesem Abschnitt fast allein in Betracht kommende graue Lager in der Nordostecke bis zu 5 m mächtig ist, so ist dennoch nach den bisherigen Erfahrungen nicht anzunehmen, daß dasselbe dort in seiner ganzen Mächtigkeit bauwürdig auftritt. Die für die übrigen Theile gültige Schüttungsziffer von 75 000 t ist daher vorläufig auch für jenen Theil als nicht zu niedrig gegriffen anzusehen. Schrödter berechnet den Erzvorrath dieses Abschnitts und der Felder an

der Orne des folgenden zu 725 400 000 t, indem er eine Schüttung von 100 000 t zu Grunde legt und die abgebauten Flächen außer Acht läßt.

ad 2) Flächeninhalt . . .	2444 ha
davon abgebaut . . .	100 „
bleiben . . .	2044 ha.

$$2044 \times 65 000 = 132 860 000 \text{ t.}$$

Bei der Berechnung des Flächeninhalts sind 100 ha für die Auswaschung der Lager im Ornethal in Abzug gebracht. Da, wo die Bauwürdigkeitszone des gelben Lagers über die des grauen nach Süden zu hinausragt, ist die südöstliche Grenze der ersten Zone berücksichtigt worden. Die Schüttungsziffer 65 000 gilt nur als Mittel für sämtliche Felder. Bei einigen beträgt sie nur 55 000; bei den Feldern Pauline, Prinz August und Otto Heinrich muß man dagegen mehr als 65 000 t annehmen.

ad 3) Flächeninhalt 2775 ha, davon ab:

unbauwürdig . .	763 ha
abgebaut . . .	43 „
zusammen .	806 ha.

$$2775 - 806 = 1969 \text{ ha}$$

$$1969 \times 40 000 = 78 760 000 \text{ t.}$$

Hier kann nur das schwarze Lager berücksichtigt werden. Als unbauwürdig ist derjenige Theil anzusehen, der östlich einer nord-südlich verlaufenden Linie gelegen ist, die durch die Ostgrenze der alten Grube Maringen geht. Der Erzvorrath dürfte in Wirklichkeit erheblich geringer als der oben berechnete sein, da nach den Aufschlüssen in der neuen Grube Maringen auch in dem als bauwürdig angenommenen Gebiete wahrscheinlich weite Strecken des Lagers den Abbau wegen zu geringen Eisengehalts nicht lohnen werden.

ad 4) Wie schon oben erwähnt wurde, müssen die Erze des in dem südlichsten Abschnitte fast ausschließlich vorhandenen schwarzen Lagers vorläufig als vollkommen unbauwürdig angesehen werden und daher bei der Berechnung außer Betracht bleiben. Sollten andere Verhältnisse im Eisenhüttenwesen und vielleicht auch in den Eisenbahntarifen eintreten, und dadurch auch hier ein gewinnbringender Abbau möglich werden, was ja nicht unbedingt ausgeschlossen ist, so wird man aber nur eine Schüttung von 25 000 t f. d. ha annehmen dürfen, da kaum mehr als 1,20 m der Lagermächtigkeit gewinnbar sein werden, und auch unter Zngrundelegung günstiger, als der heutigen Verhältnisse lange nicht überall bauwürdiges Erz vorhanden sein wird.

Schrödter giebt für das Gebiet südlich der Orne mit Ausschluß der nördlichsten Felder einen Erzvorrath von 700 Millionen Tonnen an, d. h. etwa 550 Millionen zu viel. Er berechnet den Flächeninhalt zu 18 001 ha, legt also eine Schüttung von etwa 40 000 t zu Grunde.

\* „Stahl und Eisen“ 1896, Seite 248 ff.

Nach der oben aufgestellten Berechnung ergibt sich für das ganze Minettegebiet südlich der Fentsch unter den heutigen Verhältnissen ein Erzvorrath von insgesamt 605 895 000 t. Bei einer Förderung von rund 2.7 Millionen Tonnen pro Jahr (1895; 2 656 767 t) würde derselbe noch 224 Jahre reichen. Da man jedoch annehmen muß, daß die bisher vorfindene Zunahme der jährlichen Förderung noch lange anhalten wird, so wird man nicht zu hoch greifen, wenn man rund 200 Jahre ansetzt. Nach Schrödter berechnet sich der Vorrath an bauwürdigem Erz in dem Gebiete südlich der Fentsch zu 1 425 400 000 t, also um etwa 800 Millionen Tonnen höher, als er heute angenommen werden darf. Seine für das ganze deutsch-lothringische Gebiet angegebene Zahl von 3200 Millionen würde sich daher auf 2400 vermindern. Bezüglich des Gebiets nördlich der Fentsch wage ich mir kein Urtheil zu erlauben. Es sei noch bemerkt, daß Wadesteben (S. 21) insgesamt 2100 Millionen Tonnen angenommen hat.

