

GLÜCKAUF

Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

Nr. 31

2. August 1919

55. Jahrg.

Der Wert des Tiefkälteverfahrens für den Schachtbau und die Grenzen seiner Anwendbarkeit in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht.

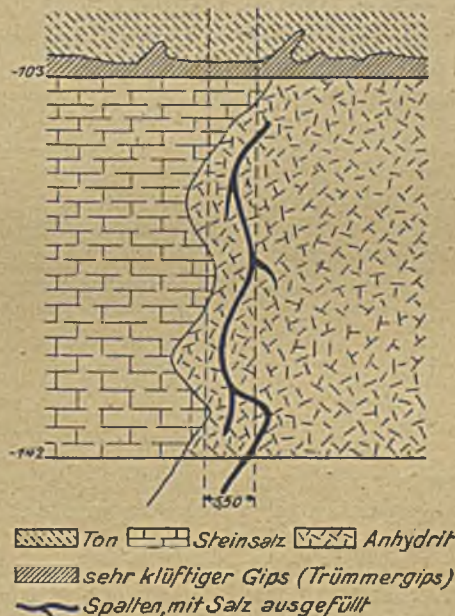
Von Dr.-Ing. H. Krekler, Düsseldorf.

Das Gefrierverfahren ist zur Zeit eines der beim Schachtabteufen am häufigsten angewendeten Sonderverfahren. Unter gewissen Verhältnissen kann es das zuverlässigste, billigste und kürzeste Zeit beanspruchende aller bestehenden Verfahren sein. Seine technische Anwendbarkeit hatte jedoch in manchen Fällen Grenzen gefunden, bis durch eingehende wissenschaftliche und praktische Untersuchungen über die Wirkungen tiefer Temperaturen auf die Gefrierbarkeit schwieriger, dem gewöhnlichen Gefrierverfahren gefährlicher Gebirgsschichten der Wert weiter als bisher gehender Erniedrigung der Temperatur erwiesen worden war. Durch zweckentsprechende Ausgestaltung des Gefriervorganges gelang praktisch die Temperaturniedrigung des Kälte-trägers bis auf -45° und damit die erfolgreiche Ausführung des Tiefkälteverfahrens, das zum ersten Male im Jahre 1909 beim Bau der Kalischächte Niedersachsen und Prinz Adalbert angewandt worden ist und sich in der Folgezeit bei mehrfachen Wiederholungen unter den verschiedensten Umständen bewährt hat. In welchen Fällen die Anwendung so tiefer Temperaturen erforderlich oder zweckmäßig und empfehlenswert ist, soll im folgenden erörtert werden.

Gründe für die Anwendung des Tiefkälteverfahrens.

An erster Stelle sind die Schwierigkeiten zu erwähnen, die dem Gefrierverfahren beim Abteufen von Schächten stets erwachsen, wenn die Frostmauerbildung bei Vorhandensein von mehr oder weniger solehaltigem Gebirgswasser erfolgt, wie es in der Zone des Salzkopfes bei vielen Kalischächten zu beobachten war, sei es, daß die Gefrierlöcher einige Meter noch ins Steinsalz hineingebohrt werden, sei es, daß sie unmittelbar über dem Salzkopf im Anhydrit oder Gips endigen. Beim Stoßen der Gefrierlöcher wird nämlich das Spülwasser mit den Salzkopfschichten in Berührung gebracht und so in den meist klüftigen und rissigen obersten Salzschieben Sole künstlich erzeugt, falls sie nicht bereits, wie es häufig der Fall sein wird, infolge der Klüftigkeit des auflagernden Gipses vorhanden ist. Auch in höhern Gebirgsschichten kann solehaltiges Gebirgswasser infolge von Störungen und Aufrichtungen der Steinsalzschieben auftreten, so daß diese unvermutet die Schachtscheibe

treffen und sie kurz oder länger begleiten. Als Beispiel hierfür seien die Verhältnisse in einem hannoverschen Kalischacht angeführt. Dort erfolgte wider Erwarten bei 95 m Teufe, trotzdem das Steinsalz erst bei 175 m



Steile Schichtenaufrichtung im Steinsalz.

in der Nähe des Schachtes erbohrt worden war und die Gefrierlöcher nur bis 150 m reichten, bei 95 m Teufe ein Soleinbruch, dessen Ursache sich beim spätern Abteufen dahin aufklärte, daß der Schacht gerade mitten in einer Kontaktstelle zwischen Salz und Anhydrit stand (s. Abb.). Durch die steile Schichtenaufrichtung war das Steinsalz von 175 nach 103 m unter starkem Zerreißen des ganzen Salzkopfes hinaufgeschoben worden, so daß es bereits bei 103 m in das Schachtprofil trat, bei 142 m vollständig daraus verschwand und erst bei 175 m endgültig wieder angefahren wurde.

