

GLÜCKAUF

Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

Nr. 42

14. Oktober 1916

52. Jahrg.

Der Eisenerzbergbau in Nordwestfrankreich.

Von Bergassessor Dr. F. Friedensburg, z. Z. Herisau (Schweiz).

Allgemeines.

Die gewaltige Entwicklung des französischen Eisenerzbergbaus im letzten Jahrzehnt hat Frankreich an die dritte Stelle unter den Eisenerz liefernden Ländern gebracht. Nachdem im Jahre 1911 Großbritannien geschlagen worden ist, erscheint es nunmehr nicht ausgeschlossen, daß die französische Förderung, die 1913 rd. 21½ Mill. t erreicht hat, in abschbarer Zeit auch die des Deutschen Reiches einholen und damit die zweite Stelle, nächst den weitaus führenden Vereinigten Staaten, einnehmen wird. Von Jahr zu Jahr gewinnt die Förderung Frankreichs steigende Bedeutung auf dem Weltmarkt. Noch im Jahre 1906 wurde die Ausfuhr von französischem Erz durch die Einfuhr fremder, meist deutscher Erze übertroffen; von 1907 ab beginnt jedoch die Ausfuhr zu überwiegen, und im Jahre 1913 wird ein Ausfuhrüberschuß von mehr als 8 Mill. t erreicht, der mit den Erzlieferungen Schwedens und Spaniens an den Weltmarkt durchaus verglichen werden kann (s. Zahlentafel 1).

Zahlentafel 1.

Frankreichs Eisenerzförderung und -außenhandel 1885 – 1913

Jahr	Gesamte Förderung 1000 t	Förderung Frz. Lothr. 1000 t	Förderung d. übr. Bez. 1000 t	Einfuhr 1000 t	Ausfuhr 1000 t
1885	2 318	1 612	706	1420	90
1890	3 472	2 630	842	1610	285
1895	3 680	3 084	596	1651	237
1900	5 448	4 446	1002	2119	327
1905	7 395	6 400	995	2152	1356
1906	8 481	7 399	1082	2015	1759
1907	10 008	8 822	1186	1999	2147
1908	10 057	8 850	1207	1454	2384
1909	11 890	10 673	1217	1203	3907
1910	14 606	13 210	1396	1319	4894
1911	16 639	15 054	1585	1350	6176
1912	19 160	17 371	1789	1455	8324
1913	21 700 ¹	19 800 ¹	1900 ¹	1417	9746

¹ Vorläufige Zahlen.

Zum weitaus größten Teil verdankt Frankreich diese Entwicklung den Erzvorkommen Französisch-Lothringens, besonders dem Becken von Briey; der Anteil

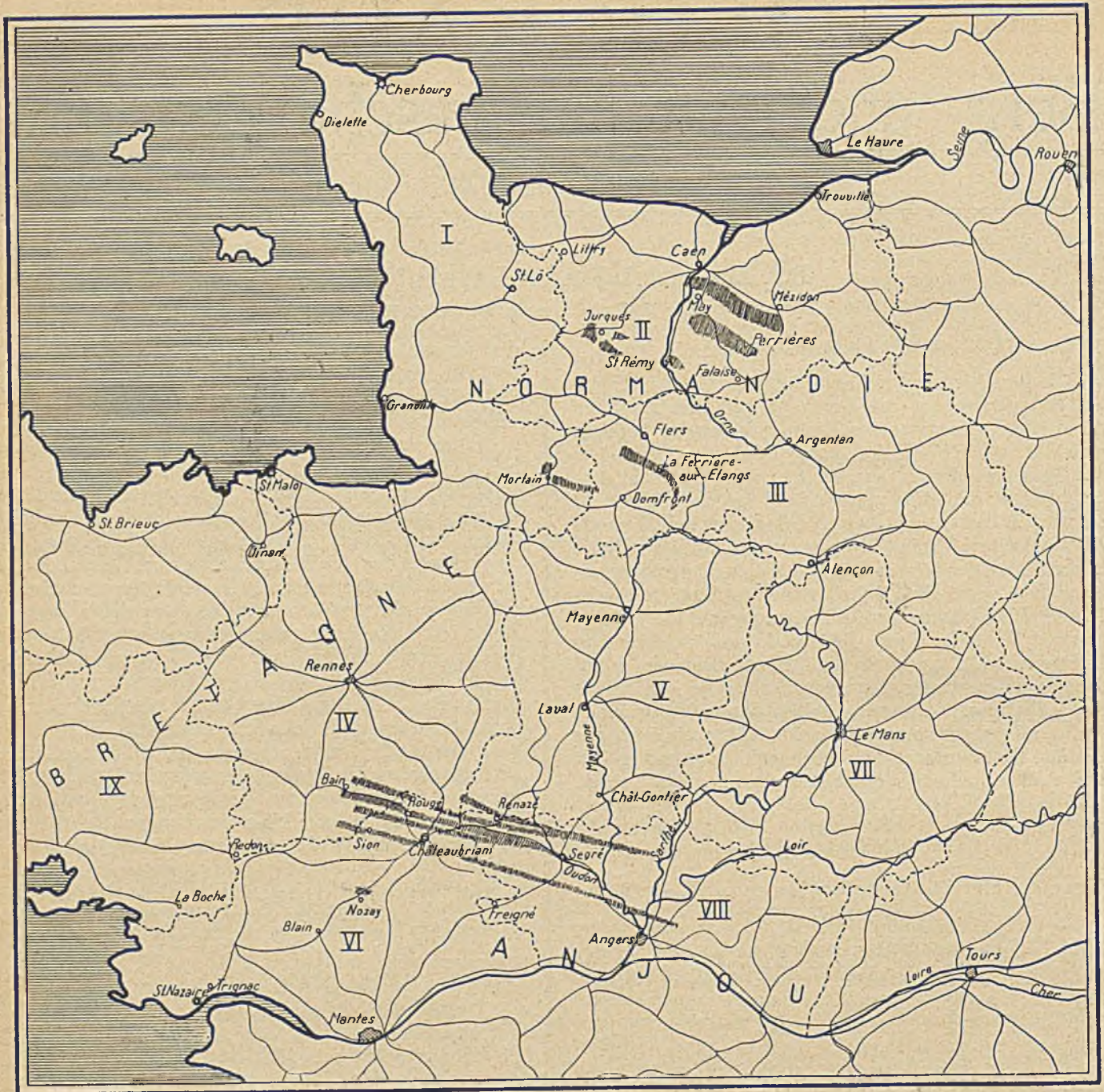
der Minette an der Gesamtförderung beträgt mehr als 90% und ist in dauerndem Steigen begriffen. Im letzten Jahrzehnt hat sich die Minetteförderung verdreifacht, während die Förderung der übrigen Bezirke im gleichen Zeitraum nur auf etwa das Anderthalbfache gestiegen ist. Immerhin betrug im Jahre 1913 die Förderung aller französischen Bezirke außer derjenigen Französisch-Lothringens etwa 1,9 Mill. t. Sie befindet sich dabei in dauernder kräftiger Steigerung. Auch insofern beanspruchen die Nicht-Minetteerze im Auslande besondere Aufmerksamkeit, als sie gegenüber der Minette, die infolge der Frachtverhältnisse, abgesehen vom inländischen Bedarf, im wesentlichen nur für die benachbarten Eisenindustriebezirke des Deutschen Reiches und Belgiens in Betracht kommt, sämtlich nicht allzuweit vom Meer entfernt liegen und infolgedessen ähnlich den spanischen und vielen skandinavischen Erzen sich besonders für die Ausfuhr eignen. Schließlich beschränkt auch die eigenartige Zusammensetzung der lothringischen Erze ihre Verwendung auf die Herstellung bestimmter Roheisensorten, während für die übrigen Bezirke eine ähnliche Einengung der Absatzmöglichkeit nicht vorliegt.

Die Zahlentafel 1 enthält die Gesamtförderzahlen der außerlothringischen Eisenerzbezirke Frankreichs. Die Summe von 1 789 000 t des Jahres 1912 setzt sich folgendermaßen zusammen:

	t
Normandie	783 000
Anjou-Bretagne	324 000
Ostpyrenäen	230 000
übrige Bezirke	452 000

Abgesehen von der unbedeutenden Förderung der allenthalben verstreuten kleinern Vorkommen sind es also weitaus in erster Linie die hier zu besprechenden Lagerstätten des Nordwestens, die neben dem Minettebergbau Wichtigkeit besitzen.

Vom geologischen und wirtschaftlichen Standpunkt sind im Nordwesten Frankreichs die beiden Hauptbezirke Normandie und Anjou-Bretagne zu unterscheiden. Trotz mannigfacher gemeinsamer Merkmale erfordern die Gebiete schon wegen ihrer räumlichen Trennung eine gesonderte Besprechung, die allerdings auch aus mehreren anderweitigen Gründen gerechtfertigt erscheint. Die Eisenerze der Normandie sind auf die Ausfuhr nach Norden über den Ärmelkanal ange-



0 10 20 30 40 50 60 70 km

■ Nachgeniesene Erzlager

Departements :

- | | | |
|-------------|---------------------|---------------------|
| I Manche | IV Ille-et-Vilaine | VII Sarthe |
| II Calvados | V Mayenne | VIII Maine-et-Loire |
| III Orne | VI Loire-Inférieure | IX Morbihan. |

Abb. 1. Übersichtskarte der Eisenerzlager in Nordwestfrankreich.

wiesen, die Anjou-Lagerstätten gehören dagegen zum Wirtschaftsgebiet der Loire-Häfen an der Westküste. Daneben bietet auch das Verhalten der Lagerstätten selbst in beiden Bezirken einige nicht unwesentliche Unterschiede.

Die Übersichtskarte in Abb. 1 zeigt die allgemeine Lage der Vorkommen zu den Küsten und Flüssen. Wie schon daraus hervorgeht, handelt es sich um Lagerstätten von recht erheblicher Ausdehnung. Die Kenntnis von ihnen verdankt man jedoch der Hauptsache nach erst

den letzten Jahrzehnten, und ihre Erforschung kann noch kaum als abgeschlossen angesehen werden. Nicht nur die Erstreckung steht nicht überall fest, sondern auch in wirtschaftlicher Hinsicht sind, namentlich für die Anjou-Erze, noch nicht alle Fragen endgültig gelöst.

Immerhin ist über die Lagerstätten bereits eine ziemlich umfangreiche Literatur vorhanden. Neben zahlreichen weiterhin gelegentlich angeführten Abhandlungen unterrichtet zunächst am besten das aus Anlaß des Stockholmer Geologenkongresses erschienene Sammelwerk¹. Von besonders erwähnenswerten Einzelveröffentlichungen sind unten die wichtigsten genannt².

In deutscher Sprache sind bisher nur verhältnismäßig wenige und kurze Veröffentlichungen über die Eisenerze Nordwestfrankreichs erschienen. Sie lehnen sich meist wortgetreu an die französischen Quellen an, besonders an das genannte Kongreßwerk.

Die nachstehenden Ausführungen stützen sich in großem Umfange auf Beobachtungen, die der Verfasser im Frühjahr 1914 an Ort und Stelle angestellt hat.

Die silurischen Eisenerzlager der Normandie.

Die Lagerstätten.

Die Eisenerzlager treten im Hügellande der Unter-Normandie in den drei Departements Calvados, Orne und Manche auf, in einem Gebiet, das fast völlig zum Flußgebiet der Orne gehört. Im allgemeinen ist das Gelände flachwellig; die Höhen überschreiten nur selten 300 m über N. N. Die Wasserläufe sind mäßig eingeschnitten; an einigen Stellen haben sie jedoch durch Bloßlegung der tiefen Schichtglieder in schluchtartigen Durchbrüchen wertvolle Aufschlüsse geschaffen. Ihr Gefälle ist durchweg gering.

In geologischer Hinsicht liegt der Kern eines ziemlich regelmäßig aufgebauten alten Faltengebirges vor. Langgestreckte, herzynisch streichende Mulden von Silur und Kambrium werden durch Sättel von Phylliten unterbrochen. Die Hauptmasse des Paläozoikums setzen kambrische Schichten zusammen; das Silur ist fast ausschließlich als Untersilur vertreten und bildet in das Kambrium konkordant eingelagerte schmale Mulden. Nur an wenigen Stellen finden sich auch Obersilur und Unterdevon im Muldeninnern. Außerdem sind ausgedehnte mächtige Granitmassen verbreitet; namentlich in der Gegend von Flers treten gewaltige Lakkolithe innerhalb der Phyllite auf. Schließlich findet sich allenthalben Diabas in schmalen nord-nordwestlich streichenden Gängen, also die sedimentären Gebirgsschichten rechtwinklig durchquerend.

Zahllose Störungen, namentlich Querverwerfungen und Überschiebungen, unterbrechen den regelmäßigen Schichtenverlauf und haben an vielen Stellen die voll-

ständige Unterdrückung der Eisenerzhorizonte im Gefolge gehabt.

Die Eisenerze treten stets im Untersilur auf, und zwar in den häufig sehr ausgesprochen geschieferten und als Dachschiefer benutzten Tonschiefern des mittlern Untersilurs, die wegen der stellenweise sehr reichen Führung von Calymene Tristani gewöhnlich als Calymeneschiefer bezeichnet werden. Ein anderer, in der französischen Literatur vielfach bevorzugter Name ist die Bezeichnung »Schiefer von Angers«, die auf den großen Dachschieferaufschlüssen in der Umgebung dieser Stadt beruht.

Innerhalb der Calymeneschiefer treten Eisenerze in mehreren Horizonten auf. Häufig liegt ein Flöz unmittelbar an der Basis der Schiefer, den liegenden armorikanischen Sandstein bedeckend. Nicht selten fehlt jedoch dieses Flöz, und es tritt dafür im Hangenden, bis zu 40 m im Seigerabstand von der Basis der Schiefer entfernt, ein anderes Lager auf. Geringer mächtige Flöze sind neuerdings auch mehrfach in noch höhern Horizonten angetroffen worden.

Der allgemeine Schichtenaufbau des Paläozoikums ist zusammenfassend folgender:

Unterdevon:	Sandige Schiefer.
Obersilur:	Bituminöse Schiefer.
	Kalk von Rosan (nur stellenweise ausgebildet)
Untersilur:	Sandstein von May
	Calymeneschiefer mit Eisenerzlager
	Armorikanischer Sandstein
	— stellenweise leichte Transgression —
Kambrium:	Rote und grüne Schiefer mit Sandstein-
	einlagerungen
	Roter Puddingstein
	— Diskordanz —
	Phyllite von St. Lô.

Der Westen des Gebietes ist völlig frei von Ablagerungen jüngerer Schichten, abgesehen von dem stellenweise in geringer Mächtigkeit vertretenen Diluvium und dem Alluvium der Flußtäler. Nach Osten zu senken sich jedoch die Sattel- und Muldenlinien allmählich und werden von den nach Osten ständig an Mächtigkeit zunehmenden, nahezu söhlig lagernden mesozoischen Schichten des Pariser Beckens überlagert. Eine die Orte Caen-Falaise-Argentan verbindende Linie bezeichnet ungefähr die westliche Grenze der Verbreitung des Mesozoikums. Hiernach fallen also nur geringe Teile des Erzbezirks in seinen Bereich; in ihnen erreicht auch die Überdeckung nirgends größere Mächtigkeit. Nachdem einmal das Muldenstreichen erkannt war, konnten die jüngern Schichten bei dem meist recht regelmäßigen Verlauf der Streichlinien des Paläozoikums die Aufschließung nur selten hindern. Die durch das feuchte Klima begünstigte tiefgehende Verwitterung der Schichtenköpfe und der damit zusammenhängende üppige Pflanzenwuchs haben jedenfalls die Verfolgung des Ausgehenden der Eisensteinlager nicht selten kaum weniger erschwert, sobald das regelmäßige Streichen einmal unterbrochen war.

Das Einfallen der Muldenflügel ist in der Regel mehr oder weniger steil, gelegentlich sogar fast senk-

¹ The iron ore resources of the world, 1910, mit dem Aufsatz von Nicou: Le bassin silurien de l'ouest de la France, Normandie, Anjou, Bretagne, Bd. 1, S. 15.

² Über die Normandie. Heurteau: Note sur le minéral de fer silurien de la Basse-Normandie. Ann. d. min. 1907, S. 613.

Über Anjou-Bretagne. Davy: Les minerais de fer de l'Anjou et du sud-est de la Bretagne. Bull. Soc. de l'Ind. min. 1911, S. 19, und Nos mines et minières: Le minéral de fer de l'Anjou, de la Basse-Bretagne et de la Fosse Vendéenne. Edition de la Bretagne économique et financière 1913.

recht. Indessen findet sich überkippte Lagerung selten. Das Muldentiefste ist bisher nur an einer einzigen Stelle, bei St. Remy, erschlossen worden.

Die Mächtigkeit der Lagerstätten liegt im Durchschnitt zwischen 1½ und 3 m; jedoch finden sich in beträchtlicher Ausdehnung auch Lagerteile von erheblich größerer Mächtigkeit (bis zu 6, ja 10 m).

Mineralogisch betrachtet wurde das Erzlager im primären Zustande zweifellos von Siderit¹ (Fe CO₃) gebildet; er ist jedoch in großem Umfang in Roteisenstein; gelegentlich auch in Brauneisenstein umgewandelt. Bisher herrscht noch keine völlige Klarheit über die Beziehungen der sekundären Erze zum ursprünglichen Mineral. Fraglos findet sich Roteisenstein vorwiegend in den oberen Teufen; in mehreren Gruben ist der Übergang zum Karbonat nach der Teufe zu aufgeschlossen, während umgekehrt das Karbonat nach der Teufe zu niemals in Roteisenstein übergeht. Hieraus folgt unzweifelhaft, daß die Teufe die entscheidende Rolle spielt. Ein klarer Zusammenhang mit dem heutigen Grundwasserspiegel besteht aber nicht. Stellenweise reicht der Roteisenstein weit unter den jetzigen Grundwasserspiegel, in manchen Gruben sogar bis zu den tiefsten Aufschlüssen, die 100–150 m unterhalb der Talsohle liegen; jedoch bildet an andern Stellen wieder das Karbonat schon unmittelbar an der Oberfläche das alleinige Erz. Im allgemeinen herrscht der Roteisenstein in den nördlichen Lagerstätten (im Departement Calvados) in ausgeprägter Weise vor, das Karbonat im Süden (Departement Orne)².

Das Karbonat ist stets dicht, vielfach oolithisch, und besitzt graue bis gelblichgraue Färbung. Nicht selten ist es infolge beginnender Umwandlung in Roteisenstein rötlich gefärbt, namentlich findet sich häufig auch ein fleckiges Aussehen. Der Eisengehalt beträgt durchschnittlich weniger als 40% im rohen Zustande. Entsprechend einem Glühverlust von 20–27% steigt also der Eisengehalt im abgerösteten Erz kaum über 50%. Auch sind die Erze verhältnismäßig reich an Kieselsäure. In den bessern Sorten ist der SiO₂-Gehalt immer noch höher als 10% und erreicht in den mindern nicht selten reichlich 20%. Eine Durchschnittsanalyse des Erzes von La Ferrière-aux-Étangs (Dept. Orne), das sich durch besonders günstige Beschaffenheit auszeichnet, zeigt folgende Werte:

Fe	40	CaO	} 4,5
Mn	0,3	MgO	
Si ₂ O	10,5	P	0,65
Al ₂ O ₃	4,3	Glühverlust . .	26

Die Zusammensetzung des Roteisensteins entspricht etwa der des abgerösteten Karbonats. Es ist ein dichtes,

¹ Die Bezeichnung »Spateisensteine« führt leicht irre, da sie unwillkürlich die Vorstellung von den bekannten spätigen Erzen hervorruft, mit denen das hier beschriebene Mineral nicht die geringste Ähnlichkeit besitzt; ebensowenig trifft die Bezeichnung »Toneisensteine« das Richtige. Da der Ausdruck »Siderit« ungebrauchlich ist, werden die karbonatischen Erze im folgenden zur Unterscheidung vom Roteisenstein kurz als »Karbonat«, wie in der französischen Literatur, bezeichnet.

² Die Nähe des Meeres, gerade bei den nördlichen Lagerstätten, legt die bekannte Deutung der Umwandlung Karbonat-Roteisenstein durch Annahme der Mitwirkung salzhaltiger Lösungen nahe.

hartes Roteisenerz, das äußerlich, wie auch in den Lagerungsverhältnissen, große Ähnlichkeit mit den deutschen Erzen des Dill-Bezirks aufweist. Das im Eisengehalt beste Erz ist gewöhnlich außerordentlich fest und zeigt violetten Schimmer; bei den geringern Arten fällt ein erheblicher Teil bei der Gewinnung als Erzklein, ja das Erz kann stellenweise völlig erdig aussehen. Der Übergang zum Karbonat ist niemals scharf. An der Umwandlungsgrenze ist das Karbonat nicht selten rot gefleckt; andererseits weisen selbst die reinern Roteisenerze bei der Analyse noch mehr oder weniger starke Kohlensäurespuren auf.

Die wechselnde Zusammensetzung geht am besten aus einer Gegenüberstellung der Analysenergebnisse des reichern Erzes von St. Remy und des ärmern der Mulde von May hervor. Es enthält:

Erz von St. Remy	Erz von May und St. André	
%	%	
Fe	52–53	46–51
Mn	—	0,5
SiO ₂	10–12	14
Al ₂ O ₃	3	3
CaO+MgO	2,5	2,5
P	0,6–0,7	0,6–0,7
H ₂ O	3	5–6
Glühverlust	Spur	Spur

Die Entstehung der Erzlagerstätten ist bisher in den Einzelheiten noch in Dunkel gehüllt. Ohne Frage sind die Karbonate syngenetisch mit den Schiefen und Sandsteinen des Untersilurs sedimentär entstanden, da der Erzgehalt auf weite Erstreckungen im Streichen und Einfallen regelmäßig anhält. Auffällig ist das Wechseln des Eisenerzlagers von dem Horizont unmittelbar über dem armorikanischen Sandstein bis zu dem Horizont 40 m weiter im Hangenden. Außerdem sind neuerdings weitere Lager bis zum Obersilur hinauf bekannt geworden. Der Eisengehalt wird nicht selten mit den massenhaften Foraminiferen in Zusammenhang gebracht, von denen das Erz bei der mikroskopischen Untersuchung erfüllt erscheint. Genaueres steht hierüber ebensowenig fest wie über die sekundäre Umwandlung in Roteisenstein.