#### B. Die allgemeinen mineralogischen und petrographischen Verhältnisse der Formation.

Auf die Structur der Minette soll nur kurz eingegangen werden, da sie an anderen Orten schon eingehend behandelt worden ist. Die über die Structur hier folgenden Angaben sind zum größten Theile den Erläuterungen z. g. Ü. (S. 89) entnommen. Darnach besteht das Erz aus Oolithkörnern von runder, ellipsoidischer oder oft auch ganz unregelmäßiger Form, von durchschnittlich  $\frac{1}{4}$  mm Durchmesser. Die Körner sind concentrisch schalig aufgebaut; größere Oolithkörner haben mitunter zwei Centren, von denen der Schalenbau ausgeht. Sie bestehen aus Eisenoxydhydrat und amorpher Kieselsäure, welche nach Behandlung der Körner mit verdünnter Salzsäure als Skelett zurückbleibt. Wahrscheinlich enthalten sie auch die Phosphorsäure. Nach Bleicher (siehe die Literaturangaben) werden die Centren der Oolithe wahrscheinlich von Quarzkörnern gebildet. Die Grundmasse der Erze besteht aus Calcit oder Mergel mit hier und da Quarzkörnern. Ein grünes Mineral, welches die Oolithkörner des grauen Lagers vielfach umschließt, wird in den Erläuterungen z. g. Ü. als Thuringit gedeutet.

Eine Schichtung oder Parallelstructur zeigt die Minette im allgemeinen nicht; es läßt sich überhaupt keine Richtung feststellen, in der die Cohäsion der Bestandtheile ein Minimum aufweist. Im Einklang hiermit steht die Thatsache, daß bei der Hereingewinnung des Erzes keine plattigen, sondern klumpige Stücke entstehen.

Die Härte ist weit über 3. Führt man mit einem spitzen Werkzeuge unter einem Erstofs hin, so kann man mit Leichtigkeit das eigentliche Erz von den härteren kalkreichen Partien unterscheiden. Mit einer gewöhnlichen Holzäge ist

man imstande, aus der Minette parallelepipedische Stücke mit glatten Flächen herzustellen.

Was die Farbe betrifft, so stimmt dieselbe in vielen Fällen mit der Bezeichnung der Lager nicht überein. Die beiden rothen und allenfalls auch die beiden braunen Lager führen ihre Namen mit einigem Recht. Beim gelben und grauen Lager herrscht die braune Farbe vor, vielfach beobachtet man auch röthliche und graue Färbungen. Die Minette des schwarzen Lagers ist meist graugrün gefärbt. Nach dem Ausgehenden im Moseltale zu, sowie in der Nähe aller Thalgehänge wird die Farbe bei sämmtlichen Lagern lichter und nähert sich dem Roth. Gleichzeitig wird das Erz mulmig und zerreiblich. Die hellere Färbung rührt vielleicht von einem größeren, den Sickerwassern entnommenen Wassergehalte her, wodurch eine dem Gelfeisenstein ähnliche Verbindung entstanden sein mag.

Als accessorische Mineralien treten Kalkspath, Schwefelkies, Magneteisen, Zinkbleude, Bleiglanz und Schwerspath (vergl. Erl. z. g. Ü., Seite 90) auf. Die drei letztgenannten Mineralien sind äußerst selten. Der Kalkspath erscheint in dünnen Streifen parallel dem Hangenden und Liegenden, sowie als Auskleidung der Schichten. Der Schwefelkies kommt ebenfalls in den Schichten, sowie vereinzelt in Verwerfungsclüften vor. Von den Lagern ist es nur das schwarze, das ihn als Gemengtheil führt und zwar in einzelnen Krystallen, Schnüren und Knollen, nahe dem Liegenden. Das Magneteisen ist nach den Erläuterungen z. g. Ü. (S. 90) durch Umwandlung der Oolithkörner, sowie des Thuringits entstanden. Es findet sich hauptsächlich im grauen Lager. Bis jetzt noch unbekannt war sein Vorkommen in der Grube Moyenvre (vergl. die briefliche Mittheilung des Verfassers. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1896, S. 68). Hier befindet sich am Hangenden des grauen Lagers, nahe am Ausgehenden nach dem Couroy-Thale zu, eine 10 bis 20 em mächtige Bank eines stahlgrauen bis eisenschwarzen Erzes. Die Ausdehnung der Bank beträgt mehrere Hundert Quadratmeter. Mit bloßem Auge betrachtet zeigt das Erz eine feinkörnige, krystalline Structur. Unter der Lupe sieht man nur vereinzelte Oolithkörner. Die Einwirkung auf die Magnetnadel ist sehr stark. Die Nähe des Ausgehenden läßt darauf schließen, daß die Umwandlung des Eisenoxydhydrats in Eisenoxyd durch die Einwirkung der Atmosphären und nicht durch Druck geschehen ist.

Das rothsandige Lager zeichnet sich vor allen anderen durch das Vorkommen der schon oben einmal erwähnten, oft sehr zahlreichen abgerundeten Kieselkörner aus, deren Größe die von Bohnen erreicht. Ferner sei erwähnt, daß Holzfragmente in den Lagern eine nicht seltene Erscheinung sind.