Mit den beim gewöhnlichen Gefrierverfahren erreichbaren niedrigsten Temperaturen von etwa -26° ist ein Schließen der Frostmauer unter solchen Umständen, wie überhaupt bei Vorhandensein mehr oder

weniger gesättigter Sole, nicht zu erzielen, was man auf Grund der Ergebnisse von Laboratoriumsversuchen anfangs gehofft hatte. So gibt z. B. Fürer¹ die Gefrierpunktniedrigungen für Sole je nach der Höhe des Salzgehalts wie folgt an:

NaCl ‰	0	1	2	5	10	15	20	22	24	25	26	27
Gefrierpunkt °C	0	0,76	1,52	3,78	7,44	10,99	14,44	15,78	17,11	17,77	18,42	19,07

Danach kann also Chlornatriumlösung verhältnismäßig leicht zum Erstarren gebracht werden. Künstlich gesättigte Sole von 27% erstarrt an der Luft bereits bei -19,07° zu einem festen Salz-Eisgemisch.

Zur Erklärung der veränderten Erstarrungsbedingungen einer Gebirgssole vergegenwärtigt man sich den Vorgang beim Gefrieren einer Sole an der Luft und im Gebirge: Wird eine verdünnte Chlornatriumlösung an der Luft unter 0° abgekühlt, so scheidet sich unter Anreicherung der zurückbleibenden Sole Eis aus, und zwar so lange, bis sie bei -19,07° mit 27% NaCl vollständig gesättigt ist. Bei dieser Temperatur wird der eutektische Punkt der Lösung erreicht. Sie scheidet hier zugleich Lösungsmittel und gelösten Stoff, also Eis und Salz aus, und zwar im Verhältnis 74:26, mit andern Worten, sie erstarrt im ganzen wie eine reine Flüssigkeit. Die Lage des eutektischen Punktes, dessen Erreichen beim Gefrieren von Gebirgssole auch beim Schachtbau mit Hilfe des Tiefkälteverfahrens angestrebt wird, hängt von der Natur der gelösten Stoffe ab: sie wird tiefer sein, sobald außer Chlornatrium andere Salze, wenn auch nur in geringen Mengen, in Lösung sind. Tatsächlich enthält Gebirgssole außer Chlornatrium fast immer noch mehrere andere Salze, wie Chlorkalzium, Chlormagnesium, Gips usw. Auch ein den atmosphärischen überschreitender Druck, wie er in tiefen Erdschichten im allgemeinen anzutreffen ist, wird eine weitere Erschwerung für das Erstarren der Sole bedeuten. Da beide Erscheinungen wechselnder Natur sind, muß der Erstarrungspunkt von Gebirgsolen in der Erde Schwankungen unterworfen sein. Er wird dabei meist tiefer liegen als derjenige, den man durch Laboratoriumsversuche bei einer unter gewöhnlichem Druck stehenden Chlornatriumlösung findet. Eingehende Versuche mit natürlicher, verschiedenen Schächten entnommener Gebirgssole lieferten auch stark abweichende Ergebnisse. So ergab z. B. eine 4%ige, an der Luft auf -12° abgekühlte Schachtsole nur ein schwammiges, unfestes Gebilde, das erst bei -20° fest wurde. Versuche mit 15%iger Schachtsole, die in gleich großen Gläsern abgekühlt wurde, hatten folgende Ergebnisse:

Temperatur °C	Höhe der Flüssigkeit im Glase cm	Unterschied	Verhalten der Sole
0	21,0	-	
-12	19,5	-1,5	Zusammenziehung bis zur größten Dichte
-22	25,5	+6	Ausdehnung, Gefrierpunkt bei -22°
-33	33,5	+8	Erstarrung bei -33°

¹ Salzbergbau und Salinenkunde, 1900, S. 35.

Bei noch höhern Prozentgehalten an NaCl und andern Salzen trat eine weitere Erschwerung des Erstarrens ein. Daraus erklären sich die Mißerfolge in den oben genannten beiden ersten nach dem Tiefkälteverfahren niedergebrachten Schächten trotz vielmonatigen