Die einzelnen Mulden.

Die Erzformation findet sich in vier scharf voneinander gesonderten Silurbecken (s. Abb. 2). Von Norden nach Süden werden folgende Mulden unterschieden:

1. Mulde von May-Mézidon,
2. Mulde von Perrières,
3. Mulde von Falaise,
4. Mulde von Mortain-La Ferrière.

Wie die Karte zeigt, ergeben die Aufschlüsse bisher noch keine überall lückenlosen Beckenränder. Auch haben Störungen in den beiden größeren, südlichen, Mulden das Bild einigermaßen unendlich gemacht. Eine allseitig geschlossene Mulde ist nur bei dem Becken von Perrières bekannt, wo man die bereits vorhandenen Aufschlüsse mit gewisser Wahrscheinlichkeit durch zusammenhängende Linien verbinden kann. Im übrigen

sind fast durchweg nur die Nord- und Südränder der langgestreckten Mulden mehr oder weniger genau bekannt; dagegen ist namentlich die Grenze der Erstreckung nach Osten zu noch selten mit einiger Gewißheit auch nur zu vermuten.

Im allgemeinen ist das Verhalten der Eisenerzlager innerhalb derselben Mulde recht gleichmäßig; dagegen weisen die vier Mulden gegeneinander teilweise stärkere Unterschiede auf. Vielfach wird aus diesem Umstand gefolgert, daß die jetzt räumlich genäherten Mulden ursprünglich vor der Faltung weit entfernten Lagerteilen entsprachen, deren Entstehungsbedingungen sich bereits in der einen oder andern Hinsicht stark unterschieden. Jedenfalls sei nochmals betont, daß die Gleichmäßigkeit innerhalb einer Mulde mit großer Wahrscheinlichkeit die Annahme metasomatischer Entstehung ausschließt.

Die Mulde von May-Mézidon. Die nördlichste Mulde wurde schon frühzeitig durch bergbauliche Arbeiten in den hügeligen Uferländern der Orne hart südlich von Caen bekannt. Der Nordflügel ist namentlich am rechten Orne-Ufer durch den Betrieb des Bergwerks St. André bis auf über 2000 m Erstreckung von der Orne nach Osten zu verfolgt worden; am linken Orne-Ufer liegen nur die geringfügigen Aufschlüsse in der Verleihung von Maltot vor. Ebenso ist auf dem Südflügel am linken Ufer in der Verleihung Bully bisher nur wenig gearbeitet worden. Indessen läßt das genauer bekannte

Ausstreichen der silurischen Schichten (s. Abb. 2) dort keinen Zweifel daran, daß die Eisenerzmulde nur geringe Ausdehnung nach Westen besitzen kann. Am rechten Ufer ist der Südflügel durch die Baue des Bergwerks May-sur-Orne auf etwa 4 km nach Osten zu bekannt. Außerdem haben in den letzten Jahren planmäßige Aufsuchungsarbeiten mit Hilfe von

Bohrungen mit gutem Erfolg die weitere Erstreckung der Mulde nach Osten unter dem Jura bestimmt¹. Es sind etwa 30 Bohrungen niedergebracht worden, die die ununterbrochene Fortsetzung des Beckens über das Tal der Dives hinaus festgestellt haben. Die gesamte streichende Ausdehnung der Mulde würde danach reichlich 30 km betragen.

¹ s. Cayeux: Le prolongement oriental de la formation ferrugineuse du synclinal de May (Calvados), Echo des mines et de la métallurgie 1914, S. 1943.

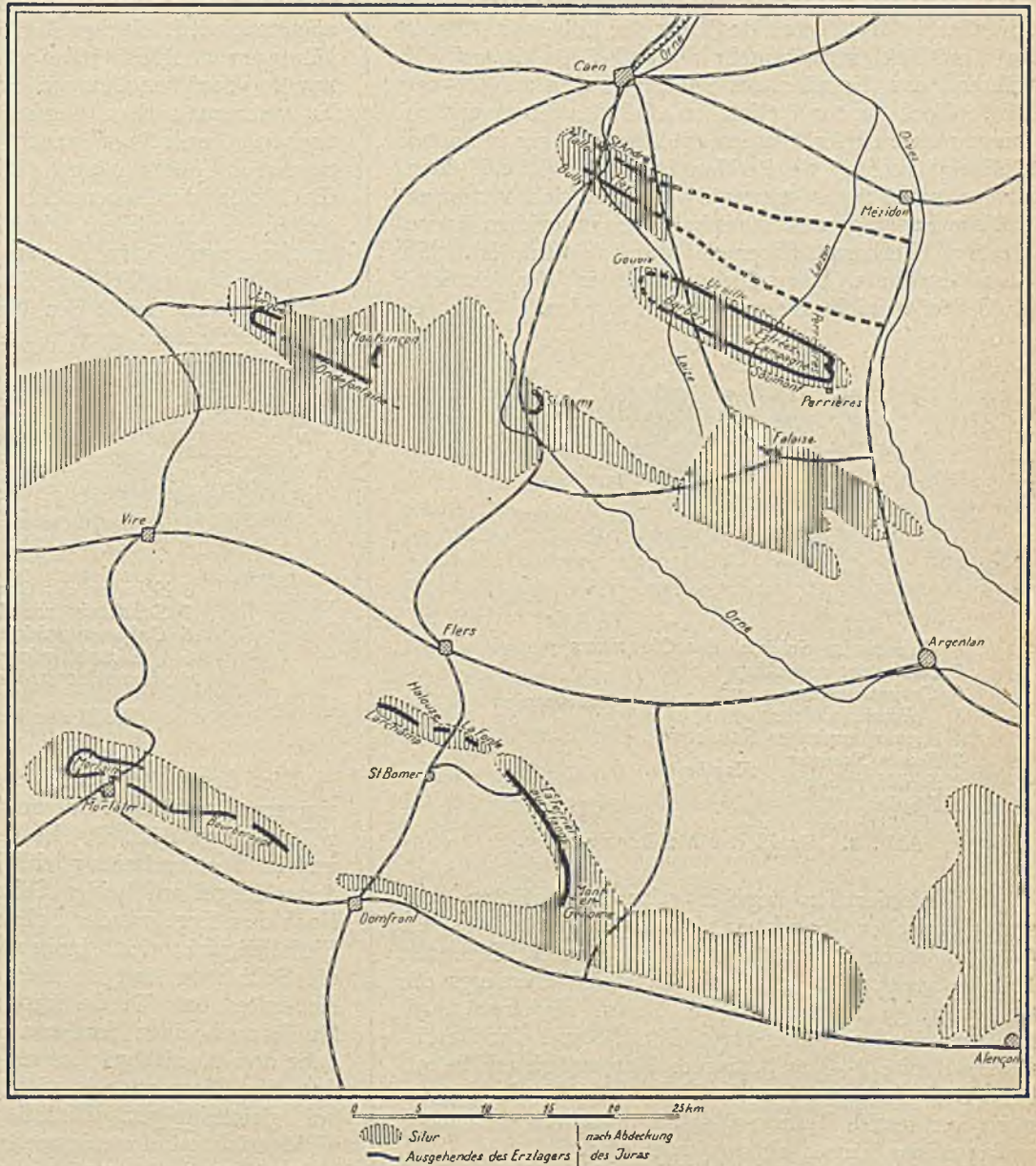
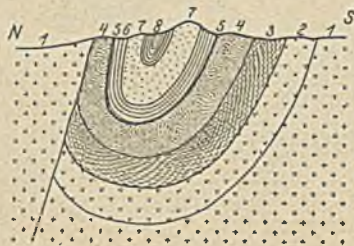


Abb. 2. Übersichtskarte der Eisenerzlager in der Normandie. (Nach Heurteau.)

Die Form des Beckens, soweit sie in der Nähe der Orne durch die Bergbaubetriebe näher bekannt ist, entspricht etwa dem schematischen Profil der Abb. 3. Infolge einer Überschiebung, an der der Phyllit des Liegenden am ganzen Nordflügel entlang über das Kambrium von Norden her hinweggeschoben worden ist, besitzt die Mulde einen durchaus unsymmetrischen

Querschnitt. Auch hat die gleiche tektonische Ursache bewirkt, daß das Einfallen des Nordflügels in der Nähe der Orne überkippt ist, also widersinnig erscheint. Dagegen beträgt das Einfallen des Südflügels durchschnittlich etwa 45° .

In den neu erbohrten Muldentteilen im Osten kehrt sich das Verhalten um. Unter stetig zunehmendem Abstand der Muldenränder wird das Profil gleichzeitig allmählich symmetrisch mit beiderseitigem Einfallen der Muldenränder im Winkel von 60° . Dann nimmt das Einfallen in der Gegend des Tales der Laizon (s. Abb. 2) im Nordflügel immer mehr ab und fällt bis auf 30° , während das Einfallen des Südflügels sich auf $45-60^{\circ}$ hält. Noch weiter östlich, im Tal der Dives und an ihrem rechten Ufer, wurden die Eisenerzlager in nahezu söhligiger Lagerung angetroffen und eigentliche Muldenformen nicht mehr erkannt. Es läßt sich vermuten, daß die Lagerung des Silurs im Osten unter dem Parise-Becken überhaupt allgemein ziemlich flach ist. Der oben erwähnte Überschiebung ist in den östlichen Muldentteilen nicht mehr gefunden worden. en



- | | |
|--|--------------|
| 8 Bituminöse Schiefer des Obersilurs | } Untersilur |
| 7 Sandstein von May | |
| 6 Calymeneschiefer mit Eisensteinlager | |
| 5 Eisensteinlager | } Kambrium |
| 4 Armorikanischer Sandstein | |
| 3 Bunte Schiefer | |
| 2 Puddingstein | |
| 1 Phyllit | |

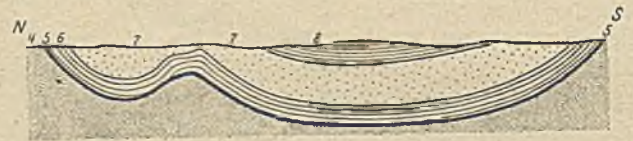
Abb. 3. Profil der Mulde von May.

Das Eisenerzflöz liegt in allen Aufschlüssen dem armorikanischen Sandstein unmittelbar auf; es ist 4–10 m mächtig, jedoch sind meist nur die liegenden Teile abbauwürdig. Stellenweise steigt allerdings die abbauwürdige Mächtigkeit, z. B. in einzelnen Aufschlüssen des Bergwerks May, bis auf 10 m. Ihr Durchschnitt dürfte 2–3 m betragen. Namentlich am linken Orne-Ufer finden sich außerdem innerhalb des Lagers stark verkieselte Teile, so daß nur mehr oder weniger umfangreiche Linsen abbauwürdig sind.

Überall wiegt in der Mulde von May-Mézidon Roteisenstein vor; in den Bauen von May-sur-Orne findet er sich bis über 1000 m unterhalb der Talsohle der Orne. Dagegen stößt man in den tiefen Aufschlüssen von St. André und in den oberflächlichen Schürfarbeiten von Bully vielfach auf karbonatisches Erz.

Abgesehen von der den Nordflügel im Westen begleitenden Verwerfung sind größere Störungen selten. Kleine Klüfte und Spalten sind meist mit Kalkspat und auch Glimmer ausgefüllt.

Die Mulde von Perrières. Die Mulde von Perrières ist die einzige, die, wie bereits hervorgehoben wurde, allseitig geschlossen ist. Das westliche Muldenende ist zwar nicht überall sicher bekannt, jedoch lassen die weiter im Westen vorhandenen Aufschlüsse von Phyllit keinen Zweifel daran, daß sich das Becken im Forêt des Cinglais, hart nordwestlich von Barbery, schließt. Der östliche Beckenabschluß ist durch einen Steinbruch bei Perrières genau bekannt, in dem der armorikanische Sandstein mit westlichem Einfallen abgebaut wird. Der größte Teil der Mulde ist von Verleihungen überdeckt; Abbau ging jedoch Anfang 1913 nur in den Verleihungen Barbery und Soumont um. In mehreren andern werden Vorrichtungsarbeiten betrieben. Neuerdings brachte man auch mehrfach Bohrungen im Beckeninnern nieder. Außerdem haben die die Mulde durchquerenden Bäche Laize und Laizon stellenweise in steilen Schluchten die Schichten durchbrochen und dadurch hervorragende Aufschlüsse geliefert. Namentlich ist dies der Fall in der Brèche du Diable in dem Felde der Verleihung Soumont, wo die Bergbauarbeiten unmittelbar in dem Bacheinschnitt ansetzen konnten.



- | |
|--|
| 8 Schiefer des Obersilurs |
| 7 Sandstein von May |
| 6 Calymeneschiefer mit Eisensteinlager |
| 5 Eisensteinlager |
| 4 Armorikanischer Sandstein |

Abb. 4. Profil der Mulde von Perrières.

Die Gesamtheit aller dieser Aufschlüsse hat ein einigermaßen klares Bild von den Lagerungsverhältnissen geliefert (vgl. Abb. 4). Es liegt eine etwa 17 km lange und im Durchschnitt reichlich 3 km breite Mulde vor, deren Flügel auf beiden Seiten mit etwa 50° einfallen. Nach dem Ergebnis der Bohrungen setzt sich jedoch das Einfallen nicht gleichsinnig nach der Teufe fort, sondern die Schichten sind im Beckeninnern flacher gelagert. Außerdem hat die Gebirgsfaltung auch innerhalb der Mulde noch einen Sondersattel geschaffen; er verläuft nahe dem Nordflügel; jedoch erreicht in ihm die Sattellinie des Eisenerzlagere nicht die Tagesoberfläche. Da bei gleichsinnigem Einfallen der Muldenflügel das Muldentiefste bei wenig mehr als 1500 m liegen würde, ist auf Grund des tatsächlichen Verhaltens des Muldeninnern anzunehmen, daß der größte Teil des Eisenerzlagere in einer durch den Bergbau erreichbaren Teufe anzutreffen sein wird.

Das Eisenerzlager findet sich überall etwa 40–45 m oberhalb der Basis der Calymeneschiefer. Seine Mächtigkeit beträgt im Durchschnitt etwa 1,5 m und erreicht nur selten 2 m. Am Ausgehenden oder in den silurischen Schichtenköpfen unterhalb der Juraüberdeckung ist das Erz Roteisenstein; es geht jedoch bei etwa 20 m

Teufe bereits in Karbonat über. Bisweilen findet sich das Karbonat sogar als alleiniges Erz schon in den Schichtenköpfen. An der Umwandlungsgrenze hält sich der Roteisenstein nach der Teufe zu gewöhnlich am Liegenden des Lagers länger als am Hangenden. Der Eisengehalt ist wenig beständig und dabei im großen Durchschnitt verhältnismäßig niedrig. Im vorherrschenden Karbonat beträgt er durchschnittlich 36% im rohen Zustand (entsprechend 44% im abgerösteten Erz, dabei mit 20–25% SiO_2). An mehreren Stellen erreicht der Eisengehalt des abgerösteten Erzes nicht einmal 40%, so daß an diesen Stellen das Lager im Hinblick auf den hohen Kieselsäuregehalt vorläufig als unbauwürdig angesprochen werden muß.

Die Mulde von Falaise. Im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Mulden kann hier von einem einheitlichen, zusammenhängenden Becken nicht mehr gesprochen werden (vgl. Abb. 2). Die außerordentlich breite und ausgedehnte kambrisch-silurische Mulde von Falaise ist durch eine große Zahl von Sonderfalten, Überschiebungen und Querverwerfungen vielfach zerlegt; besonders schneidet 5 km westlich von Falaise eine gewaltige nordnordöstlich streichende Querverwerfung die Mulde in zwei Teile, von denen der östliche offenbar mehrere 1000 m abgesunken ist. Innerhalb der Mulde sind an verschiedenen Stellen, jedoch ohne Zusammenhang, Teile des Eisenerzlagers aufgeschlossen, die am besten durch die Namen der darauf verlichenen Bergwerksfelder gekennzeichnet werden. Diese sind von Osten nach Westen: St. Remy, Montpinçon, Ondefontaine und Jurques. Die Aufschlüsse in den einzelnen Teilen haben regelmäßig an größern Verwerfungen ein Ende gefunden. Außer den tektonischen Störungen haben auch gerade hier die Verwitterung der Schichtenköpfe und der Pflanzenwuchs dem Aufsuchen der verbindenden Glieder ganz besondere Schwierigkeiten entgegengesetzt.

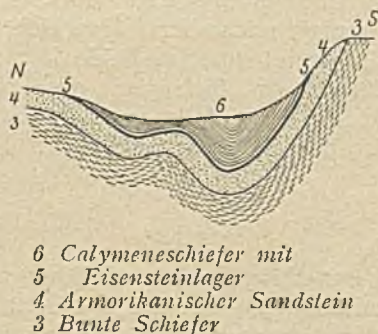


Abb. 5. Profil der Mulde von St. Remy.

In dem abgesunkenen östlichen Teil der Mulde fand sich das Eisenerzlager bisher nur in vereinzelten Schollen und stets unbauwürdig. Stellenweise vertreten dort das Eisenerzlager rötlich gefärbte sandige Schiefer an der Basis der Calymeneschiefer.

Westlich von der großen Verwerfung taucht zunächst das kleine vereinzelte Silurbecken von St. Remy aus den Phylliten und kambrischen Gesteinen hervor. Es bildet eine halbkreisförmige, nach Westen offene, ziemlich flache Mulde. Nach Westen ist sie etwa im Tal der Orne

durch eine Querverwerfung abgeschnitten, hinter der das Kambrium auftaucht. Im Profil (s. Abb. 5) erscheint die Mulde durch einen Sondersattel in zwei kleinere Mulden zerlegt. Durch den hier umgehenden Bergbau, den frühesten im Bezirk, ist die verhältnismäßig wenig umfangreiche Mulde genau bekannt. Das Eisenerzflöz liegt unmittelbar an der Grenze zwischen dem armorikanischen Sandstein und dem Calymeneschiefer; es besitzt eine Mächtigkeit von 5–6 m, von denen die obere 2–2½ m aus Karbonat mit 42–45% Eisen im Roherz bestehen. Die untere 2½–3 m, die allein abgebaut werden, sind Roteisenstein mit besonders hohem Eisengehalt. Die Zusammensetzung ist bereits im allgemeinen Teil angegeben worden. Nach der Teufe zu nimmt die Mächtigkeit der auflagernden Karbonatschicht auf Kosten des Roteisensteins zu; außerdem ist eine Verminderung des Eisengehalts nach der Teufe unter gleichzeitiger Zunahme der Kieselsäure festgestellt worden. Das Einfallen ist nahe dem östlichen Ausgehenden, in dessen Nähe das Profil der Abb. 5 aufgenommen ist, sehr flach. Es wird nach Westen steiler und erreicht dort bis zu 60°.

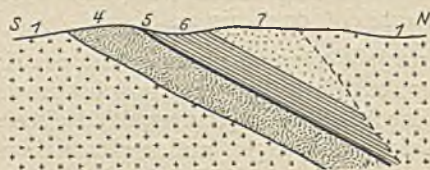
Weiter nach Westen lagert innerhalb des Kambriums wieder Silur; es führt Eisenerz zunächst in der Gegend von Montpinçon. Die Lagerungsverhältnisse sind dort durch zahlreiche Störungen außerordentlich verworren; auch fehlen bisher noch bergbauliche Aufschlüsse. Soweit die Schürfarbeiten, die zur Verleihung des Bergwerksfeldes Montpinçon geführt haben, erkennen ließen, besteht das Lager aus Roteisenstein und schwankt in der Mächtigkeit von wenigen Zentimetern bis zu 1,50 m. Bisher ist es nicht möglich gewesen, eine größere streichende Länge als die weniger Meter bei den einzelnen Versuchen nachzuweisen, da das Lager jedesmal durch größere oder kleinere Verwerfungen abgeschnitten wurde.

Eine streichende Störung trennt die Aufschlüsse von Montpinçon von dem südwestlich anschließenden Erzlager von Ondefontaine. Auch hier ist bisher kein Bergbau ungegangen, und die Schürfarbeiten haben nur die obersten Schichtenköpfe erkennen lassen. Im allgemeinen ist die Lagerung weniger gestört als bei Montpinçon, wenn auch immer noch reichlich unregelmäßig. Es liegt das Ausgehende des Südflügels einer Erzmulde vor, das, allerdings mit größern Unterbrechungen, auf eine streichende Länge von fast 7 km nachgewiesen ist. Das nach Norden mit 35–45° einfallende Lager besteht größtenteils aus einem fleckigen Gemenge von Roteisenstein und Karbonat und ist 0,5–1,5 m mächtig.

In der streichenden Fortsetzung dieser Aufschlüsse nach Westen zu liegt die Mulde von Jurques; sie ist im Osten gegen die bisher besprochenen Muldentteile durch eine Querverwerfung abgeschnitten. Diese Störung bildet die östliche Grenze der im übrigen allseitig geschlossenen Mulde. Am Südflügel geht seit einigen Jahren Bergbau um. Das Lager ist karbonatisch und 1–1,8 m mächtig, es fällt mit 55–70° ein. Der etwa 1000 m querschlägig entfernte Nordflügel verhält sich ähnlich.

Die Mulde von Falaise setzt sich zwar nach Westen weiter fort, besteht aber fernerhin nur aus kambrischen Schichten, die den Phylliten eingelagert sind. Stellenweise liegt im Muldeninnern auch armorikanischer Sandstein, jedoch treten jüngere Schichten des Silurs, vor allem das Eisenerzager, nicht mehr auf.