Sämmtliche Lager führen Mergel in dünnen, oft viele Meter langen Schmitzen, parallel dem Hangenden und Liegenden, und in Einlagerungen von unregelmäßiger Begrenzung und geringer

Größe, die selten die eines Hülmerais überschreitet. Zuweilen wechsellagern die Mergelschmitzen in häufiger Wiederholung mit der Minette. Die einzelnen Lagen beider Gesteine sind dann oft nur wenige Millimeter dick. Vielfach greift das Erz in Zacken in die Mergel eingelagerungen ein, oder diese enthalten Eisenoolithe in vereinzelt Körnern oder ganzen Nestern.

Die oft genannten kalkreichen Partien in den Lagern treten als Bänke von 1 bis 15 m Länge und bis 50 cm Dicke oder in ellipsoïdlicher Form auf (vergl. nebenstehende Figur). Man bezeichnet sie in Luxemburg und zum Theil auch in Deutsch-Lothringen als Kalkwacken oder Rognons. Meist unterscheiden sie sich in der Structur nicht von dem eigentlichen Erze; sie besitzen nur einen größeren Kalkgehalt als dieses und infolgedessen eine hellere Farbe. Zuweilen rührt auch der Kalkgehalt von den oben erwähnten Kalkspatstreifen her, die mit der Minette wechsellagern. Die Erläuterungen z. g. Ü. (S. 90) und Wandesleben (S. 6) geben an, daß die Kalkwacken sich gut vom Erze trennen ließen und schaligen Aufbau besäßen. Dies widerspricht im allgemeinen den Thatsachen. Zahlreiche Beobachtungen sowohl innerhalb als auch außerhalb unseres Gebietes haben ergeben, daß niemals scharfe Grenzen vorhanden sind, sondern daß ein allmählicher Uebergang von der kalkigen zur eisenreichen Lagerauffüllung stattfindet. Da, wo die Minette verwirrt ist, wie vielfach in Luxemburg, scheidet sich allerdings das Erz von den Wacken, weil letztere viel schwerer als die Minette verwirren. Es entstehen dann ähnliche Gebilde wie die Wollsäcke krystalliner Gesteine. In diesem Falle mag vereinzelt auch eine schalige Absonderung da zu Tage treten, wo der Kalkgehalt der Wacken die Folge von eingelagerten Kalkspatstreifen ist.

Ein Bild von der chemischen Zusammensetzung der kalkreichen Partien mögen die nachfolgenden, mir von der Firma de Wendel zur Verfügung gestellten Analysen aus der Grube Neufchef geben:

	Rothe-sandiges Lager	Rothe-kalkiges Lager	Graues Lager	Schwarzes Lager
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	10,00	35,71	20,00	17,40
CaO . . . . .	46,00	26,00	29,00	23,00
SiO <sub>2</sub> . . . . .	4,90	5,00	4,00	11,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,00	4,20	4,50	4,00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,50	1,40	1,10	0,70
MgO . . . . .	0,50	0,70	1,10	1,00
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,25	0,30	0,30	0,60
S . . . . .	Spur	Spur	Spur	Spur
Gehölzverlust . . . . .	37,50	26,50	30,00	32,00
Zusammen . . . . .	99,85	99,81	100,00	99,70
Fe . . . . .	7,90	25,00	21,00	12,00

Die Analysen beweisen die außerordentliche Aehnlichkeit in der chemischen Zusammensetzung zwischen den kalkigen Partien und dem eigentlichen Erz.

Die Grenzen der Lager gegen das Hangende und Liegende sind nur ganz selten scharf. Nur auf den Gruben St. Paul und Rofslingen zeigt das gelbe Lager an vereinzelt Stellen Ablösungen gegen den hangenden Kalk, derart, daß zwischen beiden Spalten von mehreren Centimetern Mächtigkeit vorhanden sind. Sonst verlieren sich die Lager allmählich in die Mittel und das Hangende oder Liegende der Formation, indem beim Uebergang in Kalk der Eisengehalt der Oolithkörner abnimmt, während beim Uebergang in Mergel die Oolithkörner noch in diesen hineinreichen und schliesslich verschwinden. In derselben Weise erfolgt das Auskeilen der Lager.

Der Mergel im Hangenden und Liegenden der Formation und in den Mitteln ist gewöhnlich dünn geschichtet, reich an Glimmerplättchen und von blaugrauer bis grüner Farbe. An sich ist er ziemlich eisenarm, jedoch enthält er, besonders in den Mitteln zwischen den rothen Lagern und diesen und dem gelben, Streifen von eisenhaltigen oolithischem Kalk, sowie vereinzelt Eisenoolithkörner.

Der oolithische Kalk der Mittel ähnelt in der Structur sehr der Minette. Er enthält außerdem, wie diese, häufig Schmitzen und unregelmäßige Einlagerungen von Mergel und ist von Kalkspatstreifen durchzogen. Er ist fast immer eisenhaltig, ganz besonders aber zwischen dem grauen und gelben Lager, wo der Eisengehalt an vereinzelt Stellen bis 30 % beträgt. Die Farbe des Kalks ist je nach dem Eisengehalt grau, gelb oder braun.

Ueber sämtlichen Lagern, mit Ausnahme des schwarzen, liegen an vielen Stellen 10 bis 20 cm mächtige Bänke, die aus Muschelfragmenten und oolithischem Kalk als deren Bindemittel bestehen. Ueber dem grauen Lager ist eine solche Bank fast überall vorhanden. In Luxemburg ist sie unter dem Namen „Bänking“ bekannt.