Frierens. Hier war bei einer Gefriertemperatur von -36° die eingebrochene 25%ige Sole noch nicht gefroren, so daß sich eine weitere Temperaturniedrigung bis -43° zur Schließung der Frostmauer als notwendig erwies. Die Untersuchung von Proben der in den Gebirgsklüften gefrorenen Sole ergab, daß sie tatsächlich im ganzen erstarrt war, und zwar im Schachtiefsten mit 26% Salzgehalt, der nach oben hin bis auf 18% herunterging. Damit hatte sich die vielfach vertretene Ansicht als irrig erwiesen, daß sich beim Gefrieren ungesättigter solehaltiger Gebirgsschichten reines Eis ausscheiden und die angereicherte Sole nach außen verdrängt werden würde, was die Anwendung der sehr tiefen zum Gefrieren gesättigter Solen erforderlichen Temperaturen des Tiefkälteverfahrens erübrig hätte. Eine Abdrängung angereicherter Sole findet nicht, jedenfalls nicht in dem Umfange, daß sie dem Gefrierschachtbau nützlich werden könnte, nach außen statt, wohl aber nach der Schachttiefe, wo sie nach Anwendung tiefer Temperaturen im Zusammenhang zum Erstarren gebracht wird.

In allen eingangs erwähnten Fällen, in denen Sole zu erwarten ist, empfiehlt sich daher die Anwendung des Tiefkälteverfahrens von vornherein und nicht erst, wie bei den ersten nach dem Verfahren niedergebrachten Schächten, nachträglich unter dem Zwang der Verhältnisse.

Ferner ist die Anwendung des Tiefkälteverfahrens zweckmäßig und vorteilhaft beim Durchteufen wasserreichen, unter starkem Druck stehenden Gebirges, vor allem sehr mächtiger Deckgebirgsschichten, zumal wenn sie noch in größeren Teufen Einlagerungen von lockern oder schwimmendem Gebirge erwarten lassen. Denn das Tiefkälteverfahren erhöht nach der Übereinstimmung von Theorie und Praxis die Druckfestigkeit gefrorenen Gebirges. Der Bergbau wird sich in den meisten Bezirken, auch dort, wo es jetzt noch nicht der Fall ist, mit der Zeit vor die Notwendigkeit gestellt sehen, mächtige wasserreiche Deckgebirgsschichten fester, besonders aber auch lockerer Art zu durchteufen, sei es, daß er sich mit fortschreitendem Abbau mehr dem Innern der Mulden nähert, auf deren Rändern er noch umgeht, sei es, daß er gezwungen ist, dem Einsinken der Karbonoberfläche oder sonstiger mineralführender Schichten unter sehr mächtiges Deckgebirge zu folgen, wie z. B. im Ruhrgebiet nach Norden und Westen hin.

Die beim Durchteufen wasserreicher Gebirgsschichten allgemein außerhalb des Schachtstoßes auftretenden Kräfte sind teils dynamischer Art, teils hydrostatische und Erddruckkräfte. Dynamische Kräfte, die meist erst durch den Schachtbau geweckt werden, spielen für das Gefrierverfahren keine maßgebende Rolle, da sie bei sachmäßiger Ausführung des Verfahrens nicht in

Erscheinung treten können. Auf der Frostmauer lastet ruhendes Gebirge und beansprucht sie nur mit Kräften, die sich aus dem Wasser- und Erddruck herleiten lassen. Die Größe des hydrostatischen Druckes beträgt bekanntlich auf 10 m Wassersäule 1 at oder 1 kg/qcm, falls nicht das Wasser gelöste Salze enthält, die sein spezifisches Gewicht und damit den Druck bis auf etwa 1,2 kg/qcm erhöhen können. Die Gesamtgröße des Wasserdrucks auf einen Schachtring von bestimmter Höhe ist aber, abgesehen von der Teufe, noch von der Höhe des Ringes und dem Schachtdurchmesser abhängig, da von den radial auf eine Zylinderfläche wirkenden Kräften nach den Gesetzen der Mechanik nur die senkrecht zu einer durch die Mittelachse des Zylinders gehenden Projektionsebene gerichteten wirksam sind. Der Wasserdruck beträgt danach, wenn p der spezifische Wasserdruck, D der Schachtdurchmesser in cm und h die Höhe des zylindrischen Schachtteils in cm ist, $P = p \cdot D \cdot h$ kg, also bei 600 m Teufe, $D = 5$ m und $h = 1,5$ m, $\frac{600}{10} \cdot 500 \cdot 150 = 4\,500\,000$ kg.