Die Mulde von Mortain-La Ferrière. Auch die Mulde von Mortain-La Ferrière ist nicht einheitlich und geschlossen. Die im Forêt-de-la-Motte, 12 km westlich von Alençon (vgl. Abb. 2) ansetzende Mulde gabelt sich in der Gegend des Mont-en-Gérome in zwei Sondermulden. Die nördliche, gekennzeichnet durch die Verleihungen La Ferrière-aux-Etangs, La Fonte, Halouze und Larchamp, verläuft mit etwa nordwestlicher Streichrichtung, während die südliche Mulde, die eine kurze Unterbrechung bei Domfront aufweist, das allgemeine westnordwestliche Streichen beibehält. Hier sind die Bergwerksfelder Bourberouge und Mortain verliehen worden.



- 7 Sandstein von May
6 Calymeneschiefer mit
5 Eisenerzager
4 Armorikanischer Sandstein
1 Phyllit

Abb. 6. Profil des Muldenflügels von La Ferrière-aux-Etangs.

Im östlichen, noch einheitlichen Teil der Mulde ist der in den übrigen Mulden bekannte Erzhorizont erzführend noch nicht aufgefunden worden. Dagegen kennt man weiter im Hangenden nach der obern Begrenzung der Calymeneschiefer zu vier kleinere Lager, die an einigen Stellen bis zu 10 m Gesamtmächtigkeit erreichen. Der Eisengehalt ist jedoch mit 45% im abgerösteten Erz recht niedrig; überdies ist das Verhalten dieser Lager besonders unregelmäßig. Bisher läßt sich noch nicht klar erkennen, ob es sich nicht um eine durch mehrfache Faltung oder Überschiebung hervorgerufene Wiederholung desselben Lagers handelt. Da das eigentliche Hauptlager der übrigen Mulden nicht gefunden worden ist, mag es sich sogar hier um dieses handeln; nur entfernt es sich hier ganz besonders weit von der Basis der Calymeneschiefer.

Die beiden durch die Gabelung entstandenen Sondermulden sind dadurch ausgezeichnet, daß mit Ausnahme des Westrandes der südlichen Sondermulde nur der Südflügel der Mulden ausgebildet ist. Überall ist der Nordflügel durch große Überschiebungen unterdrückt (vgl. Abb. 6). Außerdem fehlt in beiden Flügeln das Kambrium; der armorikanische Sandstein liegt unmittelbar auf dem Phyllit, stellenweise auch auf Granit.

Mit Ausnahme weniger Stellen findet sich das Erzlager durchweg an der Basis der Calymeneschiefer auf dem armorikanischen Sandstein. Es ist fast überall

bis zum Ausgehenden durch karbonatisches Erz von recht guter Beschaffenheit (40% Eisen im Roherz) gebildet und galt schon lange als besonders begehrt. Das Ausgehende ist daher auf viele Kilometer durch Pingenzüge gekennzeichnet.

In dem Grubenfelde Mont-en-Gérome geht bisher noch kein Bergbau un. Schürfarbeiten stellten ein nordöstliches Einfallen von 25–35° fest. Bei einigermaßen regelmäßigem Verhalten im Streichen nimmt die Mächtigkeit von Süden nach Norden von 1,2 m auf 2,5 m zu. Die Aufschlüsse gehen im Streichen ohne Unterbrechung in die von La Ferrière-aux-Etangs über, die bereits zu lebhaftem und blühendem Bergbau geführt haben. Das Einfallen ist hier etwas steiler und beträgt im Durchschnitt 40–60°; jedoch finden sich auch völlig söhlig liegende Teile neben nahezu steigenden. Im übrigen verhält sich das Erzlager ziemlich regelmäßig. Die Mächtigkeit nimmt nach Norden immer mehr zu; sie beträgt durchschnittlich etwa 2,50 m mit fast durchweg karbonatischem Erz.

Nordwestlich vom Dorfe La Ferrière-aux-Etangs erleiden die Aufschlüsse eine kurze Unterbrechung von etwa 1 km. Dann tauchen wieder auf beiden Ufern des Varenne-Baches Schollen von armorikanischem Sandstein mit dem Erzlager darüber auf. Es ist hier in der Nähe des Ausgehenden im Gegensatz zu den bisher genannten Vorkommen der Mulde in Roteisenstein umgewandelt. Die Mächtigkeit nimmt noch weiter zu und beträgt im Felde der Verleihung Halouze 2,5–6 m, ja an mehreren Stellen in dem weiter nordwestlich anschließenden Felde der Verleihung Larchamp sogar bis zu 8 m. Das Einfallen wird hier stellenweise sehr steil, sogar überkippt, dürfte aber im Durchschnitt doch kaum mehr als 45° betragen. In beiden Bergwerksfeldern geht Bergbau un.

Die südwestlich abgabelnde Nebenmulde mit den Verleihungen Bourberouge und Mortain enthält im allgemeinen weniger reiches Erz. Im Felde Bourberouge geht bereits Bergbau un; im Felde Mortain steht er in Vorbereitung. Die Mächtigkeit des Lagers beträgt 1,5–2 m bei einem Einfallen von 30–50°. An der Oberfläche ist das Lager vollständig in Roteisenstein umgewandelt.

Vorräte.

Die zur Beurteilung der wirtschaftlichen Bedeutung der Normandiererze notwendige Schätzung der vorhandenen Vorratsmengen läßt sich noch nicht abschließend durchführen. Einmal ist der Bergbau bisher noch nicht zu genügenden Teufen vorgedrungen, um eine gewisse Sicherheit hinsichtlich des Verhaltens der Mulden und der Erzbeschaffenheit in größerer Teufe zu ermöglichen. Ferner steht die Bauwürdigkeit weiter Lagerflächen bisher nicht fest, z. B. gewisser Teile der Mulden von Falaise und Perrières. Selbst die streichende Ausdehnung der bisher als abbauwürdig angesehenen Lagerteile wird gelegentlich unstritten.

Die Schätzungen von Nicou¹, die hier wiedergegeben werden, können infolgedessen nur einen an-

¹ a. a. O. S. 19.

genäherten, vorläufigen Anhalt gewähren, wie Nicou übrigens selbst betont. Durch einfache Vervielfachung der Streichlängen der in den einzelnen Mulden als abbauwürdig anzusehenden Lagerteile mit den zugehörigen Durchschnittsmächtigkeiten gelangt er zu dem Schluß, daß auf 1 m Teufe:

	cbm Erz
in der Mulde von May-Mézidon	18 000
in der Mulde von Perrières	64 000
in der Mulde von Falaise	15 500

(ohne St. Remy)

in der Mulde von Mortain-La Ferrière 83 000

entfallen. Insgesamt sind dies auf 1 m Teufe rd. 180 000 cbm Erz, die bei einem spezifischen Gewicht von 3,1 rd. 560 000 t Erz ergeben. Nimmt man nur eine Teufe von 200 m für das Hinabreichen abbauwürdigen Erzes an, so erhält man bereits eine Gesamtmenge von rd. 110 Mill. t Erz. Jedenfalls darf aber die Teufe, bis zu der die Lager durch Bergbau verfolgt werden können, als erheblich größer, wohl als drei- bis viermal größer angenommen werden. Außerdem sind in der vorstehenden Schätzung die neuen Aufschlüsse von kleinern Lagern im Hangenden der Calymeneschiefer östlich von Mont-en-Gérome in der Mulde von Mortain-La Ferrière sowie die neuen umfangreichen Bohraufschlüsse in der östlichen Fortsetzung der Mulde von May-Mézidon noch nicht berücksichtigt, die zur Zeit von Nicous Veröffentlichung

noch unbekannt waren. Die in die Schätzung nicht eingegriffene Lagerstätte von St. Remy ist räumlich wenig ausgedehnt und enthält einen Vorrat von höchstens 5 Mill. t Erz.

Alles in allem dürfte demnach eine Schätzung von rd. 500 Mill. t den tatsächlich abbaufähigen Gesamt-erzvorrräten der Normandie nach den heutigen Aufschlüssen wohl am ehesten gerecht werden, wenn man ein Niedersetzen der Lager in guter Bauwürdigkeit und die Verfolgung durch Bergbau bis zur Teufe von 700 bis 1000 m voraussetzt. Es handelt sich hierbei wohlverstanden sowohl um Erze, die sofort greifbar und unbedingt bauwürdig sind (Erze 1. Reihe), als auch um solche, deren Bauwürdigkeit von dem Eintritt weniger, verhältnismäßig leicht erfüllbarer Bedingungen abhängt. Über diese Zahl hinaus Schätzungen anzugeben, die namentlich die Wahrscheinlichkeit weiterer ausgedehnter Aufschlüsse im Osten zur Voraussetzung haben würden, dürfte verfrüht sein. Da manche Beobachtungen eine Zunahme des Kieselsäuregehalts nach der Teufe vermuten lassen, ein Verhalten, das theoretisch allerdings nicht allzu wahrscheinlich ist, kann es immerhin nicht als ausgeschlossen gelten, daß sich selbst die angegebene Zahl in Wirklichkeit als zu groß herausstellt. Jedenfalls bietet aber die Möglichkeit weiterer ausgedehnter Aufschlüsse im Osten unter den mesozoischen Schichten einen gewissen Ausgleich. (Forts. f.)

Die Elektrometallurgie der weniger häufigen Metalle in den Jahren 1906 bis 1915.

Von Professor Dr. Franz Peters, Berlin-Lichterfelde.

(Schluß.)

Molybdän.

Das Metall.

Die Elektrometallurgie des Molybdäns ähnelt naturgemäß sehr derjenigen des Wolframs und Vanadiums. Auch hier sind die elektrothermischen Verfahren die technisch wichtigsten.

Unreines Gußmolybdän kann erzeugt werden in einem Widerstandofen, der dem für die Kalziumkarbid-darstellung gebräuchlichen ähnelt, oder in einem von G. Gin¹ zuerst 1897 und 1898 angegebenen mit zwei hintereinander geschalteten Herden. Letzterer hat zwei senkrechte, bewegliche Elektroden, die so weit voneinander entfernt sind, daß der Strom nicht unmittelbar von einer zur andern übergehen kann, sondern, mindestens zum größten Teil, über eine mittlere fließen muß, die im Tiegelboden befestigt ist. Nur wenn das Bad im Verlauf der Elektrolyse besser leitend wird, hebt man die beiden Elektroden, muß dann allerdings auch den Tiegel weiter auffüllen. Will man kohlenstoff-arme Metalle oder Legierungen darstellen, so wird die mittlere Bodenkohle durch Metall ersetzt². Zu den

beweglichen Elektroden führen konzentrische Leiter. Sie sind an Bronzestücken befestigt, die unmittelbar auf die Kohlen gegossen und zum Durchtritt von Kühlwasser hohl sind. Der auf Rädern stehende Tiegel, der oben einen Ansatz erhält, wird mit feuerbeständigen Stoffen ausgekleidet. Diese werden (teils grob gebrochen, teils in Korngrößen von höchstens 5 mm) mit 7–8% Pech innig gemengt und erhitzt. Da sich das flüssige Metall leicht unter Funkensprühen und Ausstoßen dicker Dämpfe oxydiert, schließt man an das Abstichloch unmittelbar die Gießform an und bedeckt den Metallstrom mit einem feuerbeständigen Halbzylinder.

Beschickt man den Ofen mit Molybdändioxyd, das durch Erhitzen von Ammoniummolybdat erhalten worden ist, und mit Kohle im Verhältnis 1 Mol. : 2 At., so tritt Reduktion leicht ein. Es entsteht ein Metallbad mit einer Schicht Schlacke, die überschüssiges Oxyd enthält, und darauf schwimmender Kohle. Zugegebene frische Beschickung wird in den obern Schichten reduziert. Der Kohlenstoffgehalt des so gewonnenen Metalls nimmt bei dem Niedersinken durch die Schlackenschicht ab. Auf diese Weise entsteht ein Gußmolybdän mit nur 2–3% Kohlenstoff, wenn man als mittlere Elektrode

¹ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1907, Bd. 12, S. 484.

² vgl. bei der Raffination des Molybdäns, S. 888.

eingestampfte Molybdänstücke anwendet. Bei 60 V Spannung werden vorteilhaft 140–160 Watt auf 1 qcm Elektrodenquerschnitt benutzt.

Das Dioxid kann auch¹, namentlich wenn Molybdäisen erzeugt werden soll, im Gemenge mit Kokspulver auf das Metallbad eines Induktionsofens² mit umlaufendem Bade aufgebracht werden. Der Sekundärstromkreis erhält vorteilhaft T-förmigen Querschnitt, damit die elektrische Leitfähigkeit gut und die Berührungsfläche zwischen Metall und Oxyd groß wird. Die beiden Kanäle werden durch eine Haube vereinigt, die alle Metallrinnen mit einer Esse oder einem Kondensator verbindet.

Das Molybdändioxyd wird erst aus dem Trioxyd dargestellt, das nicht unmittelbar im elektrischen Ofen verarbeitet werden kann, weil es bei zu niedriger Temperatur sublimiert. Das Trioxyd erhält man durch Rösten von Molybdänglanz oder nach Gin^3 aus solchen Stoffen, die es aufweisen, durch Abdestillieren in den Arbeitskanälen des Umlauf-Induktionsofens, der allein die Destillation in einem geschlossenen Raum ohne Elektroden und ohne reduzierende oder oxydierende Wirkungen zuläßt. Man bringt das Gut auf ein Widerstandsbad aus Kupfer und erhitzt auf helle Rotglut. Wie erwähnt, wird das Trioxyd zu Dioxid reduziert. Auch kann es in das blaue Zwischenoxyd Mo_2O_5 übergeführt werden. Das Dioxid wird am besten durch Glühen von Ammoniummolybdat, das von etwas Phosphorsäure durch Magnesiumchlorid befreit ist, in reduzierender Atmosphäre erhalten, nach Gin^4 vorteilhaft unter Zusatz von Kohle, wodurch die Zersetzung sich auch auf die letzten 10–15% ausdehnt⁵. Man kann für die Reduktion zu Metall auch das Gemenge von Molybdändioxyd und Kalziummolybdat benutzen, das sich beim Schmelzen von Molybdänsäure oder Alkalimolybdat mit gepulvertem Kalziumkarbid bildet. Diese Arbeitsweise findet H. Mennicke⁶ aber zu umständlich und teuer.

Das Oxyd Mo_2O_5 läßt sich durch Elektrolyse von geschmolzenem Molybdäntrioxyd darstellen. Da die Verluste durch Verflüchtigung ziemlich hoch sind, zieht Gin das sehr niedrigen Dampfdruck aufweisende Kaliummolybdat (annähernd $K_2O, 5MoO_3$) vor, das beim Zusammenschmelzen von 15 T. Molybdänsäure mit 2 T. Kaliumkarbonat entsteht. Dieses läßt aber nach einiger Zeit den Strom ohne merkliche Elektrolyse durchgehen. Das Ausbringen wird besser, wenn man es mit einem weniger gut leitenden Salz mengt, dessen Bildungswärme um so viel höher ist, daß es durch den Strom nicht zersetzt wird. Geeignet ist eine Mischung von 6 T. Molybdat mit 4 T. Kaliumfluorid. Nach beendeter Elektrolyse kühlt man ab, pulvert und wäscht mit Wasser, das etwas Ammoniumchlorid enthält.

Auch aus ungereinigtem Molybdänglanz oder seinem Röstgut läßt sich⁷ rohes Metall wirtschaftlich auf elek-

trischem Wege erhalten, wenn die Energie billig ist. Man kann den abgerösteten Molybdänglanz (MoO_3) im Gemenge mit Bauxit und Kohle unmittelbar in einem mit Magnesia ausgefütterten Ofen erhitzen. Ist Kieselsäure zugegen, so verschlackt sie sich gleichzeitig als Magnesiumsilikoaluminat.

Mennicke¹ macht darauf aufmerksam, daß aus Magnesiummolybdat und Kohle auch im besten Falle (18 At. C auf 6 Mol. $MgMoO_4$) das Metall noch etwas karburiert erhalten werde, aber schon bei geringem Kohleüberschuß (21 At. C auf 6 Mol. $MgMoO_4$) bereits das Karbid Mo_3C entstehe. Da die Ausbeute bei Anwendung von wenig Kohle gering ist, hält er es für wirtschaftlicher, zunächst ein kohlenstoffreiches Metall zu erzeugen und dieses dann in demselben Ofen durch überschüssiges Molybdändi- oder -trioxyd zu raffinieren².

Magnesiummolybdat kann auch³ verarbeitet werden, indem es zunächst nach $4MgMoO_4 + Al_2Si_2O_7 + 14C = 4MgO \cdot Al_2Si_2O_7$ (basische Schlacke) + $2Mo_3C + 12CO$ bei Rotglut zur Reaktion gebracht wird. Die durch den Kaolin erzeugte Schlacke muß basisch sein, damit nicht durch Reduktion der Kieselsäure Silizide entstehen. Die Gegenwart der Kieselsäure wird von vornherein vermieden, wenn man den Kaolin durch eisenhaltigen Bauxit ersetzt, der eine Magnesiumaluminatschlacke bildet. Allerdings entsteht dann Molybdänsäure, das aber viel häufiger als Molybdän allein gebraucht wird.

Wulfenit ($PbMoO_4$) schmilzt Gin^4 im Gemenge mit Soda und Kohle im elektrischen Ofen. Während Blei und etwa vorhandenes Kupfer reduziert werden und sich verflüchtigen, bildet sich eine Schlacke von Natriummolybdat, die mit Aluminat, Silikat und Phosphat verunreinigt ist. Man kühlt sie ab, bricht sie auf, laugt mit heißem Wasser aus, fällt Phosphor- und Arsensäuren durch kleine Mengen Ammoniak und Magnesiumchlorid und behandelt die Molybdänsäurelösung wie gewöhnlich.

Man kann auch⁵ im Gemisch mit Magnesia oder Magnesiumkarbonat elektrisch schmelzen, die Magnesia-schlacke fein pulvern und mit kochendem Wasser behandeln. Dieses löst nur einen kleinen Teil des Magnesiummolybdats, der beim Erkalten durchsichtige Prismen mit 5 Mol. H_2O gibt. Der Rückstand, der erst bei 1440° schmilzt, kann unmittelbar zur Erzeugung von gegossenem Molybdän dienen. Die Überführung der Erze in Magnesiummolybdat ist nach Mennicke umständlich und mit vermehrten Kosten verbunden. Andererseits schließt sie eine Reinigung in sich. Das Magnesiummolybdat wird⁶ mit Kohle in Gegenwart von Tonerde (Bauxit) oder Kaolin (zwecks Verschlackung des Magnesiums als Aluminat) verschmolzen.

Von erheblicher technischer Bedeutung ist die Frage der unmittelbaren Verarbeitung des häufigen Schwefelerzes, des Molybdänglanzes. Aussichtsvoll erscheint nur seine Entschwefelung durch Kalk. Nach dem Vorgang von C. Lehmer und O. W.

¹ a. a. O. S. 451.

² vgl. Glückauf 1906, S. 1390.

³ a. a. O. S. 422.

⁴ a. a. O. S. 426.

⁵ Bei sorgfältigem Arbeiten übersteigen (a. a. O. S. 453) die Ammoniakverluste nicht 60–65 kg auf 1 t Erz.

⁶ Elektrochem. Z. 1913, Bd. 20, S. 215.

⁷ a. a. O. S. 424.

¹ a. a. O. S. 194 und 215.

² Ausführung s. S. 888.

³ a. a. O. S. 133.

⁴ a. a. O. S. 424.

⁵ a. a. O. und nach den Mitteilungen auf dem 7. internat. Kongreß f. angew. Chemie in Z. f. angew. Chemie 1909, Bd. 22, S. 1269.

⁶ vgl. oben.

Brown¹ hat R. M. Keeney² bei seinen Versuchen, über die er vor der 24. Versammlung der American Electrochemical Society berichtete, unmittelbar aus dem Glanz eine Legierung mit niedrigem Kohlenstoffgehalt durch Reduktion mit Kohle im elektrischen Ofen erzeugen können. Enthält die Beschickung den Kalk im Überschuß, so geht der Schwefel als Kalziunsulfid in die Schlacke. Eingehende Versuche haben schon früher W. Muthmann, L. Weiß und A. Mai³ angestellt. Schmelzen von 3 Mol. Glanz und 4 Mol. Kalk im elektrischen Lichtbogen mit 600 Amp gibt ein vollständig schwefelfreies Metall⁴, aber in recht wenig befriedigender Ausbeute. Diese bessert sich nicht, wenn der Beschickung noch Kohle (0,15 kg auf je 1 kg der beiden andern Stoffe) beigemischt wird, wobei die Reaktion teils nach $\text{MoS}_2 + 2 \text{CaO} + \text{C} = \text{Mo} + 2 \text{CaS} + \text{CO}_2$, teils nach $2 \text{MoS}_2 + 2 \text{CaO} + 2 \text{C} = 2 \text{Mo} + 2 \text{CaS} + \text{CS}_2 + 2 \text{CO}$ zu verlaufen scheint⁵. Die Ausbeute wird aber ziemlich gut, das Metall schmilzt glatt zu einem einzigen Klumpen zusammen, und sein Reinheitsgrad wird nur von dem des Glanzes und des Kalkes beeinflusst⁶, wenn ein Gemenge von Molybdänglanz und Kalk unter Zugabe von Flußspat (etwa dem dritten Teil)⁷ langsam mit nicht zu hohen Stromstärken und Spannungen (z. B. 700–100 Amp und 30–40 V) eingeschmolzen wird. Bei höhern Spannungen (über 60 V) entsteht immer viel Molybdänsäure, deren Verdampfen und Entweichen das abgeschiedene Metall so aufwirbelt, daß sich ein größerer Klumpen nicht bilden kann. Auch durch Widerstandserhitzung des Gemenges ist Molybdän zu erhalten, so daß es lediglich durch die Wärmewirkung des elektrischen Stromes (und nicht etwa durch Schmelzflußelektrolyse) gebildet wird.