### III. Die Entstehung der Eisenerzlager.

Die oolithischen Eisenerze des großen Minettegebiets in Lothringen und Luxemburg können nur auf zweierlei Art entstanden sein, entweder durch metasomatische Prozesse, d. h. durch nachträgliche Einwanderung des Eisens unter Verdrängung schon früher vorhandener Gesteinsbestandtheile, oder durch Sedimentation, d. h. durch ursprüngliche Ablagerung. Eine Bildung durch Pneumatolyse oder auf eruptivem Wege ist ausgeschlossen und kann daher von vornherein von einer Betrachtung dieser Entstehungsarten abgesehen werden. Ehe wir die beiden erstgenannten Möglichkeiten der Entstehung einander gegenüberstellen und nachweisen, welcher von beiden der Vorrug zu gehen ist, dürfte es angebracht sein, diejenigen Merkmale kurz zu wiederholen, durch welche das Vorkommen charakterisirt wird.

1. Die Erze treten in 5 Hauptlagern auf, von denen die vier obersten in der Richtung von Norden nach Süden nacheinander allmählich auskeilen. Sie sind im ganzen Gebiete bis zu der Linie hin, wo sie auskeilen, fast überall zu verfolgen. Zwischen ihnen treten noch an einzelnen Stellen Lager von geringerer Erstreckung auf.

2. Die Lager sind durch Mittel von Sandstein, Mergel und oolithischem Kalk getrennt.

3. Die Mächtigkeit der Lager und Mittel nimmt von Norden nach Süden ab und in dem besprochenen Gebiete von Osten nach Westen zu. Außerdem sind örtliche Schwankungen in der Mächtigkeit vorhanden. Die Ab- und Zunahme der Mächtigkeit bei diesen Schwankungen ist eine allmähliche; locale Ausbauchungen der Lager, jähe Verdrückungen, sowie Abflauen von Trümmern sind unbekannte Erscheinungen. Die Lagerung ist eine regelmäßige, flötzartige.

4. Die Struktur der Erze ist wie die des Kalkes der Zwischenmittel oolithisch. Die Oolithkörner zeigen concentrisch schaligen Aufbau um ein oder zwei Centren. Die Centren bestehen aus mineralischen Kernen, wahrscheinlich Quarzkörnern. Die concentrischen Schalen werden von Eisenoxydhydrat und amorpher Kieselsäure gebildet. Es ist anzunehmen, daß auch die Phosphorsäure an dem Aufbau der Oolithkörner theilnimmt. Letztere liegen in einer kalkigen oder mergeligen Grundmasse. Die kalkige Grundmasse besteht aus Calcit mit Quarzkörnern. Eine Schichtung der Erzablagerungen ist nicht wahrzunehmen.

5. Neben Eisenoxydhydrat, kohlensaurem Kalk, Kieselsäure, Thonerde und Phosphorsäure enthalten die Erze kohlensaure Magnesia und Manganoxyd. Als accessorische Mineralien treten Kalkspath, Schwefelkies, Magnetisen, Bleinde, Bleiglanz und Schwerspath auf. Die Lager führen häufig Einschlüsse von Holzfragmenten.

6. Der Eisengehalt der Lager und damit ihre Bauwürdigkeit ist sehr verschieden. Es machen sich längliche Zonen von südwest-nordöstlicher Erstreckung bemerkbar, in denen der Eisengehalt am größten ist.

7. Im unteren Theile der Eisenerzformation herrschen die Mergel- und Sandsteinbänke vor, und das liegendste Lager zeichnet sich durch einen großen Gehalt an Kieselsäure aus. In der Mitte der Schichtenfolge werden die Mittel zwischen den Lagern von oolithischem Kalk gebildet und die Kieselsäure tritt in den Erzen gegen einen hohen Gehalt an kohlensaurem Kalk zurück. Nach dem Hangenden der Formation zu erscheinen wieder mehr Mergelbänke, und der Kieselsäuregehalt der Erze nimmt zu.

8. In den Lagern finden sich Partien von geringerem Eisen- und höherem Kalkgehalt. Dieselben zeigen keine scharfe Begrenzung, sondern gehen allmählich in das eisenreichere Erz über. Daneben ist das Erz von Mergelschmitzen, meist parallel dem Hangenden und Liegenden, durchzogen. Das oolithische Erz greift häufig in unregelmäßigen Zacken in diese Schmitzen ein, auch finden sich in den letzteren Nester von Eisenoolithen. Zuweilen wechsellagern Minette und Mergelschmitzen in dünnen Lagen miteinander.

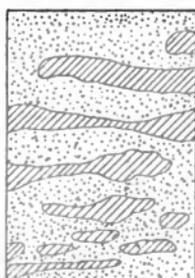
9. Die Lager sind nicht scharf begrenzt. Sie gehen durch allmähliche Abnahme des Eisengehalts in die kalkigen Mittel über. Bestehen die Mittel aus Mergel, so reichen die Oolithkörner noch in diesen hinein, um allmählich zu verschwinden. In derselben Weise vollzieht sich das Auskeilen der Lager.