Der spezifische Erddruck ist ganz allgemein gleich $\frac{3}{4}$ des hydrostatischen, beläuft sich hier also auf 0,75 kg/qcm. Er ist im einzelnen jedoch abhängig von der Zusammensetzung des Gebirges. Je größer nämlich die Reibung innerhalb des Gebirgsverbandes ist, desto größer ist auch sein Zusammenhalt und desto geringer der Druck auf die Schachtstöße. Am geringsten ist diese Reibung natürlich im Wasser. Daher ist die Annahme berechtigt, daß der Druck schwimmenden Gebirges, also etwa eines wassergesättigten Ton-Sandgemisches, auf die Frostmauer dem vereinigten Wasser- und Erddruck entspricht, demnach rd. 1,75 kg/qcm beträgt. Die praktische Erfahrung lehrt dagegen, daß die Druckbeanspruchung der Schachtwand im ruhenden Gebirge geringer sein muß, denn es ist z. B. möglich, Bohrlöcher im Schwimmsand oft mehrere hundert Meter ohne Verrohrung der Stöße niederzubringen, wenn man das spezifische Gewicht des Spülwassers durch Beimengung von Ton, Lehm o. dgl. auf etwa 1,2 erhöht. Dieses Verfahren wandte bekanntlich Honigmann sogar zum Abbohren von Schächten an, bei denen der Innendruck ebenfalls nicht-wesentlich über 1,2 kg/qcm erhöht wurde. Eine gewisse Unterstützung wird hierbei natürlich auch das Eindringen von Lehnteilen in die äußerste Schicht des anstehenden Stoßes gewähren. Der gewöhnliche Druck ungestörter schwimmender Schichten kann danach höchstens bei etwa 1 kg/qcm liegen. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß sich Sandschichten zwar mit Wasser tränken lassen, aber ein Überschuß an Wasser sich in sandigen, unter Eigendruck stehenden Gebirgsschichten nicht halten kann; die eng aneinander lagernden Körner erlauben keinen Wasserumlauf und zeigen Aufnahmefähigkeit für Wasser nur solange, bis alle Hohlräume damit gefüllt sind. Höchstens kann also ein gesättigtes Gemisch entstehen, das sich dann aber auch durch Filtrieren nicht wieder entwässern läßt. An den Reibungsverhältnissen der einzelnen Körner untereinander dürfte der Wasserzutritt unter derartigen Verhältnissen nichts oder nur wenig ändern. Erst wenn der Schichtenverband gewaltsam gestört

wird, wie etwa durch Freilegung des Schachtstoßes bei einer zu schwachen Frostmauer, erfolgt gegebenenfalls ein erhöhter Wasserzutritt und eine gefährliche Mischung oder auch gegenseitige Umlagerung der einzelnen Körner¹, die dann nicht nur den Wasser-, sondern auch noch den Erddruck ausübt, während bei ruhender Belastung der Frostmauer, wie schon erwähnt, ein dem reinen Erddruck stark angenäherter Wert von rd. 0,75–1 kg/qcm in Frage kommt. Diesem besonders mit zunehmender Teufe ganz erheblichen Druck muß die Frostmauer daher nicht nur gleich, sondern zur Sicherheit überlegen bemessen werden. Da die Frostmauerstärke natürlichen Grenzen unterworfen ist, wird eine Erhöhung der Druckfestigkeit des Frostkörpers für tiefe Schächte von um so größerer Wichtigkeit sein. Zum herrschenden Außendruck, dessen annähernde Größe oben erörtert worden ist, steht die innerhalb der beim Tiefkälteverfahren verwendeten Temperaturen bis –45° ständig zunehmende Festigkeit des Frostkörpers, die weiter unten noch zahlenmäßig erläutert wird, in sehr günstigem Verhältnis.

Über die Druckfestigkeit gefrorenen Gebirges sind, wie aus dem Schrifttum² hervorgeht, wiederholt Untersuchungen angestellt worden. Sie hatten das Ergebnis, daß die Festigkeit gefrorener Gebirgsteile, je nach der Zusammensetzung (Gebirgsart und -dichte), dem Feuchtigkeitsgehalt und dem Grade der Abkühlung sehr starken Schwankungen unterworfen ist. Diese Festigkeit nimmt in allen Fällen mit abnehmender Temperatur zu, gleichgültig, ob Gebirgsart und Wassergehalt dem Gefrieren an sich günstig sind oder nicht. Während für homogene Körper, wie gefrierendes Wasser, die mit sinkender Temperatur zunehmende Dichte eine Steigerung der Härte und Festigkeit hervorruft, kommen für gefrierende lockere Gebirgsschichten noch andere Umstände in Frage, die auf die genannten Eigenschaften einwirken. Wählt man als Beispiel einen nassen Quarzsand, so werden bei seiner Abkühlung folgende Erscheinungen eintreten, die für Schwimmsand wohl immer, aber auch für nassen Ton, halbfesten und lockern Sandstein usw. gelten werden:

1. Abkühlung von etwa +15° (Gebirgstemperatur) auf +4°. Die zu Beginn der Abkühlung dicht aneinander liegenden Quarzkörner und das zwischen ihnen lagernde Wasser ziehen sich zusammen, und zwar Wasser stärker als Quarz. Eine wesentliche Änderung des Gefüges, besonders der Reibungsverhältnisse der Quarzkörner untereinander, wird nicht eintreten, jedoch wird das Wasser wegen seiner schnelleren Zusammenziehung die Hohlräume nicht mehr ganz ausfüllen, falls kein Zufluß von außen stattfindet. Das Wasser haftet infolge der Adhäsion an den Quarzkörnern.