Nach diesen Untersuchungen muß die Richtigkeit der Behauptung von F. M. Becket (Electro Metallurgical Co.)⁸ bezweifelt werden, daß ein nur 0,2% Kohlenstoff enthaltendes Metall (oxydfrei) in einem Arbeitsgange nach der Gleichung $2 \text{MoS}_2 + 2 \text{CaO} + 3 \text{C} = 2 \text{Mo} + 2 \text{CaS} + \text{CS}_2 + 2 \text{CO}$ erhalten werden könne. So glatt wie angegeben wird auch die Reaktion $5 \text{MoS}_2 + 2 \text{CaC}_2 = 5 \text{Mo} + 2 \text{CaS} + 4 \text{CS}_2$ nicht verlaufen. Bei der Reduktion von Molybdänglanz durch Kohle ist nach Gin⁹ dieselbe Energiemenge wie bei der Verarbeitung des Dioxids, aber nur eine Spannung von 40 V notwendig. Die mittlere Bodenelektrode besteht aus Kohle. Auch Gin fügt dem Bade zur Erhöhung seines Widerstandes noch Kalk in solcher Menge zu, daß die Reaktion $\text{MoS}_2 + 2 \text{CaO} + 2 \text{C} = \text{Mo} + 2 \text{CaS}$

+ 2 CO eintreten kann. Sie ist leicht zu regeln. Die Entschwefelung ist vollständig.

Reines Sulfid kann mit Oxyd nach $2 \text{MoO}_3 + \text{MoS}_2$ gemengt werden. Die Reaktion ist aber unvollständig und liefert ein etwas Schwefel enthaltendes Metall¹.

Besondere Vorteile erwartet F. M. Becket (Electro Metallurgical Co.)² von der Anwendung des Siliziums³ als Entschwefelungsmittel. Nach den Untersuchungen von Muthmann, Weiß und Mai ist aber sogar die Möglichkeit der Entschwefelung auf diesem Wege zu bezweifeln, ganz abgesehen davon, daß das Metall sicher siliziumhaltig wird. Zum mindesten hat B. Neumann⁴ durch Eintragen des Reaktionsgemisches⁵ in ein im Héroult-Ofen überhitztes Schlackenbad aus Tonerde und Kalk nur einen blasigen König mit 13,89% S neben 2,87% Fe und 2,06% Si erhalten können. Ob sich die Entschwefelung bei größeren Siliziummengen als 1 At. zu 1 Mol. MoS_2 weiter treiben läßt, als es bei Reduktion mit Kohlenstoff gelungen ist, sei dahingestellt. Günstiger scheinen die Entschwefelungsbedingungen zu liegen, wenn man nicht reines Molybdän, sondern seine Eisenlegierung darstellen will⁶.

Zur Entfernung des Schwefels aus dem Molybdänglanz durch oxydierende Verschlackungsmittel sind nach den Versuchen von Muthmann, Weiß und Mai⁷ Ferrioxyd⁸ und Molybdäntrioxyd⁹ nicht geeignet. Durch Molybdändioxyd (82 T. auf 50 T. Glanz, also etwas mehr als 2 Mol. MoO_3 : 1 Mol. MoS_2) kann ein fast schwefelfreies Metall¹⁰ erzielt werden, wenn das Gemenge mit einem durch 20–40 V und 50–100 Amp gezogenen Lichtbogen behandelt wird. Während des Schmelzens tritt öfter explosionsartiges Knallen und teilweise sehr heftiges Spratzen und Funkensprühen auf. Eine technische Bedeutung messen die Forscher dem Verfahren kaum bei.

Die Ampère-Gesellschaft m. b. H. und Erich Müller¹¹ wollen Molybdänglanz mit Kalziummolybdat und Kohle im elektrischen Ofen verschmelzen. Besonderer Zuschlag von Kalk soll das Metall leicht schwefelfrei machen. Statt des Kalziumsalzes sind auch die Molybdate der andern Erdalkalimetalle, des Magnesiums, der Alkalien und andern Basen verwendbar, die mit dem Schwefel des Molybdänglanzes geeignete Schlacken bilden. Sie können aus dem Oxyd und Molybdänsäuren erst erzeugt werden.

¹ s. unten.

² Amer. P. 855 157 vom 5. März 1907, erteilt am 28. Mai 1907.

³ Über seine Benutzung bei Oxyden s. S. 888.

⁴ Stahl u. Eisen 1908, S. 359.

⁵ Das Silizium wird in Form von Ferrosilizium mit 91,65% Si und 1,03% C verwendet.

⁶ s. a. S. 891.

⁷ a. a. O. S. 103.

⁸ Selbst bei Anwendung eines großen Überschusses an Ferrioxyd (mehr als 2 Mol. auf 1 Mol. MoS_2), Gegenwart von Aluminium und sehr langen Schmelzen mit einem Lichtbogen durch 50–100 Amp bei 20–40 V (Kathode Graphittiegel, Anode Graphitstab) sank der Schwefelgehalt nie unter 2%. Das sehr harte, helle Metall mit feinkörnigem Bruch enthielt 40–50% Eisen.

⁹ Wird das Gemenge (4 Mol. MoO_3 : 3 Mol. MoS_2) in den Lichtbogen eingetragen, so schäumt die Schmelze so stark, daß ein Bogen nicht mehr übergeht, die Spannung auf 5 V fällt, die Stromstärke auf 120 Amp steigt und die Temperatur herabgeht. Glüht die Masse nicht mehr, so kann wieder einige Zeit mit höherer Spannung gearbeitet werden, bis die beschriebene Erscheinung von neuem die Oberhand gewinnt. Nach mehrmaliger Wiederholung wurde mit sehr schlechter Ausbeute ein silberhelles, sehr hartes und sprödes Metall mit etwa 6% S und 5% Fe erhalten.

¹⁰ Gefunden 0,72% S nach halbstündigem Schmelzen.

¹¹ D. R. P. 240 989 vom 10. Mai 1910; Zusatz zu D. R. P. 237 285 vom 26. Sept. 1907 (s. S. 866).

¹ Glückauf 1906, S. 1522.

² Chem.-Ztg. 1914, Bd. 38, S. 735.

³ Liebigs Ann. Chem. 1907, Bd. 355, S. 108.

⁴ Ein Eisengehalt läßt sich durch Entfernen des Eisens aus dem Molybdänglanz (z. B. durch Auskochen mit Salzsäure) vermeiden.

⁵ Nach dem Arbeiten mit 300–500 Amp und 40 V waren in die glasartige Schlacke Metallteilchen eingesprengt mit 97,61% Mo, 1,01 Si, 0,15 Ca, 0,34 C amorph, 0,28 Graphit.

⁶ Ein Molybdänglanz mit 2,2–3,5% Eisen lieferte ein 1,84% Eisen enthaltendes Molybdän, das Glas und Stahl ritzte, sich an der Schmirgelscheibe nur etwas schleifen ließ und scharfkantigen Bruch zeigte. Wurde aber der Glanz vorher mit Salzsäure ausgekocht, so wies das Molybdän nur 0,67% Eisen auf, war viel weicher, leicht bearbeitbar, zähe, in der Hitze schmiedbar und hatte körnig-kristallinischen Bruch.

⁷ Mit Flußspat läßt sich auch die beim Schmelzen von Molybdänglanz und Kalk fallende Schlacke weiter auf Molybdän verarbeiten.

⁸ Amer. P. 835 052, erteilt am 1. Febr. 1906.

⁹ a. a. O. S. 438.

Ist, namentlich bei der Reduktion der Molybdänoxyde durch Kohle, ein hoch karburiertes Metall erschmolzen, so wird es, wie allgemein in solchem Fall, durch Nachbehandlung mit einem Oxyd praktisch entkohlt. Nach Mennicke¹ gelingt dies fast vollständig in einem mit gemeinsamer Widerstands- und Lichtbogen-erhitzung arbeitenden Ofen Héroultscher Art, der eine Bodenelektrode aus Molybdän und obere Elektroden aus Molybdänkarbid hat, wenn man, sobald die Bodenelektrode ins Glühen gekommen ist, Aluminiumpulver oder Bauxit und ein Gemenge von Kalziummolybdat und Molybdändioxyd² oder jeden dieser Stoffe für sich einwirft, bis zum gleichmäßigen Schmelzen erhitzt, auf diese Weise weiter beschickt, bis die Molybdänkarbidelektroden flüssig zu werden beginnen sowie genügend Schlacke vorhanden ist, und nun mit der eigentlichen Raffination beginnt. Ist mit der Zeit zu viel Schlacke verdampft, so wird wieder die erste Art der Beschickung benutzt usw. Die obere Elektroden werden vor dem Verbrennen durch einen Überzug aus Kalziummolybdat oder Molybdändioxyd im Gemenge mit Teer geschützt. Im Ginsen Induktionsofen kann man ohne Stromunterbrechung abstecken, so daß vorzeitiges Erstarren des hoch schmelzenden reinen Metalls vermieden wird.

Ein kohlefreies Metall durch Reduktion von Molybdändioxyd mit einer nicht völlig ausreichenden Kohlenstoffmenge im elektrischen Ofen darzustellen, wie es H. Moissan³ erreicht haben will, gelang Muthmann, Weiß und Mai⁴ nicht. Sie haben bei verschiedenen Versuchen den Kohlenstoffgehalt nicht unter 2% hinunterbringen können. Dagegen läßt sich nach Gin⁵ die weitere Beobachtung Moissans, daß stark gekohltes Metall (Gußmolybdän) raffiniert werden kann, wenn man den Umschmelzofen mit Molybdändioxyd auskleidet, in großem Maßstabe nutzbar machen. Man erhält so ein Metall mit nur 0,3–0,4% Kohlenstoff. Die Temperatur muß aber so hoch gesteigert werden, daß die Ofenauskleidung pastig wird. Läßt man die Auskleidung fort und schüttet MoO₂ oder Mo₂O₅ auf das Bad, so wird der Kohlenstoff des Gußmolybdäns schnell oxydiert. Die Luft muß möglichst ausgeschlossen und eine sehr flüssige Silikatschlacke gebildet werden. Trotzdem verflüchtigen sich beträchtliche Mengen von Molybdäntrioxyd, das in einer Sublimationskammer als Filz weißer, glänzender Kristalle gesammelt werden kann.

Das Gußmolybdän kann auch in einem Widerstandsofen unter geschmolzener Tonerde⁶ geschmolzen werden. Auf diese wird Kalziummolybdat geschüttet.

Geeignet zur Raffination ist der bei der Darstellung des rohen Molybdäns beschriebene Ofen mit zwei Herden, der mit gebranntem Dolomit ausgekleidet wird. Die Elektroden bestehen aus Gußmolybdän, das nicht über 3% Kohlenstoff enthalten darf, damit es nicht zu brüchig wird und sich nicht in kleine kristallinische Prismen spaltet. Die mittlere Elektrode besteht aus dem Bade

des Rohmetalls, das im Anfang der Arbeit in Stücken eingestampft wird. Einfacher ist es, in einen im Herde ausgesparten Kanal ein langes Gußstück von Molybdän zu legen, dessen Enden die Elektroden berühren. Nach dem Einschalten des Stromes schmilzt es schnell nieder. Man bedeckt es mit Molybdändioxyd, fügt reine Tonerde zu und vermehrt die Menge, wenn sich eine Schlacke gebildet hat, bis diese die Elektroden berührt. Letztere beginnen dann zu schmelzen, und der Kohlenstoff des Tropfens wird beim Durchfallen durch die Schlacke oxydiert. Die Raffination erfolgt schnell und unter sehr geringen Verlusten, weil der Herd geschlossen ist und verflüchtigte Molybdänsäure in einer Verdichtungskammer aufgefangen wird. Bei 50–60 V werden 140 bis 150 Watt auf 1 qcm Elektrodenquerschnitt benutzt. Wird die Luft nicht von den Elektroden fern gehalten, so verbrennen sie an den Stellen, wo sie rotglühend sind. Dies wird vermieden, wenn man nach und nach Lagen von Molybdändioxyd-Teerpaste mit einer Bürste aufträgt und die Oberfläche mit überschüssigem Oxyd bestreut.

Sehr geeignet ist, wie auch für andere hoch schmelzende Metalle (wie Wolfram, Uran) und ihre Legierungen, ein Induktionsofen mit umlaufendem Bade¹. Die Primärspulen und die magnetischen Felder werden durch einen Luftstrom gekühlt. Der Ofen wird mit Dolomit in einer Hülle von Magnesiaziegeln ausgekleidet. Die Wände der geschlossenen Kanäle bestehen aus reiner Magnesia.

Um die nachträgliche Entkohlung zu umgehen, hat F. M. Becket (Electro Metallurgical Co.)² Silizium zur Reduktion des Molybdänoxyde vorgeschlagen. Das Verfahren findet Gin³ für die Darstellung des kohlenstoffarmen Metalls oder seiner Legierungen geeignet. Am besten wird ein Ofen mit geschmolzener Kathode oder ein Induktionsofen benutzt. B. Neumann⁴ trägt ein Gemenge von 2 Mol. Molybdäntrioxyd⁵ (oder abgerösteten Molybdänglanzes) und 3 At. Silizium⁶ in ein durch Wechselstrom von 100 Amp und 30–35 V erhitztes Verschlackungsbad aus Tonerde und Kalk (150 oder 100 : 100 T.) ein. Das spröde, nicht gut zusammengefllossene Metall enthielt nur 0,64% Kohlenstoff, aber, neben 6,41% Eisen, 3,24% Silizium. Dadurch wird die Verwendbarkeit des Metalls in der Stahlindustrie wohl nicht beeinträchtigt.

Das Silizium durch sein Karbid zu ersetzen, ist gleichfalls vorgeschlagen worden. Durch dieses will F. W. Becket (Electro Metallurgical Co.)⁷, ähnlich wie beim Vanadium⁸, das niedere Oxyd reduzieren, das aus dem höhern im gewöhnlichen Ofen durch Generator- oder Wassergas erhalten worden ist. Die endgültige Reduktion kann auch⁹ mit Silizium, Siliziumeisen oder Aluminium ausgeführt werden. Ob durch das Karbid

¹ Beschreibung und Abbildung s. Glückauf 1906, S. 1390. Schnitte und Außenansichten gibt Gin auch a. a. O. S. 145 ff.

² Amer. P. 851 018 vom 23. Sept. 1905, erteilt am 21. Mai 1907. Einzelheiten über das Verfahren werden bei Betrachtung des Chroms gebracht werden; vgl. a. bei Vanadiumeisen (S. 839) und Wolframeisen (S. 867).

³ a. a. O. S. 452.

⁴ Z. f. Elektrochem. 1908, Bd. 14, S. 171; Stahl u. Eisen 1908, S. 359.

⁵ Dem zu flüchtigen Trioxyd sind niedere Oxyde vorzuziehen.

⁶ Als Siliziumeisen mit 91,65% Si und 1,03% C.

⁷ Amer. P. 858 329 vom 12. April 1907, erteilt am 25. Juni 1907.

⁸ vgl. S. 837.

⁹ Amer. P. 866 421 vom 31. Jan. 1907, erteilt am 17. Sept. 1907.

¹ a. a. O. S. 215.

² Dieses wird z. B. bei der Reduktion von Molybdänsäure durch Kalziumkarbid erhalten.

³ Compt. rend. Acad. sci. 1895, Bd. 120, S. 1320.

⁴ a. a. O. S. 101.

⁵ a. a. O. S. 439.

⁶ Bauxit, der von Eisen und Kieselsäure durch vorheriges Schmelzen im elektrischen Ofen befreit ist.

nicht doch eine unerwünscht hohe Kohlung des Metalls eintritt, erscheint nicht zweifelschne.

Nach Gin¹ ist auch die Reaktion von Molybdän-silizid oder von Siliziumeisen auf Molybdändioxyd verwendbar. Man stellt beispielsweise das Silizid aus dem Dioxyd, Kohle und Kieselsäure im Raffinationsofen dar, sticht die Schlacke ab und schüttet ein Gemenge von Molybdändioxyd und Kalk auf die Badoberfläche. Die Kosten für 1 t 80%iges Molybdäneisen betragen, gleichgültig, ob man das kohlehaltige Gußmolybdän raffiniert oder den silikothermischen Weg benutzt, 4620 *M*, wovon 80% auf das Erz fallen. Die Darstellung an sich kostet nur 50–65 Pf. für 1 kg Molybdän. Mennicke² hat an dem Verfahren auszusetzen, daß es umständlich und teuer ist und ein Metall liefert, das mehr Silizium, als erwünscht ist, enthält.

Titan schlägt J. B. Huffard (Electro Metallurgical Co.)³ zur Erzeugung von Molybdän und seinen Legierungen vor.

Kohlenstoffreies Molybdän, das gehämmert und ge-feilt werden kann, hat Binet du Jassonneix⁴ aus Molybdändioxyd und der theoretischen Menge Bor im elektrischen Ofen im Magnesiatiegel erhalten. Die Verwendung des Bors und von Legierungen und Verbindungen, die es enthalten, hat sich F. M. Becket (Electro Metallurgical Co.) schützen lassen⁵. Sie sollen, ähnlich wie bei Vanadium und Wolfram⁶, zur Reduktion mit Erfolg anwendbar sein.

Durch Behandlung eines seiner Oxyde mit Kalzium im Vakuumlichtbogen entsteht nach H. Kuzel und E. Wedekind⁷, falls Sauerstoff, Stickstoff und andere reaktionsfähige Gase abwesend sind, reinstes Molybdän von so feinpulvriger Beschaffenheit, daß es leicht in den kolloiden Zustand übergeführt werden kann.

Bei der technisch weniger wichtigen Elektrolyse im Schmelzfluß bietet nach Gin⁸ als Elektrolyt das Molybdänpentachlorid Schwierigkeiten wegen seiner Unbeständigkeit, starken Zerfließlichkeit und des niedrigen Schmelz- und Siedepunktes (194° und 270°). Frei von diesen Mißständen ist das Natriummolybdänchlorid, das über 300° schmilzt, unter Rotglut nicht merklich Dämpfe abgibt und einen spezifischen elektrischen Widerstand von etwa 0,52 Ohm hat. Zu seiner Darstellung bringt man an das eine Ende einer geeigneten Retorte aus feuerbeständigem Ton Kochsalz, an das andere gepulvertes Molybdänkarbid oder gegossenes Molybdän, das so viel Kohlenstoff enthält, daß es leicht zu pulvern ist, erhitzt auf Rotglut und leitet Chlor durch die Retorte. Der Molybdänpentachloriddampf wird vom Natriumchlorid unter Dunkelbraunfärbung und schneller Verflüssigung aufgenommen. Das Doppelchlorid läßt man in einen geschlossenen Behälter aus emailliertem Eisen fließen und kühlt diesen durch umlaufendes Wasser.

Da bei der Elektrolyse das Bad an Metall verarmt, ändert sich¹ seine Arbeitsweise, und der Betrieb wird ein unterbrochener. Man kann dem zwar durch Nachgeben von Molybdänchlorid begegnen, hat dann aber mit den oben erwähnten Schwierigkeiten zu rechnen. Ersetzt man die gewöhnlich benutzten Kohlenanoden durch solche aus Gußmolybdän, das durch einfache Reduktion von Molybdändioxyd durch Kohle erhalten ist, so wird das Verfahren praktisch zu einer Raffination von rohem Molybdän. Die Spannung an den Elektroden sinkt von 9–10 auf 6–7 V, und die Chlorentwicklung hört auf, so daß man die Haube um die Anoden entbehren kann. Das erhaltene Molybdän schmilzt nicht, sondern setzt sich als poröser Block auf der gestampften Ofensohle an. Nach dem Ausbrechen kann er in einem elektrischen Ofen unter Luftabschluß niedergeschmolzen werden. Der Kohlenstoff aus der Gußmolybdänanode schwimmt an der Badoberfläche, hält durch seine Verbrennung die Temperatur aufrecht und setzt die Verflüchtigung herab. Zur Darstellung von reinem Molybdän kann auch als Kathode Eisen, als Elektrolyt Kalziummolybdänfluorid verwendet werden.

Man kann auf diesem Wege durch Elektrolyse mit Bleikathode auch erst die Bleilegierung² erzeugen und diese unter einer Schicht geschmolzener Tonerde im elektrischen Ofen erhitzen. Dann destilliert Blei ab. Das reine Molybdän unter der Aluminiumschlacke wird unter möglichstem Luftabschluß in Blöcke gegossen. Der Umweg über die Bleilegierung ist nach Mennicke³ mit großen Unkosten, Verlusten und Unannehmlichkeiten verbunden.

Der Ofen, den Gin⁴ für die Schmelzflußelektrolyse benutzt, ähnelt dem für die Darstellung von Aluminium gebräuchlichen. Dem Boden eines Eisenblechkastens, der auf Rädern ruht, wird der Strom vom negativen Leiter durch Kupferplatten zugeführt. Auf dem Boden ruht eine Lage von möglichst reinem Molybdänglanz oder den Oxyden MoO₂ oder Mo₂O₅, auf dieser in der Mitte die eigentliche Kathode, die bei der Darstellung des Metalls aus eingestampften Molybdänstückchen besteht. An den Seiten setzt sich die Auskleidung der Tiegelwände auf. Dazu dienen Ziegel, die aus einem Gemenge von 90 T. reiner Tonerde und 10 T. gepulvertem Flußspat, das mit etwas heißem Teer angemacht wird, unter starkem hydraulischem Druck gepreßt, im Flammofen längere Zeit auf Rotglut erhitzt und langsam abgekühlt werden. Zu ihrer Verbindung wird ein Mörtel aus denselben Stoffen von Hand eingedrückt. Auf den Tiegel wird durch feuerfesten Ton eine Eisenblechhaube aufgedichtet, die die Anode umgibt und die an ihr entwickelten Gase am Entweichen in die Luft hindert. Sie werden etwa in der Mitte der Höhe des Tiegels nach einem Fuchs abgeführt. Die Anode besteht aus einem Bündel von Kohlenstäben, die einige Zentimeter voneinander entfernt und an dem gemeinsamen Halter durch Umgießen mit Bronze befestigt sind. Die Stromzuleitung zur Anode, die gehoben und gesenkt werden kann, erfolgt

¹ a. a. O. S. 433.