10. Fast immer im Hangenden, zuweilen auch im Liegenden der Lager, liegen Bänke, die zahlreiche Muschelfragmente enthalten. Dieselben sind durch oolithischen eisenhaltigen Kalk verkittet.

Giesler (S. 41), Braconier (S. 203) und Nivoit (S. 283) sprechen sich für eine Entstehung der Erzlager durch Sedimentation aus. In einer Anmerkung der Redaction der „Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinwesen“, in welcher die Abhandlung Gieslers veröffentlicht ist, wird seine Auffassung nicht geteilt und angenommen, daß die Erze durch metasomatische Prozesse entstanden seien. Letztere Ansicht hat auch Haniel\* von der Bildung der verwandten Eisenerzlager in dem nordwestdeutschen, fränkisch-schwäbischen und ober-schlesisch-polnischen Jura. An keiner der oben angeführten Stellen wird die dort vertretene Auffassung über die Entstehung der lothringischen Minette näher begründet, eine eingehendere Behandlung des Gegenstandes dürfte daher von Interesse sein.

Die Entstehung der Eisenerzlager durch metasomatische Prozesse hat man sich in folgender Weise zu denken. Das Eisen befand sich als Bicarbonat oder in Salzen von organischen Säuren in wässriger Lösung, welche die Kalk- und Mergelschichten des unteren Dogger durchdrang. Hierbei wurde der leichter lösliche Kalk weggeführt und durch das ursprünglich vorhandene oder aus den Salzen der organischen Säuren entstandene Eisen-carbonat ersetzt. Dieses wurde entweder bei Gegenwart von Sauerstoff schon bei der Fällung oder, wenn erst später, durch den Einfluß von Sickerwassern in Eisenoxydhydrat umgewandelt.

Arbeitsstofs im grauen Lager der Grube Moyevre.



Minette

kalkwacke

\* „Zeitschr. d. deutschen geol. Ges.“, Bd. XXVI, 1874, S. 59.

Sehen wir uns nun nach Kriterien um, welche für eine derartige Bildung sprechen könnten, so fallen zuerst der zum Theil recht hohe Kalkgehalt der Erze, das Vorhandensein der kalkreichen und eisenarmen Partien innerhalb der Lager, sowie das Auftreten der Kalk- und Mergelbänke zwischen den Lagern ins Auge. Der Kalkgehalt der Erze könnte als der Ueberrest der ursprünglichen Kalkschichten und, falls er mit einem größeren Gehalte an Kieselsäure und Thonerde verbunden ist, als derjenige von Mergel aufgefaßt werden. Die Kalkbänke und Mergelstreifen innerhalb der Lager, sowie die Mittel zwischen ihnen, wären Partien, die von der eisenhaltigen Lösung nicht oder nur in geringerem Maße durchdrungen und umgewandelt wurden, während da, wo die Durchdringung und Umwandlung den höchsten Grad erreichte, die heutigen Eisenerzlager entstanden. Auch der allmähliche Uebergang der Lager in die Mittel und eisenärmeren Partien, sowie der Mangel an Schichtung bei den Lagern könnte auf eine Entstehung durch metasomatische Prozesse hinweisen. Der allmähliche Uebergang könnte darauf zurückgeführt werden, daß die Umwandlung durch eine Verschiedenheit in der Gesteinsbeschaffenheit nicht begrenzt wurde, da sämtliche Schichten kalkhaltig waren. Ebenso könnte das Fehlen einer Schichtung innerhalb der Lager dadurch erklärt werden, daß die Umsetzung sich nicht streng an die einzelnen Schichten hielt, sondern von einer in die andere übergriff. Es mochte vielleicht überhaupt eine vollständige Umlagerung des in einen feigartigen Zustand versetzten Gesteins stattgefunden haben.

Damit wären aber die Thatsachen erschöpft, welche die Annahme einer Entstehung auf metasomatischem Wege begünstigen, und wir werden im Folgenden sehen, daß andere Thatsachen diese Annahme als vollkommen unhaltbar erweisen.

Die Einwanderung des Eisengehaltes war nur auf drei Wegen möglich. Entweder in der Richtung vom Hangenden zum Liegenden oder umgekehrt, oder schliesslich mehr oder weniger parallel der Schichtung. Kam die Lösung aus dem Hangenden, so ergiebt sich sofort, daß sie vor der Ablagerung der über dem hangendsten Lager gelegenen Mergel- und Kalkschichten eingedrungen sein müßte, denn andernfalls hätte schon in diesen eine Fällung des Eisens stattfinden müssen. Dies ist aber nicht geschehen, da jene Schichten nur verschwindend kleine Mengen Eisen enthalten. Hat schon die Annahme, daß die Umwandlung unmittelbar nach dem Absatze der die heutige Eisenerzformation bildenden Schichten eingetreten sein soll, etwas sehr Unwahrscheinliches an sich, so läßt es sich nicht erklären, warum bei einer zu den Schichten senkrechten Richtung des Weges nur gewisse Horizonte einer Umsetzung unterlagen, dagegen dazwischen befindliche Mittel von Kalk nur wenig und die von Mergel fast gar nicht umgewandelt

wurden. Wenn auch die aus oolithischem Kalk bestehenden Mittel zuweilen bis zu 30 % Eisen enthalten, so ändert dies doch an der allgemeinen Thatsache nichts, daß ihr Eisengehalt ein weit geringerer als der der Lager ist.