2. Abkühlung von +4 bis 0°. Der Quarz zieht sich weiter zusammen, während sich das Wasser ausdehnt, die Hohlräume wieder ausfüllt und gegebenenfalls sogar zum Teil abfließt (Steigen des Schachtfüllwassers).

¹ vgl. Kegel: Bergmännische Wasserwirtschaft, 1912, S. 5 ff.

² vgl. Heise-Herbst: Bergbaukunde, 2. Aufl. 1913, Bd. 2, S. 251 ff.; Walbrecker: Versuche und Studien über das Gefrierverfahren, Glückauf 1910, S. 1681; Festschrift zur 25. Wanderversammlung der Bohringenteure und Bohrtechniker in Budapest 1911, S. 116.

3. Gefrieren des Gebirgswassers bei 0°. Zunächst wird die latente Wärme des Wassers abgeführt (auf 1 kg 79 WE), ein geraume Zeit dauernder Vorgang. Beim folgenden Übergang des Wassers in Eis vergrößert das Wasser sein Volumen sehr stark (um rd. 1/10), während Quarz keine Veränderung erfährt. Das Eis wird sich weiter ausdehnen, wobei Quarz und Eis in gegenseitigen sehr starken Druck geraten. Da beide Körper elastisch sind, so wird der Quarz zusammengepreßt, das Eis in der Ausdehnung verhalten werden. Die Folge ist außerdem, daß sich Eis zwischen die Quarzkörner schiebt, wodurch die Zahl der Anliegeflächen der einzelnen Körner aneinander und damit die Reibung verringert, die Festigkeit des Ganzen vermindert wird. Ein Höchstmaß der Druckfestigkeitsverringern würde sich einstellen, wenn sich soviel Eis zwischen die Sandkörner schiebt, daß diese ihre Berührung ganz verlieren. Das würde aber erst bei Wasserüberschuß eintreten und dann nur noch die Eisfestigkeit maßgebend sein.

4. Abkühlung unter 0°. Quarz und Eis ziehen sich zusammen, wobei die Dichte und damit die Festigkeit jedes einzelnen Körpers schon an sich zunimmt, und zwar Eis viel stärker als Quarz, da dieser einen kubischen Ausdehnungskoeffizienten von nur 0,000042, jenes aber von 0,000113 (nach Brunner) oder von 0,000158 (nach Plücker), also von 3–4facher Größe hat. Infolgedessen nähern sich die Quarzkörner einander wieder, die Reibung vergrößert sich und die Festigkeit des gefrorenen Gebirges nimmt weiterhin zu. Je mehr die Abkühlung sinkt, desto näher rücken die Quarzkörner aneinander, desto größer wird ihre Reibung und damit die Festigkeit des Frostkörpers. Die Zusammenziehung des Eises wird also im Vergleich zu derjenigen der festen Teile verhältnismäßig groß sein, aber doch nicht so weit gehen, daß dadurch etwa eine Lockerung des ganzen Verbandes eintritt, was höchstens bei ganz geringem Wassergehalt denkbar wäre. Je mehr sich der Wassergehalt der Sättigung nähert, d. h. alle Hohlräume ausfüllt, desto günstiger wirkt er beim Frieren auf den Verband der festen Teile ein.

Die Festigkeitszahlen für gefrorenes Gebirge gehen aus der folgenden Zusammenstellung¹ hervor:

¹ Nach den auf S. 591 in Anm. 2 angegebenen Quellen.

Danach liefert mit Wasser gesättigter Quarzsand in gefrorenem Zustande Festigkeitszahlen, die von rd. 20 kg bei 0° auf rd. 120 kg bei -10° und rd. 200 kg bei -25° wachsen und bei der zuletztgenannten Temperatur nur von denen gefrorenen Kieses übertroffen werden. Die geringsten Festigkeitszahlen ergeben neben reinem Eis mit Wasser gesättigter gefrorener Ton mit etwa der Hälfte des Wertes für gesättigten Sand und danach die mit Ton versetzten Gemische, tonige Sande und sandige Tone; je nach dem Tongehalt, wobei im Mittel ungefähr $\frac{2}{3}$ der Werte für gefrorene gesättigte reine Sande anzusetzen sind. Tonbeimengungen und sehr geringer oder umgekehrt über die Sättigung hinausgehender Wassergehalt werden also die Festigkeit gefrorenen Gebirges verringern; diese Gefahr kann aber durch starke Temperaturerniedrigung des Frostkörpers in jedem Falle ganz erheblich gemildert werden, da sich die Druckfestigkeit des gefrorenen Gebirges bei Temperaturen von rd. -41 bis -45° soweit erhöht, daß es hinsichtlich des Außendruckes auch bei großen Teufen und sehr ungünstiger Gebirgsbeschaffenheit genügende Sicherheit bietet.