² s. S. 891.

³ a. a. O. S. 217.

⁴ a. a. O. S. 429; ferner Bericht über den 6. Internat. Kongreß für angew. Chemie, Bonn 1906.

¹ a. a. O.; auch L'Electricien 1906. Bd. 32, S. 107.

² a. a. O. S. 217.

³ Amer. P. 992 422 und 992 423, erteilt am 16. Mai 1911. Nähere Mitteilungen über das Verfahren wurden schon gebracht, s. S. 773.

⁴ Compt. rend. Acad. sci. 1906, Bd. 143, S. 169.

⁵ Amer. P. 921 130, 930 027 und 930 028.

⁶ vgl. S. 838 und 863.

⁷ Franz. P. 419 043 vom 15. Nov. 1909. Das D. R. P. wurde nicht erteilt; vgl. Mennicke, a. a. O. S. 217.,

⁸ a. a. O. S. 428.

auf die gewöhnliche Weise. Die Beschickung wird durch Öffnungen in der Haube eingeführt, durch die auch das Bad beobachtet werden kann. Soll eine Elektrode erneuert werden, so hebt man die Anode mit ihrem Deckel, hängt letztere am oberen Haken auf und senkt die Anode wieder. Die Spannung ist 9–10 V. Die Stromdichte sollte an der Kathode wenigstens 1 Amp/qcm betragen. Auf 1 qcm wagerechten Schnitt der Anoden kommen 1–1,5 Amp. Die auf die Oberfläche bezogene Stromdichte sollte 0,8 Amp nicht überschreiten.

Durch Elektrolyse der Molybdänsalze (Halogenide) in einer Schmelze der Salze (Halogenide) stärker elektropositiver Metalle (wie CaCl_2 , BaCl_2) wollen A. Kratky und W. Brückner¹ Molybdän ähnlich wie Ce^{2+} gewinnen.

Aus den Ergebnissen bei der Elektrolyse der Schmelzen von normalem Natriummolybdat, Natriumheptamolybdat, Kaliumnatriummolybdat, Bariumheptamolybdat und Zinkmolybdat schließt L. Ott², daß sich Molybdän, allerdings als Pulver, in desto größerer Menge abscheidet, je mehr der Gehalt an Base den an Säure überwiegt, und je niedriger die Stromdichte ist. Ändern sich die Verhältnisse im umgekehrten Sinne, so werden stetig wachsende Mengen von Oxyden abgeschieden. Frei von diesen konnte auch im erstern Fall das Molybdän, das untrennbar mit den Oxyden gemischt war, nicht erhalten werden.

J. W. Beckmann³ trägt Molybdändi- oder -trioxyd in eine Schmelze gleicher Mengen Metalloxyd und Kalk ein und elektrolysiert unter ständigem Nachgeben weiterer Mengen Molybdänoxyd.

Als Lösungen für die elektrolytische Abscheidung des Molybdäns hat P. Marino Zitronen- und Weinsäure enthaltende Bäder, die Wolfram-Lampen-A.G. die des Hexachlorids in Azeton oder Alkohol, entsprechend der Zusammensetzung der Wolframbäder⁴, vorgeschlagen.

Als Anode in Normal-Kalilauge löst sich Molybdän nach H. Kueßner⁵ stets sechswertig. Daneben entwickelt sich bei tiefen Temperaturen Sauerstoff.

Wie in der Darstellung, so steht auch in den Eigenschaften und in der Verwendbarkeit das Molybdän dem Wolfram⁷ sehr nahe. Gezogenes Molybdän (Dichte 10,04–10,32) hat nach C. G. Fink⁸ einen elektrischen Widerstand von 5,6, nach dem Anlassen von 4,8 Mikrohmm/ccm bei 25° mit einem Temperaturkoeffizienten von 0,0050 zwischen 0 und 170°. Das gegossene Molybdän ist bei der Stahlindustrie nach Gin⁹ dem gepulverten vorzuziehen, weil letzteres mehr oder weniger oxydiert ist und deshalb beträchtliche Verluste ergibt. Noch vorteilhafter werden die leichter schmelzbaren Legierungen, Molybdäneisen oder Molybdännickel, benutzt. Am leichtesten schmilzt die eutektische Legierung NiMo_3 . Das Molybdän vergrößert stark die Duk-

tilität und Elastizität harter Stähle. Schnelldrehstähle erhalten einen Zusatz von 0,5–10% Molybdän.

Legierungen und Verbindungen.

Molybdäneisen, die technisch wichtigste Molybdänlegierung, sollte für die Verwendung in der Stahlindustrie möglichst rein sein. Einen Gehalt von etwa 2% Kohlenstoff möchte Mennicke¹ indessen für erste Handelsware noch als zulässig angesehen wissen. Die elektrometallurgischen Verfahren gestatten die Darstellung molybdänreicher Legierungen, die im Koksofenfeuer nicht erschmolzen werden können, und liefern solche mit 1–4%, nach der Raffination mit weniger als 1% Kohlenstoff.

Als einfachstes und zweckmäßigstes Darstellungsverfahren betrachtet Mennicke² die unmittelbare elektrische Schmelzreduktion eines Gemenges von Molybdänoxyden und eisenhaltigen Zuschlägen durch Koks. Verdichtungskammern für die häufig entstehenden molybdänhaltigen Dämpfe³ müssen vorhanden sein. Gute Ausbeuten lassen sich nur bei Überschuß an Koks erzielen. Mit dieser Erwägung ist die andere zu verbinden, nicht Legierungen mit über 2–4% Kohlenstoff zu erzeugen. Das Erschmelzen von 1000 kg 80%igen Molybdäneisens mit etwas unter 4% Kohlenstoff erfordert rd. 1000 kg Molybdändioxyd, 225 kg Eisenspäne und 300 kg Koksmehl.

Durch Kalziumkarbid reduziert F. M. Becket⁴ die Molybdänoxyde zwischen Kohlenelektroden in einem Eisenbade. Der Kohlenstoffgehalt der Legierung wird erheblich sein.

Kohlenstoffarm wird sie⁵ durch weitere Behandlung mit Molybdänoxyden. Ein anderer Weg ist das Verschmelzen kohlenstoffreichen Molybdäns mit Eisenoxyden allein oder bei Gegenwart von Molybdändioxyd oder mit Molybdändioxyd und Eisen. Einfacher werden diese Verfahren nach Mennicke, wenn das gekohlte Molybdän oder Molybdänkarbid zur Anode gemacht wird.

Magnesiummolybdat, das aus Wulfenit darstellbar ist⁶, verschmilzt G. Gin⁷ mit 50%igem Siliziumeisen im Ofen mit zwei hintereinander geschalteten Herden. Die 72% Mo enthaltende Legierung weist wenig Kohlenstoff auf. Weniger wirtschaftlich ist es wohl, bei der Reduktion mit Siliziumeisen von den Molybdänoxyden auszugehen, die G. Gin⁸ im Gemenge mit Kalk in das im Induktions- oder Widerstandofen geschmolzene Siliziumeisen einträgt. Zur Herstellung von 1 t 80%iger Legierung sind 1,05 t Molybdändioxyd, 0,45 t 50–53%iges Siliziumeisen und 1000 KWst nötig. Ähnlich will unter Vermittlung der Silizide F. M. Becket⁹, wie bei den Legierungen des Vanadiums¹⁰ und des Wolframs¹¹ zu einem kohlenstoffarmen Molybdäneisen oder Molybdännickel gelangen.

¹ a. a. O. S. 252.

² a. a. O. S. 271.

³ MoO_2 ist beständiger als MoO_3 .

⁴ Amer. P. 898 173 vom 8. Sept. 1908.

⁵ Weniger zweckmäßig und wirtschaftlich ist nach Mennicke (a. a. O. S. 272) die unmittelbare Erzeugung kohlenstoffarmen Molybdäneisens durch Verwendung geringerer Mengen Koks.

⁶ s. S. 886.

⁷ 7. intern. Kongreß für angew. Chem.; Z. f. angew. Chem. 1909, Bd. 22, S. 1269.

⁸ 6. intern. Kongreß für angew. Chem. 1906.

⁹ Amer. P. 891 898.

¹⁰ s. S. 839.

¹¹ s. S. 867.

¹ D. R. P. 263 301 vom 19. April 1901.

² vgl. S. 745.

³ Elektrolyse geschmolzener Molybdate und Vanadate, Dissertation, München, Technische Hochschule, 1911, S. 7 und 23.

⁴ Amer. P. 973 336.

⁵ s. S. 861.

⁶ Z. f. Elektrochem. 1910, Bd. 16, S. 772.

⁷ s. die Angaben auf S. 865.

⁸ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1910, Bd. 17, S. 232; Metall.

Chem. Eng. 1910, Bd. 8, S. 341.

⁹ a. a. O. S. 456.

Ist Molybdänglanz Ausgangsstoff, so wird er nach den Mitteilungen bei Mennicke bis auf $\frac{1}{2}\%$ Schwefel abgeröstet. Der Rest geht beim Schmelzen in die aus Tonerde (Bauxit) und Kalk zu bildende Schlacke oder verflüchtigt sich. Die basische Schlacke nimmt auch die Hauptmenge des Phosphors auf. Molybdänglanz, der viel Kupfer und Arsen aufweist, wird am einfachsten mit größeren Mengen reiner Erze gemischt.

Für die Verfahren, die ohne Rösten arbeiten, gilt das beim Metall¹ Gesagte. Den Glanz im Überschuß verschmilzt F. W. Becket² z. B. mit Siliziumeisen. Der Schwefel läßt sich nicht sehr weitgehend entfernen, wohl aber der Kohlenstoff. Silizium tritt in die Legierung ein. Sein Disulfid kann als Nebenprodukt erhalten werden, wenn der elektrische Ofen geschlossen wird.

Zur Erzeugung von Molybdänstahl³ ist, worauf Mennicke⁴ hinweist, ein besonders reines Molybdän-eisen notwendig, weil bei Gegenwart von Kalk, Tonerde oder Kieselsäure die Tiegel stark angegriffen werden. Die Reinigung braucht nicht so weit getrieben zu werden, wodurch eine wesentliche Ersparnis eintritt, wenn der einfache Stahl selbst erst im elektrischen Ofen hergestellt wird.

Diesen Weg der unmittelbaren Erzeugung von Molybdänstahl aus den Erz haben E. J. Dittus und R. G. Bowman⁵ im Versuchsmaßstabe bewährt gefunden. Durch Zugabe einer Molybdänglanz-Siliziumeisen-Mischung zu einer Eisenerz-Koks-Kalk-Beschickung kurz vor Beendigung der Reduktion gelang es ihnen, im elektrischen Ofen 0,45–2,15% Molybdän enthaltenden Molybdänstahl mit Schwefelgehalten bis hinab zu 0,025%⁷ darzustellen. Durch 5 KW (200 Amp bei 5 V) wurden 1,7 kg Legierung mit 1,45% Mo⁸ aus 3 kg Erz (ber. Eisengehalt 2 kg), 660 g Koks und 412 g Kalk in $1\frac{1}{2}$ st erhalten. Ein Ofen nach Girodscher Art (mit einem oder zwei Lichtbogen zwischen zwei parallel geschalteten obern Elektroden und dem Herde) arbeitete besser als einer nach Héroultscher Art (mit hintereinander geschalteten obern Elektroden und Magnesitdecke⁹ auf der Boden-elektrode). Bei einem feststehenden Ofen sollte das Abstichloch kurz, steil geneigt und stark erhitzen sein. Wirksamer würde ein Drehofen sein.

Allerdings wird bei diesem Verfahren und bei dem Arbeiten mit abgeröstetem Molybdänglanz, so meint Mennicke¹⁰, stets eine gewisse Menge Molybdän in die Schlacke gehen, weil im elektrischen Stahlbade kurz vor dem Abstich nicht mehr die für eine quantitative Reduktion der Molybdänverbindungen günstige Temperatur herrscht. Bei einem zu langen Nachschmelzen würde sich Molybdän verflüchtigen.

¹ s. S. 886.

² Amer. P. 855 157 vom 5. März 1907, erteilt am 28. Mai 1907.

³ Entsprechendes gilt auch für Nickel- und Chromnickel-Molybdänstahl.

⁴ a. a. O. S. 272.

⁵ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1911, Bd. 20, S. 355.

⁶ Statt Molybdänglanz wurde einmal ein niedrigprozentiges Konzentrat mit 11,10% Mo, 0,72 Cu, 15,00 S, 65,00 SiO₂ verwendet.

⁷ Der aus dem Konzentrat enthält 0,70% C, 1,20 SiO₂, 0,70 Mo, 0,10 P, 0,45 S.

⁸ Außerdem 0,62 C, 0,91 Si, 0,08 P, 0,37 S.

⁹ Als Bindemittel für den zerstoßenen Magnesit bewährte sich Teer nicht.

¹⁰ a. a. O. S. 273.

Will man andere Legierungen wie Molybdän-eisen¹ erzeugen, so benutzt man bei der Elektrolyse von geschmolzenem Natriummolybdänchlorid² nach Gin³ das geschmolzene Legierungsmetall als Kathode in einem Gefäß aus Molybdänglanz und Teer⁴. Die Bleilegierung kann flüssig abgestochen werden, solange ihr Molybdän-gehalt nicht über 18%, was etwa MoPb₂ entspricht, steigt.

Zur Darstellung von Molybdänkupfer schmilzt G. Böricke⁵ Cuprimolybdat (Niederschlag aus Natriummolybdat durch Cuprisulfatlösung) reduzierend, ähnlich wie bei der Erzeugung von Eisenmolybdän im elektrischen Ofen.

Molybdännickel, namentlich die am leichtesten schmelzbare eutektische Legierung nach der Formel NiMo₂ (mit 75–76% Mo und 22–23% Ni) kann nach Gin⁶ in den für die Raffination des Molybdäns verwendbaren Ofen auf dieselbe Weise wie reines Molybdän aus kohlenstoffhaltigem durch Einwirkung von Molybdänkarbid auf Nickeloxyd oder auch aus Nickelsilizid und Molybdändioxyd oder aus Molybdänsilizid und Nickeloxyd erhalten werden, wobei die entstehende Kieselsäure durch Kalk verschlackt wird. Das Molybdännickel macht harte Stähle streckbarer und ermöglicht in Mengen von 0,5–1,0% die Verarbeitung harter Chromstähle mit gewöhnlichen Werkzeugmaschinen. Es erweist sich nützlich bei Gewehr- und Kanonenstahl und bei Kesselblechen, die hohem Druck ausgesetzt sind.

Molybdänchrom mit 35–53% Chrom entsteht⁷ aus Chromsiliziden und Molybdändioxyd unter Zusatz von Kalk. Die Reaktion ist nie vollständig. Die Schlacke hält Molybdän zurück. Etwas Silizium bleibt immer in der Legierung, ist aber nicht schädlich.

Wolframmolybdän erhalten die Ampère-Gesellschaft m. b. H. und Erich Müller⁸ ähnlich wie Molybdän allein durch Verschmelzen von Kalziummolybdat mit einem Gemenge von Wolframsulfid und Kohle.

Molybdänsilizid will Gin⁹ im zweierdigen Ofen¹⁰ aus einem Gemenge von Molybdändioxyd mit einem beträchtlichen Überschuß Kieselsäure durch 130–140 Watt auf 1 qcm Elektrodenquerschnitt erzeugen. Soll beispielsweise eine Legierung, deren Zusammensetzung der Formel Mo₂Si₃ entspricht, erschmolzen werden, so muß man wenigstens $2\frac{1}{2}$ mal mehr Kieselsäure als Molybdänoxyd nehmen. Ähnlich wie die Wolframverbindung¹¹ hat E. Vigouroux¹² das Molybdänsilizid Mo₂Si₃ dargestellt aus 10 T. kristallisiertem Silizium und 25 T. des Gemenges von MoO₂ und MoO₃, das beim Glühen von Ammoniummolybdat entsteht, durch Erhitzen mit 1000 Amp und 50 V im Kohlentiegel des elektrischen Ofens, durch anodische Behandlung des so erhaltenen Gemisches in verdünnter Salzsäure und durch weitere mehrfache Reinigung mit Königswasser und Kalilauge,

¹ Dieses so darzustellen, wäre nicht wirtschaftlich genug.

² s. S. 889.

³ a. a. O. S. 433.

⁴ vgl. L'Electricien 1906, Bd. 32, S. 107.

⁵ Amer. P. 959 048 vom 24. Mai 1910.

⁶ a. a. O. S. 456.

⁷ a. a. O. S. 457.

⁸ D. R. P. 240 989 vom 10. Mai 1910; Zusatz zu D. R. P. 237 285 vom 26. Sept. 1907 (s. S. 865).

⁹ a. a. O. S. 451.

¹⁰ Beschreibung s. bei Molybdän, S. 885.

¹¹ s. S. 867.

¹² Compt. rend. Acad. sci. 1899, Bd. 129, S. 1238.

Flußsäure und Wasser. Dann noch beigemengtes Siliziumkarbid läßt sich durch Schlämmen in Kadmiumwolframatlösung, Eisensilizid kaum vollständig entfernen. Ein anderes Silizid, MoSi_2 , kann nach Defacqz¹ auf ganz entsprechende Weise wie WSi_2 erzeugt werden. Eine unreine Verbindung von annähernd dieser Formel hat O. P. Watts² bei seinen Versuchen zur Darstellung von Silikoboriden gelegentlich erhalten. Dunkle, flache Kristalle mit Metallglanz entstehen, wenn man ein Gemenge aus 70 T. Molybdänsäure, 30 T. Kieselsäure, 50 T. Borsäure, 106 T. Kupfer und 120 T. Aluminium (zur Hälfte als Pulver) mit Kryolith als Flußmittel und Kalk zur Mäßigung der Heftigkeit der Reaktion mit 350 Amp bei 70 V im wagerechten Lichtbogenofen erhitzt, die gepulverte Schmelze mehrere Tage mit häufig erneuerten Mengen verdünnter Salpetersäure (1 : 1 Vol.) stehen läßt, den Rückstand durch verdünnte Flußsäure von Kieselsäure befreit, mit Wasser, Alkohol und Äther wäscht und trocknet. Das Produkt enthielt 62,4% Mo, 34,2 Si, 1,1% Fe und 2,3% B. Letzteres ist als Molybdänborid zugegen. Das als Silizid vorhandene Eisen kann durch heiße Flußsäure entfernt werden. Ein Erzeugnis mit ebenfalls ungefähr 2 At. Si auf 1 At. Mo entstand bei Reduktion eines Gemenges von Molybdänglanz und Kieselsäure durch Kalziumkarbid.

Bormolybdän erhält B. F. Halvorsen³, wenn er bei der Reduktion von Colemanit mit Kohle im elektrischen Ofen Molybdänglanz zugibt. Dieser wird durch das zunächst entstehende Kalziumborid entschweifelt.

Große und beliebig geformte Stücke aus Molybdänkarbid, die für Werkzeuge und andere Gegenstände verwendbar sind, stellen Voigtländer & Lohmann nach den für Wolframkarbid beschriebenen Arbeitsweisen⁴ her.

Zum Schwärzen von Aluminium macht es F. A. Roux (Soc. d'Aluminium francais)⁵ zur Kathode in einem Bade aus 25 T. Ammoniummolybdat und 10 T. Ammoniakflüssigkeit in 1000 T. Wasser. Die Anoden bestehen aus Platin oder Kohle.

Uran.

Eine reichliche Quelle für Uran fließt im Carnotit, der jetzt fast ausschließlich zur Gewinnung von Radiumsalzen nutzbar gemacht wird. Allerdings haben die Versuche, Uran in der Stahlindustrie zu benutzen, nach S. Fischer⁶ keinen oder höchstens geringen Erfolg

gehabt. Vielleicht lassen sich Legierungen mit andern Metallen technisch verwenden.

Im Uran des Handels, das durch Reduktion von U_3O_8 mit Kohle im elektrischen Ofen dargestellt war, fanden W. P. Jorissen und A. P. H. Trivelli¹ im Mittel 1,25% C und 0,94% N, entsprechend 12,9% U_3N_4 .

Urandioxyd wird nach H. C. Greenwood² durch Kohle schon bei 1490° reduziert, also weit unter seinem Schmelzpunkt und der gewöhnlich zur Darstellung des Metalls als nötig erachteten Temperatur.

Die Firma Electric Furnaces and Smelters Ld.³ will, ähnlich wie bei Wolfram⁴, dadurch zu einem kohlenstoffarmen Metall gelangen, daß sie eine zur Reduktion ungenügende Menge Kalziumkarbid verwendet und die Reduktion durch Siliziumeisen zu Ende führt. Pechblende wird zweckmäßig zunächst mit Kalk geglüht, das Kalksalz durch Schwefelsäure zersetzt und die gelöste Uransäure durch Soda in Natriumuranat verwandelt, das entweder unmittelbar oder nach Fällung mit Ammoniak reduziert wird. Die Legierung mit Eisen erhalten die Ampère-Gesellschaft m. b. H. und Erich Müller⁵ durch Verschmelzen von Uranoxyd, Kalk, Eisensulfid und Kohle im elektrischen Ofen⁶.