In derselben Weise erweist es sich als unmöglich, daß die Lösung vom Liegenden der Formation zum Hangenden emporgestiegen ist. Somit bleibt nur noch der dritte Weg, parallel zu den Schichten, übrig. Hierbei ist es klar, daß bei der gewaltigen Erstreckung der Formation, sowohl in nordsüdlicher als ostwestlicher Richtung, ein Eindringen nicht von den Grenzen des heutigen Vorkommens her stattgefunden haben kann, vielmehr müßte man annehmen, daß dies von vielen Linien oder Punkten aus geschah. Dies konnten nur Unterbrechungen der Continuität der Schichten, also die vorhandenen Verwerfungsklüfte und Schlechten, gewesen sein. In der Nähe dieser müßte daher heute 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 Verminderung der Erze festgestellt. Da ferner in den Spalten dem Entweichen der lösenden Kohlensäure und dem Zutritt von Sauerstoff Gelegenheit geboten war, so wäre ein Absatz von Eisenmineralen in ihnen zuerst zu erwarten. Diese sind aber, abgesehen von wenig Schwefelkies, nicht vorhanden. Wir sehen somit, daß auch hier mit der Annahme metasomatischer Prozesse nichts zu erreichen ist.

Noch andere Gründe sprechen gegen dieselbe. Wie aus dem Punkt 4 der Zusammenstellung der Hauptmerkmale des Eisenerzvorkommens hervorgeht, sind die Oolithe die Träger des Eisengehaltes, während das kalkige oder mergelige Bindemittel gar nicht oder wenig eisenhaltig ist. Ehe die Lösung die Oolithe erreichte, müßte sie doch notwendigerweise erst das Bindemittel durchdringen und also hier schon Eisen gegen Kalk umtauschen, was aber wiederum nicht geschehen ist. Man könnte nun allerdings einwenden, daß das Eisen, ein Theil der Kieselsäure, sowie die Phosphorsäure sich an bestimmten Stellen oder um bestimmte Ansatzpunkte herum concentrirten und diesem Umstände die Oolithe ihre Entstehung zu verdanken hätten. Analoga zu einem derartigen Vorgange dürfen nicht unbekannt sein, auch müßte denn doch das Bindemittel einen immerhin noch beträchtlichen Gehalt an Eisen aufweisen, da man sich eine vollständige Scheidung der eisenhaltigen und eisenfreien Zonen nicht gut denken kann.

Die Oolithe sind ferner meist von glänzender Oberfläche, was auf mechanische äufere Einflüsse hinweist, wie etwa auf Reibung aneinander oder gegen Wasser, Einflüsse, die während der Bildung

\* „Zeitschr. f. prakt. Geol.“ 1894, S. 304 ff.

durch Umsetzung unmöglich vorhanden gewesen sein können.

Wie will man sich außerdem die Thatsache erklären, daß die Eisenoolithe an den Grenzen der Lager gegen den Mergel in letzterem in einzelnen Körnern und isolirten Nestern vorkommen, wenn man annimmt, daß das Eisen nachträglich eingewandert sei.

Schließlich sei noch darauf aufmerksam gemacht, daß fast alle durch Substitution gebildeten Lagerstätten große Unregelmäßigkeit in der Lagerung zeigen, während sich unser Vorkommen als ein in der Hauptsache regelmäßiges darstellt.

Die vorstehenden Ausführungen, die sich zum Theil an G. Smyth, „Die Hämatite von Clinton in den Vereinigten Staaten“\* anschließen, dürften also gezeigt haben, daß eine Entstehung unserer oolithischen Eisenerzlager durch metasomatische Prozesse in das Reich der Unmöglichkeit gehört. Es bleibt uns also nur die Annahme einer ursprünglichen Bildung übrig, und es wird daher nun unsere Aufgabe sein, diese einer eingehenden Betrachtung zu unterziehen.

Der Untere Dogger ist wie die ganze Juraformation überhaupt eine Meeresbildung; und zwar sind die die Eisenerze führenden Schichten in der Nähe des Meeresufers abgelagert worden. Letztere Thatsache beweisen die in den Lagern enthaltenen pflanzlichen Ueberreste, sowie ein Blick auf die internationale geologische Karte von Europa, wo der uns beschäftigende Horizont als der Rand eines nach Westen hin geöffneten großen Meeresbusens erscheint, welcher sich vom Fusse der Ardennen durch Luxemburg, das westliche Lothringen und den südöstlichen Theil von Frankreich verfolgen läßt.

Die Bildung der hier in Betracht kommenden Schichten des Unteren Doggers müssen wir uns nun in folgender Weise vorstellen.