Des weitern kann man durch Anwendung des Tiefkälteverfahrens die Kälteleistung erhöhen, was mehrere günstige Folgeerscheinungen hat und bei der Wahl des Abteufverfahrens in Hinsicht auf Zeitaufwand und Kosten eine Rolle spielt. Zwar ist die Größe der Übertragung der erzeugten Kälteleistung in gewissem Sinne gebunden, da die Gefrierrohre nur eine bestimmte höchste Kältemenge in der Zeiteinheit auf die Oberflächeneinheit (1 qm) übertragen können; aber diese Größe, im Mittel etwa 230 WE auf 1 qm und 1 st, schwankt mit der Temperatur des Kälteleiters: bei abnehmender Temperatur wird die übertragbare Kalorienmenge größer auf 1 qm Gefrierrohroberfläche.

Erhöhte Kälteleistung in der Zeiteinheit begünstigt auch die Frostmauerbildung bei sehr ungünstigen Gebirgsverhältnissen, wie z. B. bei Grundwasserströmungen, die eine besonders große Wärmeentnahme vor dem Erstarren bedingen. Ob natürliche Wasserströmungen in größeren Teufen auftreten, mag dahingestellt bleiben; die Forschungen hierüber sind noch nicht abgeschlossen. Örtlich können Gebirgsströmungen in der Tiefe zweifellos

Druckfestigkeit gefrorener Gebirgskörper in kg/qcm.

	Frosttemperatur				
	0°	-10°	-15°	-25°	-47 (-43)°
Reines Eis	—	—	18	—	37
Kies (sehr grob) und Sand (fein)	—	—	—	335	—
Sehr grober Kies (ohne Sand)	—	—	—	237	—
Mit Wasser gesättigter, reiner Quarzsand	20	120	—	200	—
Mittel- bis feinkörniger Sand (gesättigt)	—	—	138	200	—
Sand und Ton (gesättigt)	—	—	90	110	—
Gesättigter, reiner Ton	—	55	72	95	—
Feiner, gesättigter Baggersand	—	142	163	195	—
Scharfer, sehr feiner Sand (ganz gesättigt)	—	87	133	152	190 (-43°)
Scharfer, sehr feiner Sand ($\frac{3}{4}$ gesättigt)	—	77	106	147	—
Scharfer, sehr feiner Sand (halb gesättigt)	—	52	62	120	—
1 kg feiner Sand (0,8 mm und 200 g Wasser)	—	—	77	—	—
1 kg feiner Sand (0,8 mm und 150 g Wasser)	—	—	21	49	—
1 kg feiner Sand (0,8 mm und 100 g Wasser)	—	—	17	—	—
Feiner Sand, mit Sole gesättigt.	—	—	124	—	188

entstehen, wenn stark unter Druck stehende wasserführende Schichten angebohrt werden. So gibt z. B. der Thüringer Plattendolomit beim Anschlagen Veranlassung zur Bildung artesischer Brunnen und starker Strömungen unter Tage. Das Dolomitwasser stand an einer Stelle bei 110 m Teufe unter solchem Druck, daß es nach dem Anbohren mit einer 10 m hohen Wassersäule emporgeschleudert wurde, und sprengte an einer andern Stelle eine noch anstehende, 1,75 m mächtige Dolomitbank auf, wobei sehr starke Wassermassen hochschossen. Auf zahlreichen Schachtanlagen flossen aus dem Plattendolomit während des Abbohrens im toten Wasser dauernd große Wassermengen über den Schachtrand ab. Auch durch örtliche Betriebsverhältnisse können künstliche Wasserströmungen entstehen, wie infolge ständiger Wasserentziehung durch benachbarte Schachtanlagen, undichter Schachtwandungen, ausgedehnter Wasserhebung usw. Die unter solchen Umständen benötigte Kälteleistung ist, wie gesagt, erheblich höher als unter normalen. Durch Anwendung des Tiefkälteverfahrens kann man sie vorteilhaft beeinflussen.