Die Elektrolyse von Uranchlorid in geschmolzenem Erdalkalichlorid schlagen A. Kratky und W. Brückner⁷ in derselben Weise vor, wie das Verfahren bei Cer⁸ beschrieben worden ist. Die Lösung in Azeton oder absolutem Alkohol⁹ benutzt die Wolfram-Lampen-A.G.¹⁰

Das Potential des Urans (gegen die Normal-Kalomel-elektrode mit gesättigter alkoholischer Lithiumchlorid-lösung) ermittelte A. Fischer mit E. K. Rideal¹¹ zu 0,230 V, so daß Uran in der Spannungsreihe zwischen Kupfer und Wasserstoff steht. Als Anode ist Uran nach U. Sborgé¹² löslich in Salpetersäure und Nitraten, Schwefelsäure und Sulfaten, Salzsäure und Chloriden, Chloraten, Bromiden und Azetaten, und zwar vierwertig. In Alkalien und Phosphaten bildet sich eine gelbe Schicht aus, die den Stromübergang außerordentlich erschwert. Wird sie entfernt, so erreicht die Stromstärke die alte Höhe.

¹ Chem. Weekbl. 1911, Bd. 8, S. 59.

² J. Chem. Soc. 1908, Bd. 93, S. 1483; Electrochem. Metall. Ind. 1909, Bd. 7, S. 120.

³ D. R. P. 247 993 vom 8. April 1911.

⁴ S. S. 862.

⁵ D. R. P. 240 989 vom 10. Mai 1910; Zusatz zu D. R. P. 237 285 vom 26. Sept. 1907.

⁶ vgl. bei Wolfram, S. 866.

⁷ D. R. P. 263 301 vom 19. April 1911.

⁸ S. S. 745.

⁹ S. bei Wolfram, S. 864.

¹⁰ D. R. P. 237 014 vom 12. Juni 1910.

¹¹ Z. f. anorg. Chem. 1913, Bd. 81, S. 170.

¹² Atti Accad. dei Lincei 1912, 5. Reihe, Bd. 21, 1. Hälfte, S. 135; Gazz. chim. ital. 1912, Bd. 42, 2. Hälfte, S. 144.

Bericht über die während des Jahres 1915 in der Versuchsstrecke der Knappschafts-Berufsgenossenschaft in Derne vorgenommenen Versuche¹.

Allgemeine Versuche.

Die Vielseitigkeit der Bedingungen, die bei dem Verlauf von Kohlenstaubexplosionen von Einfluß sind, ließen es erwünscht erscheinen, die Untersuchungen über die Menge

¹ Aus dem Bericht über die Verwaltung der Knappschafts-Berufsgenossenschaft für das Jahr 1915.

des Kohlenstaubes, durch die eine Explosion noch fortgepflanzt werden kann, nach manchen Richtungen hin zu vervollständigen. Durch früher und auch im Berichtsjahr mehrfach wiederholte Versuche kann es allerdings als erwiesen gelten, daß, wenn eine Explosion erst einmal zur vollen Entwicklung gekommen ist, eine Kohlenstaub-

menge von 70 g auf 1 cbm Luft genügt, um die Explosion unbegrenzt weiterlaufen zu lassen. Dabei ist vorausgesetzt, daß der Staub aus sehr feinem, leicht entzündlichem Fettkohlenstaub von höchstens 10% Aschengehalt besteht, und daß er sich an solchen Stellen des Streckenumfanges befindet, an denen er von der Explosion leicht erfaßt werden kann. Genauer genommen, betrafen die hier in Rede stehenden Versuche daher die Frage, welche Kohlenstaubmenge jeweilig erforderlich ist, um eine Explosion zur vollen Entwicklung kommen zu lassen. Kurz zusammengefaßt ergaben die Versuche folgendes.

☞ Befindet sich vor Ort, also in der Explosionskammer der Strecke, ein starkes Schlagwettergemisch, so gibt dessen Explosion allein schon einen so heftigen Anstoß, daß sich die Explosion dann auch bei der geringen Staubmenge von 70 g/cbm selbständig fortpflanzen kann. Handelt es sich aber um reine Staubexplosionen (ohne Schlagwetter vor Ort), so ist es für die Entwicklung der Explosion von Einfluß, ob die zündende Schußflamme den Staub sofort erfassen kann oder nicht. Wird der Kohlenstaub vor dem Abtun des Schusses aufgewirbelt, so genügt eine Staubmenge von 80 g/cbm, um eine Explosion zu erhalten. Diese hat aber nur eine Ausdehnung von wenigen Metern und pflanzt sich nicht fort. Dazu sind unter der angegebenen Bedingung 112 g/cbm erforderlich. Wird der Staub aber nur gestreut und bleibt er vor dem Schuß ruhig liegen, wie es in der Grube zumeist (bei Einzelschüssen) der Fall ist, so tritt erst bei einer Staubmenge von 400 g eine durchgehende Explosion ein. Aber auch diese beschränkt sich zunächst nur auf den Teil der Strecke, in dem sie diese ziemlich reichliche Staubmenge vorfindet. Erst bei längerer Ausdehnung dieser Staubzone (über 50 m) ist die Explosion imstande, auch in geringerer Staubmenge fortzuschreiten.

Für eine Zeche des Oberbergamtsbezirks Dortmund wurde Kohlenstaub von 2 Flözen auf seine Explosionsgefährlichkeit untersucht. Dabei erwiesen sich beide Staubsorten wegen ihres hohen Aschengehalts von 20,5 und 35% als verhältnismäßig ungefährlich.

Erprobung von Mitteln zur Bekämpfung von Explosionen.

Versuche mit dem Gesteinstaubverfahren (Gesteinstaubbarrieren). Mit den schon im Jahresbericht für 1914¹ näher beschriebenen Gesteinstaubbarrieren wurde im Berichtsjahr noch eine Reihe von Versuchen angestellt, die zur Nachprüfung früher erhaltener Ergebnisse dienen.

Versuche mit konzentrierten nassen Zonen (Wasserkasten). Die gewöhnlichen nassen Zonen, die unter Verwendung von Wasserdüsen oder -brausen im Anschluß an die Berieselungsleitung hergestellt werden, haben sich bei den Versuchen nicht als ein ausreichender Schutz gegen das Fortschreiten starker Kohlenstaubexplosionen erwiesen. Von besonderem Wert war es daher, die Wirkung der konzentrierten nassen Zonen zu erproben. Diese haben mit den vorerwähnten Zonen nur die Verwendung des Wassers gemeinsam; im übrigen sind sie aber ganz anders geartet. In ihrer Anordnung und in ihrer Wirkungsweise stehen sie den Gesteinstaubbarrieren näher.

Die konzentrierten nassen Zonen, die man auch als Wasserbarrieren bezeichnen könnte, werden dadurch gebildet, daß man das Wasser in großer Menge an einem oder mehreren benachbarten Punkten der zu bildenden Schutzzone aufspeichert. Zu dem Zweck verwendet man Wasserkasten, die so angebracht sind, daß sie von einer Explosion umgeworfen oder zerstört werden können. Es sind schon zahlreiche Vorrichtungen erdacht worden, durch die das Aufhängen und das Umkippen der Wasserbehälter

besonders zweckmäßig gestaltet werden soll. Auch für die Form und Größe der Behälter selbst liegen mannigfaltige Vorschläge vor. So sind im Jahresbericht für 1913 zwei derartige Vorrichtungen (Explosionslöcher)¹ erwähnt worden; sie wurden damals in der erst 100 m langen Versuchsstrecke erprobt. Für die grundsätzliche Frage, wie sich die konzentrierten nassen Zonen gegenüber andern Bekämpfungsmitteln verhalten, und welche Wassermengen dabei anzuwenden sind, ist es zunächst aber gleichgültig, wie die Wasserkasten im einzelnen gebaut und wie sie angebracht sind. Erst für langsam fortschreitende, für sich wiederholende Explosionen und für solche mit geringer Stoßkraft kann die nähere Ausgestaltung der Wasserkippvorrichtungen von Bedeutung sein.

Die allgemeine Wirkungsweise der durch Wasserkasten hergestellten nassen Zonen ist so gedacht, daß sie der Explosion plötzlich, und zwar im entscheidenden Augenblick, eine große Masse von Wasser entgegenwerfen sollen. Sie müssen durch den Explosionsstoß selbst in Tätigkeit gesetzt, daher so angebracht werden, daß die der Explosionsflamme vorausseilende Druckwelle auf sie einwirken kann. Am einfachsten werden die Wasserkasten in den eigentlichen Streckenquerschnitt verlegt, und zwar so hoch, daß die Förderung und Fahrung nicht behindert werden. Man könnte auch daran denken, sie in der Firste in einer entsprechenden Aussparung unterzubringen und das Umkippen durch einen Hebel bewirken zu lassen, der in den Streckenquerschnitt hineinragt und dort eine Scheibe oder Platte trägt, die vom Explosionsdruck getroffen wird. Für die Versuche in der Versuchsstrecke mußte der erstere Weg gewählt werden, weil sich ein Hohlraum innerhalb der Firste nicht schaffen läßt. Dieser Weg bietet übrigens auch besondere Vorteile.

Im Grubenbetriebe wird man zur Bildung der konzentrierten nassen Zonen zweckmäßig eiserne Wasserbehälter nehmen. Auch bei den Versuchen sind solche gelegentlich angewendet worden. Da die Behälter aber durch die Explosionen stets zerstört wurden, so benutzte man weiterhin ausschließlich hölzerne Kästen, die sich einfacher und billiger anfertigen lassen. Sie hatten eine Länge von 1,20 m, eine Breite von 29 cm, eine Höhe von 27 cm und faßten rd. 90 l Wasser. Ihre Größenabmessung mußte dem zur Verfügung stehenden Streckenquerschnitt angepaßt werden. Sie wurden so hergestellt, daß sie vollständig dicht hielten.

Um mit einfachen Mitteln ein leichtes Umkippen der Wasserkasten zu erreichen, befestigte man auf der Unterseite des Kastenbodens in der Längsmittellinie mit Hilfe zweier Blechstreifen eine eiserne Achse, bestehend aus $\frac{3}{4}$ zölligen Rundeisen. Die über die Stirnwände des Kastens vorstehenden Enden der Achse wurden in den Ösen zweier Eisenstangen verlagert, die sich an den Streckenstößen befanden und von einem unter der Firste liegenden Querholz getragen wurden. Durch eine Holzleiste, die in der Mitte mit der Oberseite des Kastens verbunden war und deren Enden die beiden Eisenstangen an den Streckenstößen gabelförmig umfaßten, wurde der Wasserbehälter in der aufrechten Lage gehalten. Diese Befestigung war so bemessen, daß sie namentlich an den Enden der Holzleiste leicht nachgab. Daher wurden die Wasserkasten schon bei geringen Stoßwirkungen frei und kippten dann um. Die gesamte Vorrichtung wurde übrigens bei jedem Versuch zerschlagen. Von den schweren Holzkästen fanden sich nach der Explosion zumeist nur noch Splitter vor.

Die Schutzzone wurde in dem 15 m langen Eisenbetonstück der Versuchsstrecke errichtet. Diese besitzt einen rechteckigen Querschnitt, so daß die Wasserbehälter in ähnlicher Weise unter der Firste angebracht werden konnten,

¹ s. Glückauf 1915, S. 947.

¹ s. a. Glückauf 1915, S. 186.

wie es im Grubenbetriebe geschehen soll. Die Strecke hat in dem Betonteil eine Breite von 1,55 m; ihre Höhe beträgt durchweg 1,70 m. Die Kasten wurden quer zur Streckenachse so verlagert, daß sich ihr Boden 1,15 m über der Betonsohle befand. Der erste Wasserkasten wurde immer beim 102. Streckenmeter eingebaut, die folgenden in je 2 m Abstand, also beim 104., 106. und 108 Meter.

Den Kohlenstaub streute man in der üblichen Weise auf den Seitenbrettern durch die ganze Strecke, auch innerhalb der Wasserzone selbst. Nur in dem vordersten Teil der Strecke, der Explosionskammer, wurde der Staub in der Regel künstlich aufgewirbelt. Da sich die Wasserkasten etwa in der Mitte der 200 m langen Strecke befanden, konnten sich die Explosionen in den ersten 100 Metern zu voller Stärke entwickeln. Die Zündung erfolgte zumeist durch eine kräftige Dynamitladung von 200 g. Um bei Anwesenheit von Schlagwettern auch schwächere Explosionen zu erhalten, verwendete man statt der Sprengstoffladung nur einen elektrischen Zünder.

Die Wasserkasten wurden zunächst gegen die stärksten Explosionen erprobt, die sich in der Versuchsstrecke herstellen lassen. Solche werden mit Kohlenstaub allein bei einer Staubmenge von 400 g auf 1 cbm Luft erreicht, falls der Staub in der Explosionskammer aufgewirbelt wird. Wird die Explosion durch Schlagwetter eingeleitet, so ruft eine Staubmenge von 200 g/cbm schon gewaltige Wirkungen hervor.

Die Wirkung der Wasserkasten gegenüber reinen Kohlenstaubexplosionen war schon erkennbar, auch wenn nur 1 Behälter angewendet wurde. Während eine solche Explosion, mit der Staubmenge von 400 g/cbm hergestellt, ohne Sicherheitszone die Strecke in etwa 2 sek durchheilt und die Flamme bis zu 50 m Länge unter starker Detonation aus dem Mundloch heraustritt, wurde sie durch 1 Wasserkasten beim 180. Streckenmeter zum Stillstand gebracht. Sie ging also fast 80 m über die nasse Zone hinweg und verlief auch noch recht gewaltsam. Immerhin trat doch schon eine Abschwächung durch das Wasser ein.

Bei 2 Wasserkasten ging die reine Kohlenstaubexplosion im Höchsthalle bis zum 160. Streckenmeter. Bei 3 Kästen gelangte sie nur noch bis zum 106. Meter, also bis zu der Stelle, wo der letzte Wasserbehälter eingebaut war. Sie blieb einige Meter vor der Zone kurze Zeit stehen, um dann erst weiter zu eilen.

Bei 4 Wasserkasten kam die Explosion überhaupt nicht mehr an die nasse Zone heran. In einem Fall gelangte sie bis zum 50. Streckenmeter, bei zwei weiteren Versuchen erlosch sie sogar schon beim 40. Meter. Die Wasserbehälter wurden auch hierbei losgerissen und zum Teil 30 m weit geworfen. Die Strecke war nach der Explosion bis zum 150. Meter naß. Diese Wirkungen sind durch den der Explosion vorauseilenden Druckstoß verursacht worden. Die Flamme selbst ist aber mit dem Wasser gar nicht in Berührung gekommen. Unter diesen Bedingungen genügte also allein schon der mechanische Widerstand, den die Kasten boten, um die Explosion aufzuhalten. Jeder Kasten hatte in gefülltem Zustand einschließlich der eisernen Achse ein Gewicht von 110 kg. Durch die erhebliche Arbeit, die die Explosion zu leisten hatte, um 4 solche Wasserbehälter aus ihren Lagern zu reißen und sie mitsamt der Aufhängevorrichtung weit fortzuschleudern, wurde die Explosionswärme aufgezehrt, und zwar schon in dem Zeitpunkt, als die Explosion erst 40 oder 50 m weit vorgeschritten war. Daher mußte sie an dieser Stelle zum Stillstand kommen. Dieses Ergebnis entspricht den Feststellungen, die im Vorjahre mit den sog. Sperrbarrieren (ohne Wasser oder Gesteinstaub) gemacht worden sind¹.

Noch größeren Beanspruchungen waren die konzentrierten nassen Zonen ausgesetzt, wenn die Kohlenstaubexplosion durch die Zündung eines kräftigen Schlagwettergemisches am Schußort eingeleitet wurde. Hierbei genügten 3 Wasserkasten nicht mehr, um die Explosion in der Zone selbst aufzuhalten. Sie ging aber nur noch wenig, etwa 20 m, darüber hinaus. Ihr Verlauf war jedoch sehr heftig. Demgemäß war auch der nach der Explosion sofort erfolgende Rückschlag von starker Wirkung, denn die Holzsplitter der Kasten lagen nach den Versuchen nicht nur weit außerhalb der Strecke im Freien, sondern auch in einer Entfernung von nur 20 m vom Schußort. Erst bei Anwendung von 4 Wasserkasten wurde auch diese stärkste Explosion innerhalb der nassen Zone zum Stehen gebracht. Hier machte sich auch wieder der große Widerstand bemerkbar, den die Explosion bei der Zerstörung der Kasten zu überwinden hatte. Sie verlief daher wesentlich langsamer als bei den Versuchen mit weniger Wasserbehältern. Beim 106. Streckenmeter, wo sich ein Beobachtungsfenster befindet, war die Flamme schon dunkel, unmittelbar darauf erlosch sie.

Die bei den Versuchen gemachten Feststellungen stimmen in mancher Hinsicht mit den Erfahrungen überein, die bei der Erprobung der Gesteinstaubbarrieren gemacht worden sind. Um die stärkste, durch Schlagwetter eingeleitete Kohlenstaubexplosion in der Schutzzone aufzuhalten, waren 4 Barrieren mit insgesamt 400 kg Gesteinstaub erforderlich. Bei den Wasserzonen mußten 4 Behälter mit 360 kg Wasser angewendet werden. Mit Zubehör, d. h. einschließlich der Gesteinstaubbretter bzw. der Holzkasten, kommen sich die Gesamtgewichte der die Schutzzone teilweise bildenden Teile noch näher.

Auch in der allgemeinen Wirkung weisen die Bekämpfungsmittel Ähnlichkeiten auf. Denn bei beiden ist es nicht nur das eigentliche Löschmittel, der Gesteinstaub oder das Wasser, das die Explosion aufhält, sondern auch der mechanische Widerstand, den die Anordnung großer und schwerer Massen im Streckenquerschnitt darbietet.

Im übrigen besteht die Wirkung der konzentrierten nassen Zonen in folgendem:

Durch den der Explosion vorauseilenden Luftstoß werden die Wasserbehälter umgekippt, bei heftigen Explosionen auch fortgeschleudert. Ein großer Teil des Wassers wird von dem Luftstoß niedergerissen, so daß der ganze Streckenquerschnitt innerhalb und hinter der Zone von zerstäubten Wasserteilchen erfüllt ist. Der vor der Flamme hergetriebene und der in der Strecke noch befindliche Kohlenstaub wird daher vollständig durchtränkt und niedergeschlagen. Die Flamme findet deshalb hier keinen Staub mehr vor. Da sie selbst nun auch mit den in der Luft schwebenden Wasserteilchen in Berührung kommt und durch dessen Verdampfung ihre Wärme verliert, so muß sie erlöschen. Je nach der Menge des verwendeten Wassers tritt dies innerhalb der Schutzzone selbst oder erst hinter dieser ein.

Diese Wirkungen des Wassers werden durch den Widerstand, den die schweren Wasserbehälter der Explosion entgegensetzen, unterstützt. Unter geeigneten Umständen kann die Explosion dadurch sogar schon vor der nassen Zone zum Stillstand gebracht werden. Wird sie aber nur vorübergehend aufgehalten, so gelangt auch schon der Rückschlag zur Geltung, der einen Teil des verspritzten Wassers zurückreißt, so daß dieses um so eher mit der wieder fortschreitenden Flamme in Berührung kommt.

Welchem der beiden Bekämpfungsmittel gegen das Fortschreiten von Explosionen der Vorzug zu geben ist, den konzentrierten nassen Zonen (Wasserkasten) oder den Gesteinstaubzonen (Gesteinstaubbarrieren), ist schwer zu

¹ s. Glückauf 1915, S. 948.

entscheiden. Das Wasser besitzt einige Eigenschaften, die dem Gesteinstaub abgehen. Es bindet den vor der Explosion hergetriebenen Kohlenstaub, so daß sich innerhalb und weit hinter der Schutzzone (unter Umständen auch vor dieser) kein trockener Staub mehr vorfindet. Auch entzieht das Wasser dadurch der Flamme Wärme, daß es verdampft wird. Dagegen kann das Wasser, wenn es sich einmal auf die Sohle ergossen hat, keine wesentliche Wirkung mehr ausüben. Demgegenüber bietet der Gesteinstaub den Vorteil, daß er nicht in Kasten, die umgekippt oder sonst plötzlich entleert werden müssen, eingefüllt zu werden braucht. Seine Anhäufung auf Brettern läßt es zu, daß bei schwachem Luftstoß kleinere Mengen, mit zunehmender Gewalt der Explosion aber immer größere Mengen Staub in den Streckenquerschnitt geweht werden. Starke Explosionen reißen allerdings die gesamten Barrieren fort. Jedoch kann der Gesteinstaub, der etwa vorzeitig zu Boden gefallen sein sollte, vor der Explosion wieder aufgewirbelt und dadurch wirksam gemacht werden.

Versuche, die in großem Maßstabe vielleicht einmal in einer Grube selbst vorgenommen werden könnten, würden wohl zu einem Urteil darüber führen, ob die Schutzzone mit Wasserkasten oder diejenigen mit Gesteinstaubbarrieren vorzuziehen sind. Aus den Versuchen in der Versuchsstrecke darf aber entnommen werden, daß beide Verfahren wirksame Bekämpfungsmittel darstellen, um eine Kohlenstaubexplosion an bestimmter Stelle aufzuhalten. Im praktischen Betriebe müssen naturgemäß erheblich größere Mengen von Wasser oder Gesteinstaub angewendet werden, als sie sich in der Versuchsstrecke als ausreichend erwiesen haben. Dabei ist nicht nur die Größe des Streckenquerschnitts zu berücksichtigen, in dem die Zone errichtet wird, sondern auch die Länge des Weges, den eine etwaige Ex-

plosion zurückzulegen hat, um von dem Entstehungspunkt (den Ort- oder Abbaubetrieben) bis zur Schutzzone zu kommen. Je länger dieser Weg ist und je größere Gewalt daher die Explosion, falls sie beim Vorschreiten genügend Nährstoff findet, annehmen kann, desto reichlicher müssen die Löschmittel bemessen werden.