Dem Meeresbusen wurden von der Zerstörung älterer Gesteine herrührende Trümmer in Form von Sandkörnern oder thonigen und kalkigen Schlammes zugeführt und so die Ablagerungen von Sandstein, Thon und Mergel gebildet. Während diese Schichten also mechanischen Ursprungs sind, verdanken die oolithischen Kalke und Erze im wesentlichen einem chemischen Proceß, dem Niederschlag aus wässriger Lösung, ihre Entstehung. Beide Arten der Ablagerung haben mehrmals hintereinander stattgefunden. Wir finden daher Mergel und Sandsteine mit Kalken und Eisenerzflötzen wechsellagernd. Ueberhaupt wurde die eine Ablagerungsart niemals von der anderen gänzlich verdrängt. So kommt es, daß die auf verschiedenen Wege entstandenen Schichten keine scharfen Grenzen gegeneinander aufweisen und daß die Ablagerungen der einen Entstehungsart auch immer solche der anderen enthalten.

Die Ablagerungen mechanischen Ursprungs bedürfen keiner weiteren Erklärung, dagegen muß auf die Entstehung der wesentlich auf chemischem

Wege gebildeten, oolithischen Schichten näher eingegangen werden. Ihre Bestandtheile sind, wie hier nochmals wiederholt sei, kohlensaurer Kalk, Eisenoxydhydrat, Kieselsäure, Thonerde, Phosphorsäure, kohlensaure Magnesia, Manganoxyd, daneben Doppelschwefelisen, Eisenoxydoxylul und ganz selten Schwefelzink, Schwefelblei und schwefel-saurer Baryt.

Kohlensaurer Kalk und kohlensaure Magnesia, sowie das Mangan gelangten als Bicarbonate in das Meer. Das Eisen kann in mannigfacher löslicher Verbindung vorhanden gewesen sein. Zur Bildung des Bicarbonates und des schwefel-sauren Oxydulsalzes ist in der Natur genugsam Gelegenheit vorhanden. Daneben kann es sich als Doppelsalz in Verbindung mit Humussäuren und Ammoniak\* oder mit denselben Säuren und Kieselsäure\*\* in Lösung befunden haben. Letztere war außerdem wahrscheinlich in Alkalisalzen vertreten. Mit Alkalien wird auch die Phosphorsäure verbunden gewesen sein. Blei und Zink waren als Sulphate, das Baryum als Carbonat gelöst.

Alle diese Verbindungen wurden durch Flüsse, in Sickerwassern oder durch auf dem Boden des flachen Meeresbusens mündende Quellen letzterem zugeführt und breiteten sich darin aus. Sie gelangten hier durch den Wellenschlag in Berührung mit dem Sauerstoff der Luft, und die lösende Kohlensäure der Bicarbonate fand Gelegenheit zum Entweichen. Der kohlensaure Kalk und die kohlensaure Magnesia wurden durch Abgabe von einem Molecül Kohlensäure abgeschieden. Dasselbe geschah zum Theil mit dem an Kohlensäure gebundenen Eisen. Es wurde oxydirt und fiel als Oxydhydrat nieder, welches außerdem durch die directe Einwirkung des Sauerstoffs auf das Bicarbonat und die Doppelsalze des Eisens entstand. Das Mangan verlor ebenfalls die Kohlensäure und fiel als Oxyd nieder. Kieselsäure und Phosphorsäure gelangten durch die zersetzende Wirkung der bei der Oxydation des Eisenbicarbonates freiverdenden Kohlensäure auf ihre Alkaliverbindungen zum Absatz. Die Phosphorsäure hat außerdem ja die Eigenschaft, bei der Fällung des Eisens dieses zu begleiten. War die Kieselsäure mit dem Eisen verbunden, so schied sie sich zugleich mit ihm bei der Zersetzung der Verbindung durch Sauerstoff ab. Das Eisenoxydoxylul wird wohl nachträglich aus dem Oxydhydrat unter dem Einfluß der Atmospähären entstanden sein. Innerhalb der schon abgelagerten Sedimente verwehende organische Stoffe wirkten auf dem Boden des Meeresbusens reducirend auf die Sulphate des Eisens, des Blei und des Zinks ein und es entstanden so deren Sulphide. Führt einzelne Zuflüsse

\* Vergl. H. Sjögren, „Ueber die Entstehung der schwedischen Eisenerzlager“. Referat von R. Scheibe, „Zeitschrift für pr. Geol.“ 1893, Seite 434.

\*\* Vergl. C. H. Smyth, „Die Hämatite von Clinton u. s. w.“, „Zeitschrift f. pr. Geol.“ 1894, Seite 311.

kohlensauren Baryt mit sich, so mag das Baryum durch die Sulphate anderer Zuflüsse als schwefelsaures Salz gefällt worden sein.

Zu Zeiten, wo Lösungen zugeführt wurden, die hauptsächlich kohlensauren Kalk und nur wenig oder gar kein Eisen enthielten, bildeten sich die Kalkablagerungen, während umgekehrt beim Vorherrschen des Eisens die Eisenerzlager entstanden. Auch hier erklärt sich das Fehlen scharfer Grenzen zwischen den einzelnen, durch Absatz aus wässriger Lösung gebildeten Schichten und das Vorkommen kalkiger Partien in den Lagern leicht durch den allmählichen Uebergang der einzelnen Perioden ineinander.