Das Tiefkälteverfahren bringt hier wie auch in allen andern Fällen noch den Vorteil, daß es die Gefrierzeit abkürzt, und zwar desto stärker, je mehr die Temperaturenniedrigung gefördert und dadurch die Kältestrahlung der Gefrierrohre erhöht wird. Wie stark solche ungünstige Gebirgsverhältnisse die Gefrierdauer beeinflussen können, lehrt die Erfahrung. So haben z. B. durch Wasserhebung verursachte Wasserströmungen auf einem Gefrierschacht im Wurmrevier eine Verlängerung der Gefrierzeit von etwa 2 auf mehr als 14 Monate, auf einem braunschweigischen Schacht sogar eine solche von 20 Monaten für nur 72 m Höhe der Frostmauer verursacht. Eine erhöhte Kälteleistung muß in derartigen Fällen das ganze Verfahren naturgemäß verbilligen.

Schließlich bewirkt das Tiefkälteverfahren auch eine Vergrößerung des Wirkungskreises der Gefrierrohre, was in Anbetracht der Unmöglichkeit, auf große Teufen vollständig lotrechte Gefrierlöcher zu stoßen, von größter Bedeutung, besonders bei der Durchteufung sehr mächtiger lockerer Deckgebirgsschichten ist. Denn das Niederbringen von Ersatzlöchern ist nicht unbegrenzt möglich. Je näher z. B. die Bohrlöcher zusammenliegen, desto mehr zeigen sie erfahrungsgemäß das Bestreben, ineinander zu verlaufen, wobei dann dem Mangel nicht abgeholfen, das erste Loch aber oft beschädigt und unbrauchbar wird. Weichen Bohrlöcher infolge natürlicher Hindernisse von der Senkrechten ab, folgen sie z. B. dem Einfallen der Schichten, so werden auch Ersatzbohrungen oft die alte Richtung einschlagen, so daß sich die Fehler nicht durch immer neue Bohrungen beseitigen lassen. Die Vergrößerung des Wirkungskreises der Gefrierrohre durch das Tiefkälteverfahren wird daher gewisse Richtungsfehler der Gefrierrohre ausgleichen und den Zusammenschluß der Frostmauer an der betreffenden Stelle herbeiführen.

Damit sind im allgemeinen die Fälle erörtert, in denen die Anwendung des Tiefkälteverfahrens aus technischen Gründen vorteilhaft erscheint. Es

kommt also in Frage beim Schachtabteufen in soleführendem Gebirge, bei sehr hohem Gebirgsdruck, wie er besonders in tiefen Schächten angetroffen wird, beim Auftreten unterirdischer Wasserströmungen und anderer Schwierigkeiten, zur Abkürzung der Gefrierzeit und schließlich zum Ausgleich von Richtungsfehlern der Gefrierrohre.

Gefahren und Grenzen für die Anwendung des Tiefkälteverfahrens.

Ebenso wie beim gewöhnlichen Gefrierverfahren können besonders geartete Umstände auch der erfolgreichen Durchführung des Tiefkälteverfahrens Grenzen setzen. So kann die Frostmauerbildung am Salzkopf gefährdet sein. In den obersten Steinsalzschiechten treten nämlich öfter Kalischnüre auf, besonders wenn dicht unter dem Salzkopf ein Kalilager ansteht. Das Anbohren derartigen Schichten durch die Gefrierlöcher hat dann leicht die Bildung von Lauge zur Folge, die bei höherem Gehalt an gelösten Salzen die Schließung der Frostmauer zu verhindern vermag. Hierfür sei folgendes Beispiel angeführt: In einem hannoverschen Kalischacht wurde nach Anbohren der obersten Salzschiecht ein mit rd. 45° einfallendes Kaliflözchen angetroffen, aus dem anfangs nur geringe, später aber immer stärkere Zuflüsse von Lauge durch die Frostmauer erfolgten, so daß der Gefrierschacht schließlich zum Ersaufen kam, obwohl die der Frostmauer mitgeteilte Temperatur zur Zeit des Durchbruchs -44° betrug. Mit dem Flözchen hatten wahrscheinlich im Gips umlaufende Wasser in Verbindung gestanden und sich durch Auflösung des leicht löslichen Kalisalzes einen immer größeren Zugang zum Schacht zu bahnen vermocht.