Die Überlegenheit, welche die konzentrierten nassen Zonen gegenüber den gewöhnlichen nassen Zonen zum mindesten gegen heftig verlaufende Kohlenstaubexplosionen besitzen, beruht darauf, daß ihnen bei der Explosion in einem Augenblick eine sehr große Masse von Wasser entgegengebracht wird. Dazu kommt noch der Widerstand der Wasserkasten selbst. Die Wasserdüsen oder -brausen sind abhängig von der Berieselungsleitung, und aus dieser kann, selbst wenn man sehr viele Düsen verwendet, in dem Zeitraum von 1 sek nur eine ganz geringe Menge von Wasser ausströmen. Wenn der Explosionsdruck größer ist als der Druck in der Berieselungsleitung, kann diese im entscheidenden Augenblick überhaupt kein Wasser abgeben. Das an den Streckenwandungen allseitig haftende Wasser genügt aber nicht, um eine starke Explosion zum Erlöschen zu bringen¹. Die Frage, wie sich Wasserkasten und Gesteinstaubbarrieren gegenüber langsam verlaufenden oder schwachen Explosionen verhalten, konnte im Berichtsjahr nicht genügend geklärt werden. Es ist jedoch bei Versuchen vorgekommen, daß die Wasserbehälter unter der ersten Explosionswirkung umkippten und ihren Inhalt ausgossen, und daß dann die Flamme durch die Zone hindurchging. Hier haben also die Wasserbehälter zu früh gewirkt. Bei Anwendung von 4 Behältern ist ein derartiges Versagen der Schutzzone bisher allerdings nicht festgestellt worden. Die Frage bedarf jedoch noch weiterer Prüfung.

¹ s. Glückauf 1916, S. 945 ff.

Volkswirtschaft und Statistik.

Flußstahlerzeugung der deutschen und luxemburgischen Hochofenwerke im August 1916.

	Thomas-	Besse-	Martinstahl-		Stahlform-		Tiegel-	Elektro-	Gesamterzeugung			
	stahl-	merstahl-	Robblöcke		guß				stahl	stahl	1915	1916
	Rohblöcke		basisch	sauer	basisch	sauer					t	t
	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t		
1916												
Januar	582 845	14 333	506 952	27 890	46 051	26 066	8 303	14 680	963790	1 227 120		
Februar	591 388	11 155	508 278	26 835	47 374	29 400	8 564	13 851	946 191	1 236 845		
März	652 377	12 353	548 962	22 551	54 923	30 935	9 718	15 976	1106 126	1 347 795		
April	594 950	12 512	490 386	18 087	50 617	26 034	7 911	12 198	1019 151	1 212 695		
Mai	688 065	13 034	572 249	18 723	64 803	31 825	9 356	14 082	1050 924	1 412 137		
Juni	645 085	14 262	525 015 ¹	14 475	62 361 ¹	34 300 ¹	8 946 ¹	14 874 ¹	1080 786	1 319 318 ¹		
Juli	637 516	18 159	560 165 ¹	19 581	69 216 ¹	36 968 ¹	9 612 ¹	14 424 ¹	1144 468	1 365 641 ¹		
August	656 366	14 247	580 128	21 145	74 730	38 545	10 072	17 093	1162 465	1 412 326		
<i>Dawon im August</i>												
<i>Rheinland und Westfalen</i>	<i>305 347</i>	<i>11 247</i>	<i>366 016</i>	<i>18 475</i>	<i>53 725</i>	<i>23 474</i>	<i>9 415</i>	<i>9 352</i>	<i>676 096</i>	<i>799 317</i>		
<i>Schlesien</i>	<i>15 210</i>	—	<i>100 654</i>	—	<i>5 410</i>	<i>919</i>	<i>602</i>	—	<i>104 489</i>	<i>123 529</i>		
<i>Siegerland u. Hessen-Nassau</i>	—	—	<i>26 900</i>	—	<i>1 232</i>	<i>281</i>	—	—	<i>27 984</i>	<i>28 413</i>		
<i>Nord-, Ost- u. Mitteldeutsch-</i>	—	—	—	<i>1 631²</i>	—	—	—	—	—	—		
<i>land</i>	<i>33 879</i>	—	<i>29 936</i>	—	<i>5 199</i>	<i>6 519</i>	<i>55</i>	—	<i>47 978</i>	<i>61 319</i>		
<i>Königreich Sachsen</i>	—	—	<i>18 193</i>	—	<i>1 185</i>	<i>5 018</i>	—	—	<i>22 606</i>	<i>30 508</i>		
<i>Süddeutschland</i>	—	—	<i>638</i>	—	<i>2 254</i>	<i>508</i>	—	—	<i>11 986</i>	<i>13 188</i>		
<i>Saargebiet und bayer. Rhein-</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
<i>pfalz</i>	<i>84 117</i>	—	<i>21 367</i>	<i>1 039</i>	<i>4 721</i>	<i>1 708</i>	—	—	<i>83 644</i>	<i>117 587</i>		
<i>Elsaß-Lothringen</i>	<i>106 540</i>	—	<i>16 424</i>	—	—	—	—	<i>7 741</i>	<i>105 594</i>	<i>126 073</i>		
<i>Luxemburg</i>	<i>111 273</i>	—	—	—	<i>1 004</i>	<i>118</i>	—	—	<i>82 094</i>	<i>112 392</i>		
Januar-August 1915	4 249 382	103 722	3 441 897	161 639	291 345	104 183	61 466	75 590	8 495 213			
„ „ 1916	5 048 592	110 055	4 292 830	169 287	470 853	254 783	72 511	117 015		10 535 926		
+ 1916%	18,81	6,11	24,72	4,73	61,61	144,55	7,48	54,80	24,02			
Zahl der Betriebe	26	3	75	12	49	59	19	14	221	257 ³		

¹ Berichtigt. ² Nur Schlesien, Nord-, Ost- und Mitteldeutschland und Königreich Sachsen. ³ 23 Werke geschätzt.

Absatz der österreichischen Eisenwerke im August 1916.

	August		Jan.-August		Zu- nahme 1916 geg. 1915 t
	1915 t	1916 t	1915 t	1916 t	
Stab- u. Fassoneisen	38 394	54 352	282 806	405 437	122 631
Träger	8 574	7 914	54 388	70 284	15 896
Grobbleche	3 321	8 594	34 839	56 277	21 438
Schienen	6 723	8 519	39 274	63 604	24 330

Verkehrswesen.

Kohlen-, Koks- und Preßkohlenbewegung auf dem Rhein-Herne-Kanal im September 1916.

Hafen	September		Jan. — Sept.	
	1915 t	1916 t	1915 t	1916 t
Arenberg-Prosper	23 752	55 741	194 240	388 342
Bergfiskus	51 617	65 164	326 698	499 293
Bismarck	24 710	40 699	223 430	328 255
Concordia	14 681	20 021	75 315	130 528
Dortmund	1 743	2 840	26 743	9 268
Emscher-Lippe	—	—	3 600	—
Friedrich der Große	12 249	14 006	135 383	104 325
Hardenberg	—	—	1 348	1 036
Hibernia	2 675	6 170	9 517	60 281
Köln-Neuessen	8 453	22 577	28 643	155 793
König Ludwig	9 577	13 092	89 765	106 681
König Wilhelm	1 305	7 320	13 328	74 960
Mathias Stinnes	30 954	44 453	210 361	270 470
Minister Achenbach	3 739	425	22 385	17 272
Nordstern	2 909	5 144	26 550	51 746
Unser Fritz	—	15 235	—	73 455
Victor	2 218	—	13 298	8 820
Wanne-West	39 728	72 777	199 798	585 785
zus.	230 312	385 664	1 600 402	2 866 310

Amtliche Tarifveränderungen. Niederschlesischer Staats- und Privatbahn-Kohlenverkehr, Heft 3 vom 1. April 1914. Seit 28. Sept. 1916 sind für Krehlau im Übergang auf die Lissa-Guhrau-Steinauer Kleinbahn besondere um 20 Pf. für 1000 kg ermäßigte Frachtsätze eingeführt worden.

Oberschlesisch-österreichischer Kohlenverkehr, Tfv. 1253. Eisenbahn-Gütertarif Teil II Heft I, gültig vom 1. Sept. 1913. Im Nachtrag V, gültig seit 1. Okt. 1916, sind nachstehende Druckfehler zu berichtigen:

Auf Seite	von Grube	nach	von	auf
4	15	Bennisch	783	785
4	15	Bärn Stadt	902	903
4	15	Groß Wisternitz	952	953
5	15	Hombok	912	913
5	11	Kremsier	964	946
5	15	Marienthal	932	933
5	15	Mähr. Schönberg	957	947
6	11	Tischnowitz	1436	1336

Ausnahmetarif für die Beförderung von Steinkohle usw. vom Ruhrbezirk zum Betriebe von Eisenerzbergwerken usw. nach den Stationen des Siegerlandes. (Tarifheft V). Seit 1. Okt. 1916 ist die Station Stoppenberg als Versandstation in die Abteilung A aufgenommen worden.

Oberschlesisch-österreichischer Kohlenverkehr, Tfv. 1265. Eisenbahn-Gütertarif, Teil II, Heft 2, gültig vom 1. Sept. 1913. Mit sofortiger Gültigkeit wird der Frachtsatz von Grube 50 nach Wodnan Stadt von 1697 auf 1679 berichtigt.

Oberschlesisch-ungarischer Kohlenverkehr, Tfv. 1273. Ausnahmetarif, Heft II, gültig vom 4. März 1912. Mit Gültigkeit vom 15. Dez. 1916 bis zur Durchführung im Tarifwege werden in der Schnitttafel II des Heftes II bzw. des zugehörigen Nachtrags III die Schnittfrachtsätze nach den Stationen Forró-Encs, Garadna, Hernádcásány, Hidasnémeti und Torna §) um je 20 h für 1000 kg erhöht. Die Schnittfrachtsätze betragen dann nach: Forró-Encs 1390 h, Garadna 1340 h, Hernádcásány 1240 h, Hidasnémeti 1290 h, Torna §) 1440 h für 1000 kg.

Patentbericht.

Anmeldungen.

die während zweier Monate in der Auslegehalle des Kaiserlichen Patentamtes ausliegen.

Vom 21. September 1916 an.

10 b. Gr. 12. L. 42 303. Dr. Albert Lang, Karlsruhe (Baden), Westendstr. 21. Verfahren zur Herstellung von Glüh- oder Brennmassen aus Gemischen von staubförmig gepulverten Metallen oder Metalloiden mit fein gepulverten Oxyden, Sulfiden oder andern Schwefel- und Sauerstoffträgern und inerten Stoffen. 22. 6. 14.

30 i. Gr. 5. M. 56 731. Maschinenfabrik »Westfalia« A.G., Gelsenkirchen. Einspannvorrichtung für starre Regeneratoren von Luftreinigungsanlagen. 4. 7. 14.

Vom 25. September 1916 an.

21 h. Gr. 12. D. 32 528. Deutsche Schweißmaschinen-Bau- und Vertriebsgesellschaft m. b. H., Berlin-Schöneberg. Elektrische Schweißmaschine. 15. 4. 16.

23 b. Gr. 2. D. 28 933. Deutsche Erdöl-A.G., Berlin. Verfahren zur Gewinnung von festen Paraffin- und Ozokerit-Kohlenwasserstoffen aus Mineralölen, deren Destillaten oder Rückständen, Braunkohlenteeren, paraffinhaltigen Teeren, Teerdestillaten und bituminösen Mineralstoffen. 22. 5. 13.

24 b. Gr. 7. M. 51 627. Paolo Mejani, Spezia; Vertr.: E. Lamberts, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Flüssigkeitszerstäuber mit Zerstäuberplatten, besonders für Ölfeuerungen für Dampfkessel. 2. 6. 13. Italien 8. 6. 12.

27 e. Gr. 2. G. 42 495. Max Güttner, Schmölln (S.-A.). Kapselgebläse mit in einem zylindrischen Gehäuse exzentrisch angetriebenem, kreisrundem Arbeitskolben. Zus. z. Pat. 279 594. 19. 12. 14.

40 c. Gr. 16. W. 46 789. Westdeutsche Thomasphosphat-Werke G. m. b. H., Berlin. Elektrisch beheizter Schacht-ofen zur Gewinnung von Metallen auch aus armen Erzen. 5. 8. 15.

80 e. Gr. 16. P. 34 675. Fa. G. Polysius, Dessau. Verfahren und Vorrichtung zum Verhüten des Eindringens falscher Luft beim Beschicken von Schachtofen. 16. 3. 16.

Zurücknahme von Anmeldungen.

Die am 8. Juni 1916 im Reichsanzeiger bekannt gemachte Anmeldung:

30 k. C. 25 425. Kammer zum Binden von Kohlensäure in Atmungs- und Luftreinigungsanlagen. ist zurückgenommen worden.

Gebrauchsmuster-Eintragungen.

bekannt gemacht im Reichsanzeiger vom 25. September 1916.

21 h. 652 723. Richard Mack, Berlin-Tempelhof, Dreibundstr. 45. Vorrichtung für elektrische Schweißmaschinen. 26. 1. 16.

21 h. 652 900. Deutsche Schweißmaschinen-Fabrik G. m. b. H., Berlin-Schöneberg. Elektrische Schweißmaschine. 16. 8. 16.

27 d. 652 871. Ernst Reinhard, Gelsenkirchen, Kaiserstraße 18. Strahlgebläse für die Belüftung von Arbeitsräumen. 23. 5. 14.

37 b. 652 573. Drägerwerk, Heinr. & Bernh. Dräger, Lübeck. Leitungsanschluß an Öffnungen in Wänden aus biegsamem Stoff. 2. 7. 15.

37 b. 652 574. Drägerwerk, Heinr. & Bernh. Dräger, Lübeck. Anschlußstück für Öffnungen in Wänden aus biegsamem Stoff. 2. 7. 15.

38 a. 652 844. Fa. F. W. Sassenhoff, Herne (Westf.). Bügellose Grubensäge. 28. 8. 16.

59 e. 652 633. Fa. Hermann Wintzer, Halle (Saale). Injektor mit symmetrischem Schlabberventil und nach einer Seite herausnehmbarem Düsensatz. 2. 9. 16.

81 e. 652 607. Peter Lax, Essen (Ruhr), Mittwegstr. 2. Vorrichtung zum Beladen von Schüttelrutschern. 23. 8. 16.

87 b. 652 576. Heinrich Christiansen, Pinneberg. Doppelschlauch für pneumatische Werkzeuge. 21. 10. 15.

Verlängerung der Schutzfrist.

Folgende Gebrauchsmuster sind an dem angegebenen Tage auf drei Jahre verlängert worden:

1 b. 571 405. Elektrizitäts-Gesellschaft »Colonia« m. b. H., Köln-Zollstock. Kippbare Magnetwalze. 17. 8. 16.

35 b. 581 576. Dr. Paul Hecker, Recklinghausen. Kippkübel usw. 18. 8. 16.

421. 581 866. Chemische Fabrik Dr. Reininghaus, Essen (Ruhr). Schwefelbestimmungsapparat. 5. 8. 16.

59 e. 607 234. Emil Freytag, Zwickau (Sa.), und Hayn & Leilich, Chemnitz. Kolbenpumpe usw. 11. 8. 16.

Deutsche Patente.

1 a (25). 294 519, vom 30. Mai 1915. Dr. Gustaf Gröndal in Djursholm (Schweden). *Verfahren und Vorrichtung zur Aufbereitung von Erzen nach einem Ölschwimmverfahren.*

Nach dem Verfahren soll Öl mit Hilfe strömenden Dampfes oder mittels Druckluft zerteilt und darauf der mit Öl gemengte Dampf oder die mit Öl gemengte Druckluft mit einer großen Menge Luft oder einem andern Gas gemischt und in das in Wasser aufgeschwemmte Erz gepreßt werden. Bei der durch das Patent geschützten Vorrichtung erfolgt die Mischung des Öls mit dem Dampf oder der Druckluft in einem Körtingschen Strahlapparat o. dgl., der mit der Außenluft oder mit einem Gasbehälter in Verbindung steht.

24 b (7). 294 042, vom 30. Januar 1915. Eduard Grube in Altrahlstedt. *Heizbrenner für flüssigen Brennstoff mit Preßluft oder Dampf als Zerstäubungsmittel.*

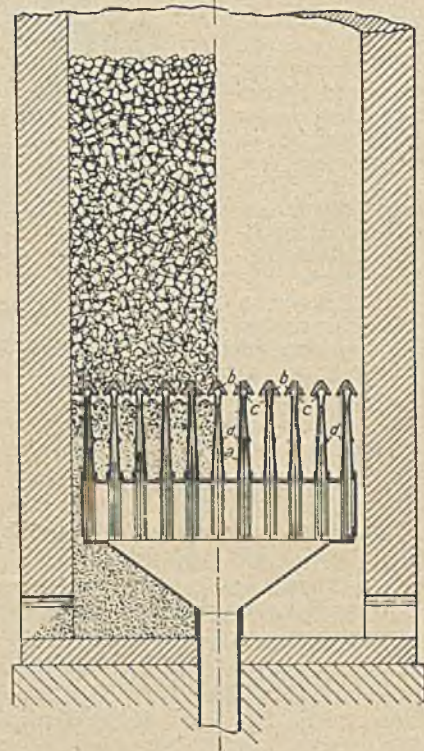
Durch ein zentrales Zuleitungsrohr wird der Brennstoff einer offenen, ringartigen Rinne des Zerstäuberkopfes zugeleitet. Der Zerstäuberkopf besteht aus einer vollen Scheibe, deren Verteilerfläche je nach dem Flüssigkeitsgrad des Öles entweder konvex oder konkav ist. Vor der Scheibe ist ein Ringkörper *b* gelagert, der den Luftstrom spaltet, so daß ein Teil davon das in der Rinne enthaltene Öl trifft und es an den Umfang der Zerstäuberscheibe treibt, wo es von dem über den Zerstäuberkopf streichenden Luftstrom über die scharfe Kante des Zerstäuberkopfes fein zerstäubt wird.

1 a (30). 294 541, vom 26. Juni 1915. Kurt Österreicher in Dortmund. *Verfahren zum Austragen von Feinkohlen aus Schlammbehältern.*

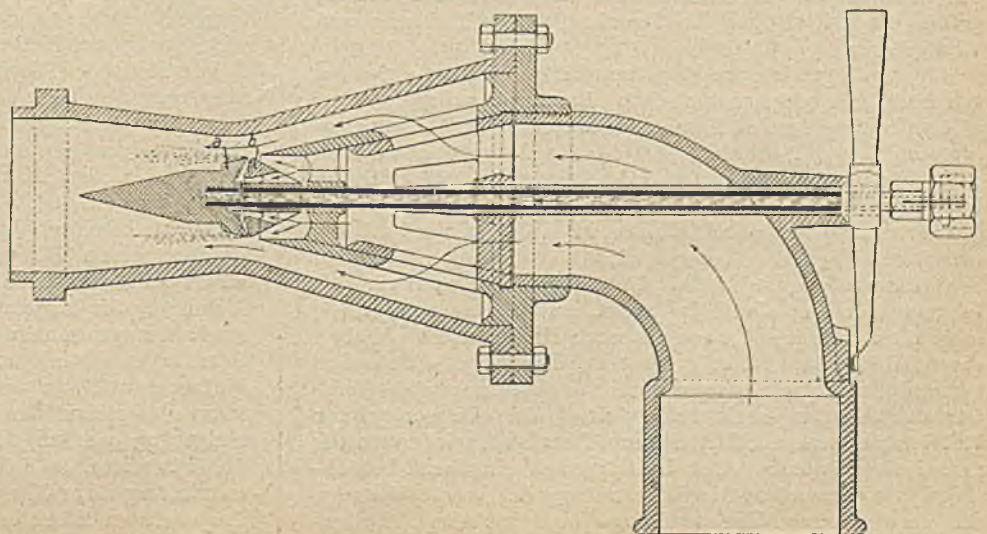
Nach dem Verfahren sollen die Feinkohlen aus den Schlammbehältern durch unter den Absetzräumen dieser Behälter angeordnete, von Hand oder maschinemäßig zu bewegende Schieber o. dgl. ausgetragen werden, deren

Kammern, Taschen oder Räume entlüftet werden, bevor sie bei der Bewegung der Schieber o. dgl. unter die Absetzräume gelangen. Die Entlüftung der Kammern oder Taschen kann z. B. dadurch bewirkt werden, daß Wasser in die letztern gesaugt oder gedrückt wird.

24 e (11). 294 026, vom 9. Mai 1915. Wilhelm Hoeller in Oberdollendorf (Rhein). *Hohlrast für Gaserzeuger zum Vergasen von feinkörnigem oder in feinkörnige Rückstände zerfallendem Brennstoff.*

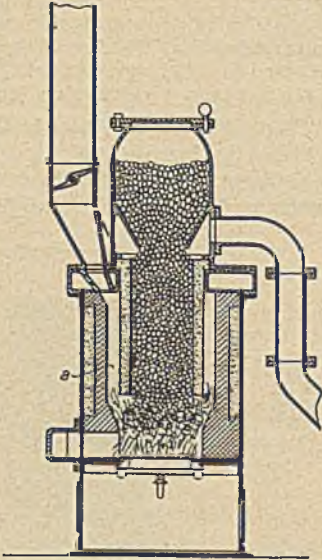


In dem rings ungeschlossenen Aschensammelraum ist unterhalb jedes der dreikantigen, dachartig überstehenden Planroststäbe *b* eine senkrechte Hohlplatte *a* angeordnet, die Luftdüsen *c* und *d* trägt, und zwar sowohl in einer unmittelbar unter den Roststäben als auch in einer tiefer liegenden Reihe. Durch diese Anordnung wird eine erhöhte Vergasungsfähigkeit des Gaserzeugers bei wesentlicher Verbesserung der Gasbeschaffenheit erzielt.



24 e (3). 294 025, vom 28. März 1915. Friedrich Kuers in Berlin-Tegel. Gaserzeuger, besonders für Kraftgas.