Während dieses chemischen Niederschlags führten die Flüsse und Bäche noch immer thonigen und kalkigen Schlamm, sowie Sandkörner zu. Hiervon rühren alsdann die Mergelschmitzen, das mergelische Bindemittel der Oolithe und die Quarzkörner in den Oolithen und dem Bindemittel her. Der Thonerdegehalt der Erze dürfte wohl ganz oder doch wenigstens zum größten Theil die Folge der Einlagerung und Beimengung von Mergel sein.

Es bliebe nun noch die Ursache der oolithischen Structur der Kalle und Erze zu behandeln. Sie wird darin zu suchen sein, daß sich Eisenoxydhydrat, kohlensaurer Kalk, Kieselsäure und Phosphorsäure concentrirt um Sandkörner ausschieden. Letztere wurden durch starken Wellenschlag in dem seichten Wasser beständig aufgewirbelt und schwebend erhalten, so daß sie geeignete Ansatzpunkte für die genannten Verbindungen bildeten. Durch Reibung aneinander oder gegen das Meerwasser erhielten die Oolithe gleichzeitig das glänzende Aussehen, das sie noch heute zeigen. War ihr Gewicht so groß geworden, daß sie dem Wellenschlag widerstanden, so fielen sie zu Boden und wurden später durch Mergelschlamm oder Calcit verkittet. Da der Wellenschlag nun aber immer noch auf die niedergefallenen Oolithkörner und das noch in der Bildung begriffene Bindemittel wirkte, so konnte keine schichtenmäßige Ablagerung entstehen.

Die Bewegung des Wassers hatte ferner eine gleichsam auflösende Wirkung zur Folge, indem die vom Meere gegen das Ufer geworfenen Muschelschalen in bestimmten Horizonten ange-reichert wurden.

Die Erscheinung, daß Eisen, amorphe Kieselsäure und Phosphorsäure die Hauptbestandtheile der Oolithkörner der Eisenerzlätze sind, während der kohlensaure Kalk hauptsächlich als Bindemittel auftritt, ist in folgender Weise zu erklären. Das Bicarbonat des Eisens ist weniger löslich als das des Calciums; das Eisen wird ferner, wie nach

Roth\* die heutigen Quellenabsätze beweisen, viel rascher oxydirt, als die Bicarbonate anderer Metalle ihre lösende Kohlensäure verlieren. Es gelangt somit vor dem kohlensauren Kalk zur Abscheidung, der außerdem durch die fortwährend freierwundene Kohlensäure längere Zeit in Lösung erhalten wird. Die Kohlensäure ist es auch, die durch Zersetzung der Alkaliverbindungen der Kieselsäure und Phosphorsäure diese gleichzeitig mit dem Eisen fällt, wobei außerdem noch die Eigenschaft der Phosphorsäure in Betracht kommt, bei der Fällung des Eisens dieses zu begleiten. Die mit letzterem und organischen Säuren verbundene Kieselsäure gelangte durch die zersetzende Wirkung des Sauerstoffs ebenfalls gleichzeitig mit dem Eisen zum Niederschlag.

Stafp hat in seiner Abhandlung „Ueber die Entstehung der Seerze“\* auf die Aehnlichkeit der letzteren mit vielen Ablagerungen von Eisenerzen aus vorgeschichtlicher Zeit hingewiesen und gezeigt, daß sie aus Lösungen, wie sie im Vorstehenden angenommen wurden, entstehen. Insbesondere macht er auf die Abscheidung des Eisens vor dem kohlensauren Kalk aufmerksam. Er erwähnt auch oolithische Bildungen innerhalb der Seerze, die mit den Namen Perlen- und Erbsenerz belegt werden (Seite 107). Von besonderem Interesse ist seine Beobachtung, daß die meisten Seerze in länglichen Flecken von ostwestlicher Richtung vorkommen (Seite 92). Diese stimmen vielleicht mit den Bauwürdigkeitszonen unserer Lager überein.

Daß ein Niederschlag in Form von Oolithkörnern da entsteht, wo in mineralischen Lösungen kleine Körper in wirbelnde Bewegung versetzt werden, beweisen die Erbsensteine des Karlsbader Sprudels, sowie mehrere von Roth\*\* angeführte Beispiele, von denen hier nur die Bildung oolithischen Kalks in einem Salzsee bei Mexico erwähnt sei, wo jener durch Ablagerung um Insektenier entstand.

Wie aus Vorstehendem erhellt, dürfte an einer Bildung der Eisenerzlager Lothringens und Luxemburgs durch Sedimentation kaum zu zweifeln sein. Durch die Annahme dieser Entstehungsart finden diejenigen Thatsachen, von welchen oben gezeigt wurde, daß sie die Annahme metasomatischer Prozesse als Ursache der Eisenerzbildung begünstigten, eine mindestens ebenso gute Erklärung. Dagegen wird das, was dort unklar blieb, wie die Armuth an Eisen in den Mitteln zwischen den Lagern und in dem Bindemittel der Oolithkörner, das Vorhandensein isolirter Eisenoolithe in dem Mergel der Formation u. s. w. ohne Schwierigkeit gedeutet.

\* „Allgemeine und chemische Geologie“ 1879, Band I, Seite 579.

\* Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 18, 1866, S. 86 ff.  
\*\* Band I, S. 534.