Vom untern Feuerraum aus zweigen in der Schachtwand liegende Heizzüge *a* ab, durch die ein Teil der in der Verbrennungszone gebildeten Verbrennungsgase nach außen abgeführt wird. Durch die Außenheizung wird stets ein nach Bedarf größerer oder geringerer Bruchteil der Feuergase zu Kohlensäure verbrannt und durch den Abzug ins Freie geführt. Dieser scheinbare Verlust wird mehr als reichlich durch die äußere Beheizung des Generatorschachtes ausgeglichen, infolgedessen seine Abkühlung vermieden wird, so daß stets, also auch bei schwachem Saugen, die gehörige Erzeugung des Generatorgases gesichert bleibt.



Bücherschau.

Lehrbuch der praktischen Geologie. Arbeits- und Untersuchungsmethoden auf dem Gebiete der Geologie, Mineralogie und Palaeontologie. Von Geh. Bergrat Professor Dr. Konrad Keilhack, Abteilungsdirigenten der Kgl. Geologischen Landesanstalt in Berlin. Mit Beiträgen von Bezirksgeologen Dr. G. Berg u. a. 3., völlig Neubearb. Aufl. 2 Bde. 1. Bd. 536 S. mit 222 Abb. und 2 Doppeltaf. Stuttgart 1916, Ferdinand Enke. Preis geh. 15 M.

Das bekannte und bewährte Lehrbuch erscheint hiermit in dritter Auflage, infolge seines vermehrten Umfanges in 2 Bänden. Wie der Name andeutet, umfaßt es das große Wissensgebiet der praktischen Betätigung der Geologie, auf dem es zur Zeit wohl das einzige der gesamten Weltliteratur darstellt. Kenntnisse der theoretischen Geologie voraussetzend, behandelt es die Ausrüstung zu geologischen Beobachtungen, die zu beobachtenden geologischen Erscheinungen im allgemeinen und in besondern Fällen, ferner die Mittel und die Zwecke der Beobachtung und Darstellung.

Der vorliegende erste Band beschäftigt sich im einzelnen zunächst mit der geologischen Kartenaufnahme, wobei alle zu beobachtenden Erscheinungen eingehend besprochen werden. Dieser Abschnitt dürfte jedem Bergmann, der sich mit geologischen oder besonders lagerstättenkundlichen Fragen zu beschäftigen hat, ein sehr willkommener Leitfaden sein, ganz unentbehrlich in noch mangelhaft erforschten Gegenden. Auch eine kurze Anleitung zur eigenen Herstellung topographischer Unterlagen, wie man sie sich in unerforschten Gebieten meist selbst herstellen muß, fehlt nicht; vielleicht wäre ein noch eingehender Ausbau dieses Abschnittes vielen erwünscht. Die zu beobachtenden geologischen Erscheinungen sind mit aller nur wünschenswerten Vollständigkeit behandelt. Da die geologische Kartenaufnahme nur Mittel zum Zweck ist, sind auch die praktischen Zwecke selbst im folgenden eingehend berücksichtigt, so besonders die Beobachtung der Wasserführung, der Verwerfungen, Untersuchung von Bohrproben, Höhlenforschungen, Untersuchung von Tiefmooren (wissenschaft-

liche und praktische) sowie die Aufsuchung und Untersuchung von Erz-, Kohlen- und Salzvorkommen, Untersuchungen für die Steinbruchindustrie, Untersuchungen von Baumaterialien sowie die Aufsuchung anderer technisch nutzbarer Materialien, um nur einiges aus dem überaus reichen Inhalt herauszugreifen. Das Werk ist für jeden Bergmann und Geologen in den einschlägigen Fragen ein unentbehrliches Hilfsmittel, das auch dem Erfahrenen vieles Neue bieten wird. Die Neuauflage zeichnet sich gegenüber der ältern durch eine Bereicherung und Erweiterung des Stoffes aus. Neu hinzugekommen sind besonders die z. T. schon erwähnten Abschnitte über Höhlenforschung, wissenschaftliche Tiefmooruntersuchung, Prüfung von Bohrproben, Untersuchung von Baustoffen, Kriegsgeologie sowie Abschnitte über Aufsuchung und Untersuchung von Kohlen- und Salzlagerstätten. Eine besondere Empfehlung des vorzüglichen Werkes erübrigt sich.

Dr. T.

Die nutzbaren Lagerstätten Belgiens, ihre geologische Position und wirtschaftliche Bedeutung. Von Geh. Bergrat Professor Dr. P. Krusch. 75 S. mit 20 Abb. und 3 Taf. Essen 1916, Verlag der Berg- und Hüttenmännischen Zeitschrift »Glückauf«. Preis in Pappbd. 6 M.

Die verschiedenen Aufsätze des Verfassers über die Kohlen-, Erz- und Phosphatvorkommen Belgiens, über den geologischen Bau des Landes und die wirtschaftliche Bedeutung seines Berg- und Hüttenwesens, die im Laufe der Jahre 1915 und 1916 in dieser Zeitschrift erschienen sind, haben schließlich eine so vollständige Behandlung des vorliegenden Stoffes ergeben, daß es angebracht erschien, sie nach einer entsprechenden Umgestaltung in dem Rahmen dieses Buches zusammenzufassen.

Deutschlands Volksvermögen im Krieg. Von Arnold Steinmann-Bucher. (Finanzwirtschaftliche Zeitfragen, 24. H.) 93 S. Stuttgart 1916, Ferdinand Enke. Preis geh. 3 M.

Die in fesselnder Form geschriebene kleine Schrift wird auch derjenige nicht ohne Nutzen aus der Hand legen, der sich den Bedenken gegen die kühnen Schlußfolgerungen des Verfassers nicht verschließt. Er wird auch damit am besten dem Geist der Schrift gerecht, die in ihrem Hauptteil nicht abgeschlossene »Beweisführung«, sondern »Thesen, Anregungen, Fragen« bringen will. Bei genauerer Betrachtung wird sich sogar der Widerspruch gegen die anscheinend widersinnigsten Stellen als unbegründet erweisen. An die Spitze stellt der Verfasser den Satz: »Volksvermögen ist alles, was das Volk vermag«. Er vermeidet aber eine Vermengung der Begriffe und scheidet reinlich die Schätzung des Vermögens als Geldwert von dem Inbegriff alles geistigen und materiellen Könnens. Die frühern zahlenmäßigen Summierungen des Volksvermögens im engern Sinn werden sachlich verteidigt.

Von seinen Thesen über das Volksvermögen im Krieg widerspricht die erste anscheinend der selbstverständlichen Meinung. Sie lautet: »Das Volksvermögen hat nicht ab-, sondern zugenommen«. Es zeigt sich aber, daß nicht die Summe der Güter gemeint ist, wie man nach der objektiven Methode und der erweiterten Begriffsfassung erwarten könnte, sondern der reine Geldwert. Durch die Preissteigerung werden die vorhandenen Produkte und Produktionsmittel so hoch bewertet, daß dadurch die Verminderung ihrer Menge überwogen wird. Daß neben den Ersparnissen flüssiges Kapital für den Erfolg der Kriegsanleihen von Bedeutung war, erkennt der Verfasser voll an.

Es war ihm vergönnt, die gewaltigen Leistungen der deutschen Industrie in der Anpassung an den Krieg mitzuerleben; so ist es begreiflich, daß seine Begeisterung sich auch auf die Kriegskonjunktur überträgt, und ihn zu Wendungen führt, die, aus dem Zusammenhang gerissen, denen verletzend erscheinen müssen, denen überwiegend die Tragik des Krieges zum Bewußtsein gekommen ist. Beherzigung verdient jedoch, daß der Verfasser den hohen Stand der Preise und Löhne, d. h. die Entwertung des Geldes, für längere Zeit nach dem Kriege erhalten wissen will. Eine rasche Hebung der Valuta würde, wie 1873, zu einer Krisis führen, die in ihren Folgen um so verhängnisvoller sein würde, als diesmal die Anpassung an die Friedenswirtschaft viel tiefer in das Wirtschaftsleben eingreifen wird.
v. Poellnitz.

Zur Besprechung eingegangene Bücher.

(Die Schriftleitung behält sich eine Besprechung geeigneter Werke vor.)

- Behr, Fritz: Über Trinkwasserbeschaffung im Felde. 31 S. Leipzig, Verlag »Das Wasser«. Preis geh. 80 Pf. Ein Wort an die unten und die oben von einem deutschen Sozialdemokraten. 24 S. Stuttgart, Franckhsche Verlagshandlung. Preis geh. 30 Pf.
- Hirschfeld, Erwin: Die Warenumsatzsteuer. Ein Leitfaden mit erläuternden Beispielen und Formularen für den praktischen Gebrauch und mit dem Abdruck des Warenumsatzstempelgesetzes sowie der Ausführungsbestimmungen. 60 S. Berlin, W. Moeser. Preis kart. 1,80 M.
- Mrozek, Alfons: Direkte Kriegsteuer. Gesetze zur Besteuerung der Kriegsgewinne nebst den Ausführungsbestimmungen des Bundesrats und den preußischen Ausführungsvorschriften. Ausführlicher Kommentar. (Guttentagsche Sammlung Deutscher Reichsgesetze, Nr. 121) 379 S. Berlin, J. Guttentag. Preis geb. 4,50 M.
- Seufert, Franz: Anleitung zur Durchführung von Versuchen an Dampfmaschinen, Dampfkesseln, Dampfturbinen und Dieselmotoren. (Zugleich Hilfsbuch für den Unterricht in Maschinenlaboratorien technischer Lehranstalten) 4., erw. Aufl. 136 S. mit 45 Abb. Berlin, Julius Springer. Preis geb. 2,80 M.
- Tornquist, A.: Grundzüge der allgemeinen Geologie für Studierende der Naturwissenschaften, der Geographie und der technischen Wissenschaften. 250 S. mit 81 Abb. Berlin, Gebr. Borntraeger. Preis geh. 9,20 M.
- Weigel, Robert: Konstruktion und Berechnung elektrischer Maschinen und Apparate. Erläutert durch Beispiele. Lfg. 3 und 4. Vollständig in 12 Lfg. mit 572 Abb. und 16 Konstruktionstaf. (Handbuch der Starkstromtechnik, 1. Bd.) 2., völlig umgearb. und erw. Aufl. Leipzig, Hachmeister & Thal. Preis je Lfg. 1,50 M., des ganzen Werkes geb. 21,60 M.

Zeitschriftenschau.

(Eine Erklärung der hierunter vorkommenden Abkürzungen von Zeitschriftentiteln ist nebst Angabe des Erscheinungsortes, Namens des Herausgebers usw. in Nr. 1 auf den Seiten 21–23 veröffentlicht. * bedeutet Text- oder Tafelabbildungen.)

Bergbautechnik.

New pits of the Carriden Coal Company, Bo'ness. Coll. Guard. 15. Sept. S. 497/8*. Das Abteufen zweier

Schächte der genannten Gesellschaft im Niedrigwasser des Firth of Forth. Kurze Angaben über die durchsunkenen Schichten und Flöze sowie die bisher vorhandenen Anlagen unter und über Tage.

Mining and dealing with mine water in the Buckley coalfield. Von Hopwood. Ir. Coal Tr. R. 15. Sept. S. 314/6*. Die Ablagerungsverhältnisse und der Grubenbetrieb unterer besonderer Berücksichtigung der Wasserzuflüsse und -wältigung in dem genannten englischen Kohlengebiet.

Die elektrischen Anlagen der Gewerkschaft des Steinkohlenbergwerks »Vereinigte Welheim«. Von Steiner. (Forts.) E. T. Z. 5. Okt. S. 537/43*. Der Aufbau der Schaltanlage. (Schluß f.)

Die Rieselsolcerzeugung auf den österreichischen Salzbergen. Von Schraml. Bergb. u. Hütte. 15. Sept. S. 313/20*. Beschreibung des Betriebes der Rieselsolcerzeugung in Alt-Aussee, Hallstatt, Bad Ischl, Hallein und Hall.

Die Sandförderung für Spülversatz und Verkauf des Erzbergirischen Steinkohlen-Aktien-Vereines in Oberrothenbach. Z. Bgb. Betr. L. 1. Okt. S. 257/63*. Gewinnung des Fördergutes. Der Verlauf und die einzelnen Einrichtungen der von Bleichert gebauten Drahtseilbahn.

Influence of pressure on the electrical ignition of methane. Von Thornston. Coll. Guard. 15. Sept. S. 503/5*. Versuche über die Einwirkung veränderten Luftdrucks auf die elektrische Zündung von Schlagwettern.

Dampfkessel- und Maschinenwesen.

Versuche an einem Stierle-Kessel mit Betrachtungen über den Wärmedurchgang. Von Kammerer. (Forts.) Z. Bayer. Rev. V. 30. Sept. S. 148/50*. Strahlung im Vorwärmer und im Überhitzer. (Forts. f.)

Gasfeuerungen für Dampfkessel. Von Pradel. (Schluß.) Z. Dampf. Betr. 6. Okt. S. 315/7*. Verschiedene Bauarten von Brennern mit Druckluft und von Druckgasfeuerungen.

Eine fehlerhafte Kesselbekohlungsanlage. Von Hermanns. Z. Dampf. Betr. 6. Okt. S. 313/5*. Gutachtliche Äußerung über die einer maschinenmäßigen Kesselbekohlungsanlage anhaftenden Fehler und deren Beseitigung.

Bremsversuche an einer neuen schnellaufenden Wasserturbine. (Schluß.) Z. Turb. Wes. 30. Sept. S. 279/81*. Besprechung weiterer Hauptcharakteristiken an der Hand von Schaubildern. Schlußfolgerungen.

Der Torsiograph, ein neues Instrument zur Untersuchung von Wellen. Von Geiger. Z. d. Ing. 30. Sept. S. 811/6*. Erörterung der Fragen, was, wo und wie man an Wellenleitungen messen kann und soll. Bauart und Wirkungsweise des Torsiographen. (Schluß f.)

Elektrotechnik.

Zukunftsfragen in der Elektrizitätsversorgung. Von Geutebrück (Schluß.) Techn. Bl. 30. Sept. S. 154/6. Besprechung der Betrachtungen Klingenbergers über die wirtschaftliche Gestaltung der Elektrizitätsversorgung.

Die Wärmebeständigkeit von Baumwolle und Papier. Von Schüler. E. T. Z. 5. Okt. S. 535/7*. Bericht über die im Auftrage des Elektrotechnischen Vereins im Kgl. Materialprüfungsamt ausgeführten Versuche, aus denen Schlüsse auf die zulässige Erwärmung elektrischer Maschinen und Transformatoren gezogen werden.

Hüttenwesen, Chemische Technologie, Chemie und Physk.

Die Eisenindustrie Schwedens. Von Simmersbach. (Schluß.) Techn. Bl. 30. Sept. S. 156/7. Ausfuhr und

Einfuhr. Ausbeutung der Eisenerzvorkommen durch einheimische Gesellschaften. Ausländische Ankäufe von Eisenerzgruben.

Versuche über die Bearbeitbarkeit von Gußeisen und Metallegierungen. Von Kessner. (Forts.) Gieß. Ztg. 1. Okt. S. 292/5*. Versuche über die Ermittlung eines Normmetalls. Kugeldruckhärte und Bearbeitbarkeit von Messing mit steigendem Bleigehalt. Der Einfluß des Siliziumgehaltes auf die Bearbeitbarkeit von Gußeisen. (Forts. f.)

Die Vorzüge beim Gießen der Metalle. Von Deutsch. Gieß. Ztg. 1. Okt. S. 289/92*. Betrachtungen über den Gießvorgang sowie über den Wärmeverbrauch, die Überhitzung und die Gasentwicklung bei der Schmelze. (Forts. f.)

Neuere Heizmaschinen. Von Krebs. St. u. E. 5. Okt. S. 966/9*. Beschreibung von neuen elektrischen Heizmaschinen, die sich durch einfachen Aufbau, leichte Bedienbarkeit, große Betriebssicherheit und wirtschaftlichen Betrieb auszeichnen.

Einwirkung der Temperatur auf die Biegefähigkeit von Flußeisen- und Kupferdrähten. Von Lantz. Z. d. Ing. 23. Sept. S. 785/8*. Beschreibung der benutzten Drahtbiegevorrichtung. Ausführung der Versuche. Zusammenstellung ihrer Ergebnisse.

Der heutige Stand der Dauerversuche mit Metallen. Von Rudeloff. Verh. Gewerbefleiß. Sept. S. 343/69*. Beschreibung der Versuchseinrichtungen. Zusammenfassung der Versuchsergebnisse, die trotz der zahlreichen angestellten Untersuchungen, wie angegeben wird, nur geringe und zum Teil widersprechende allgemeine Schlußfolgerungen hinsichtlich der Dauerfähigkeit der Metalle im Betriebe gegenüber mechanischen Beanspruchungen abzuleiten erlauben.

Zur künftigen Entwicklung des Generatorbetriebes. Von Hoffmann. Feuerungstechn. 1. Okt. S. 3/8*. Allgemeine über die Nutzbarmachung der Kohle auf dem Umwege über die Gasezeuger. Die Wärmeausnutzung im Generator. Unterschied zwischen Koks-Generator und Rohkohलगenerator. Nebenproduktengewinnung im Generatorbetriebe. Schlußfolgerungen für die Zukunft der Generatorbetriebe.

Über die Heizung der Gaserzeugungsöfen. Von Bertelsmann. Feuerungstechn. 1. Okt. S. 1/3. Kurze Angaben über die Beschickung, die Regelung der Verbrennung und die Wärmeverteilung im Ofen.

Ist der Verbund-Ofen für Gasanstalten wirtschaftlich? Von Karbe. J. Gasbel. 30. Sept. S. 501/2. Rechnerische Ermittlungen aus dem Betriebe zur Beantwortung der Frage, die danach von Fall zu Fall eine besondere Prüfung bedarf.

Sandaufbereitungsvorrichtungen der Badischen Maschinenfabrik in Durlach. Von Lohse. (Schluß.) Gieß. Ztg. 1. Okt. S. 295/6. Die Arbeitsgänge bei der Aufbereitung der verschiedenen Formstoffe, von gewöhnlichem Modellsand, feinem Modellsand und Masse.

Die Gewinnung von Terpentinöl, Teer und Holzkohle in Polen. Von Hirkort. Z. angew. Ch. 3. Okt. S. 361/3*. Die Gewinnung von Terpentinöl, Teer und Holzkohle aus den Wurzeln von Kiefern (Stubben) durch trockene Destillation im polnischen oder im russischen Ofen.

Die Versuche zur Gewinnung von Kalisalzen aus Salzsolen in den Vereinigten Staaten von Amerika. Von Mayer. (Forts.) Kali. 1. Okt. S. 289/95*. Die Gewinnung und Konzentrierung der Lösungen bei der Erzeugung von Kali aus dem Rohmetall. Kali aus dem Owens-See. (Schluß f.)

Neue Apparatformen für die chemische Laboratoriumspraxis. Von Kippenberger. Z. angew. Ch. 19. Sept. S. 351/2*. 26. Sept. S. 359/60*. Vorrichtungen für die Behandlung fester Substanz mit gekühlter Extraktionsflüssigkeit. Perforator für die Verwendung einer Extraktionsflüssigkeit, die schwerer als Wasser. Absaugvorrichtung mit Absaugbecher. Mischvorrichtung für Milchfettbestimmungen und andere Zwecke. Titrier-einrichtung. Verstellbares Gasbrennstativ für Destillationsvorrichtungen.

Gesetzgebung und Verwaltung.

Die Rechtsentwicklung auf dem Gebiete des Gewerbe-, Handels-, Nachbar-, Verkehrs- und Wasserrechts der Großindustrie in den Jahren 1914 und 1915. Von Schmidt-Ernsthausen. St. u. E. 5. Okt. S. 957/66. Recht des Krieges. Enteignung. Gewerbeordnung. Konzessionsbedingungen. Einwirkungen auf Nachbargrundstücke (Immissionen). (Forts. f.)

Unterliegt in Böhmen das Bergwerkseigentum der Wertzuwachsabgabe? Von Frankl. Bergb. u. Hütte. 15. Sept. S. 311/3. Nach den gegebenen Ausführungen ist die gestellte Frage zu verneinen.

Volkswirtschaft und Statistik.

British association for the advancement of science. Report of the fuel economy committee. Coll. Guard. 15. Sept. S. 499/503*. Angaben über die Kohlenvorräte der Welt, Förderung und Verbrauch. Berichte der verschiedenen Unterausschüsse über die einzelnen Kohlenverbraucherindustrieweige. (Forts. f.)

Der Kohlenverbrauch der schweizerischen Industrie und die Koksverwertung während des Krieges. Von Henke. Techn. Bl. 30. Sept. S. 153/4. Angaben über die für die Zeit vor dem Kriege geltenden Verhältnisse und Zahlen. Die Möglichkeit der Koksverwertung. (Schluß f.)

Die Elektrizitätswerkbetriebe im Lichte der Statistik. Von Hoppe. El. u. Masch. 1. Okt. S. 473/9. Theorie und Praxis in der Statistik der Elektrizitätswerke. Neue Bearbeitungen statistischer Unterlagen.

Ausstellungs- und Unterrichtswesen.

Beiträge zur Frage der Einrichtung von Schulwerkstätten unter besonderer Berücksichtigung des Form- und Gießereigewerbes. Von Sutor. (Schluß.) St. u. E. 18. Sept. S. 939/43. Ein Lehr- und Arbeitsplan zur fachlichen Ausbildung der Form- und Gießer mit verkürzter Lehrzeit. Zusammenfassung.

Verschiedenes.

Die Beleuchtung gewerblicher und industrieller Betriebe. Von Müller. Z. Byer. Rev. V. 30. Sept. S. 145/7. Hygienische und wirtschaftliche Gesichtspunkte bei der künstlichen Beleuchtung gewerblicher Arbeitsstätten. (Schluß f.)

Personalien.

Dem Bergbaubeflissenen Luyken (Bez. Dortmund), Leutnant d. R. in der Pionier-Mineur-Komp. 209, ist das Eisenerz-Kreuz erster Klasse,

dem Bergreferendar Dahlmann (Bez. Halle), Vize-wachtmeister in einem Feld-Art.-Rgt., das Eisenerz-Kreuz verliehen worden.