Auch die durch Gebirgsstörungen, wie starke Faltung, steiles Einfallen oder Klüftigkeit der Schichten hervorgerufene Beschaffenheit des Salzkopfes kann dem Tiefkälteverfahren Schwierigkeiten bereiten. Die Gefrierlöcher müssen dann bis in den vollständig geschlossenen Salzkörper getrieben werden, damit jede Verbindung mit den in den Deckgebirgsschichten umlaufenden Wassern nach dem Frieren ausgeschlossen ist. Aber abgesehen davon, daß sich geschlossenes Salzgebirge durch Vorbohrung nicht genau feststellen läßt, kann dieses auch bei starker Faltung oder Aufrichtung der Schichten erst unterhalb des obersten Kalilagers anstehen, so daß ein Tieferbringen der Gefrierlöcher aus den oben angeführten Gründen nicht ratsam ist. In solchen Fällen hilft man sich damit, daß man die Gefrierlöcher überhaupt nicht bis ins Salz bohrt, sondern sie über dem Salzkopf enden läßt und die Übergangszone mit Hilfe des Versteinungsverfahrens unter Einpressen von Magnesiaement in die Klüfte und Spalten durchteuft. Dieses Verfahren hat mehrfach gute Ergebnisse gezeitigt und keine erheblichen Mehrkosten verursacht, da die Wasserzuflüsse unter der Einwirkung der Frostmauer nur gering blieben.

Die bereits erwähnten Gefahren, die der Frostmauerbildung durch stark aus dem Lot geratene Gefrierrohre drohen, werden durch die Vergrößerung des Wirkungskreises der Gefrierrohre bei Anwendung des Tiefkälte-

verfahrens erheblich verringert. Sie können aber immerhin bei sehr tiefen Schächten trotz weiterer Vergrößerung von Zahl und Durchmesser der Gefrierrohre und trotz tunlichster Niederbringung von Ersatzlöchern so groß werden, daß die Herstellung der Frostmauer in zwei Abschnitten in Frage kommt. Ob eine solche Teilung gleich von vornherein, und zwar bei sehr tiefen Gefrierschächten, zweckmäßig erscheint, oder ob das Stoßen neuer Gefrierbohrlöcher von bestimmter Teufe ab erst nach Mißlingen des Versuches, mit einem Satz auszukommen, vorzunehmen ist, würde auf Grund des Gebirgsprofils zu entscheiden sein.

Über die der Frostmauerbildung bei großem Druck besonders in sehr tiefen Schächten drohenden Gefahren durch Gefrierpunktniedrigung und verminderte Eisfestigkeit sowie die hierdurch bedingten Grenzen der Anwendbarkeit ist verschiedentlich bei Betrachtungen über das gewöhnliche Gefrierverfahren geschrieben worden. Das Tiefkälteverfahren beeinflusst diese Anwendbarkeitsgrenzen sehr vorteilhaft. Zusammenfassend können folgende Punkte angeführt werden, welche die Begünstigung der Frostmauerbildung trotz abnehmender Druckfestigkeit des Eises mit zunehmendem Druck besonders bei tiefen Temperaturen kennzeichnen:

1. Die Frostmauer besteht nicht aus reinem Eis, sondern aus einem Gemisch von Eis und Gebirgstteilen, dessen Festigkeit erheblich größer als die des Eises ist.

2. Auch reines Eis bricht bei Überbeanspruchung seiner Druckfestigkeit nicht plötzlich, sondern wird unter Formänderung plastisch (fließt) und verliert erst nach und nach den Zusammenhalt, falls der Fortdauer der Druckbeanspruchung und des Fließens kein Ziel gesetzt wird oder kein Hindernis entgegensteht. Ein solches Hindernis bildet beim Schachtbau der Tübbingausbau. Je eher er daher nach Freilegen des Schachtstoßes erfolgt, desto besser begegnet man den Gefahren des Fließens bei großem Druck, zumal es auch mit Rücksicht auf die Druckfestigkeit des ganzen Frostmauerabschnitts zweckmäßig erscheint, das ausbaufreie Schachtstück möglichst niedrig zu halten, um dem Druck keine große Angriffsfläche zu bieten. Die Zweckmäßigkeit der bekannten Arbeitsweise mit Unterhängetübbingen wächst daher mit der Größe des Druckes, unter dem die Frostmauer steht.

3. Auch ein Schmelzen des Eises infolge Gefrierpunktniedrigung durch den Druck ist nicht zu erwarten, weil die zum Schmelzen nötige große Wärmemenge von 79 WE/kg der Umgebung entzogen werden müßte, die hier auf -41 bis -45° abgekühlt ist, also keine freien Wärmekalorien enthält; bei vorübergehendem Fließen der Frostmauer von außen nachdringende Zuflüsse werden bei den tiefen Temperaturen zum Erstarren kommen.

4. Die bei der Temperaturerniedrigung des Frostkörpers auf etwa -45° eintretende Erhöhung der Festigkeit bietet einen weitem erheblichen Schutz gegen die Gefahren des hohen Druckes.

Im allgemeinen wird also die Frostmauer auch bei großen Teufen durch Anwendung des Tiefkälteverfahrens genügende Festigkeit erhalten, wenn nicht besonders

ungünstige Verhältnisse vorliegen, zu denen das Vorhandensein von sehr starken Tonbeimengungen sowie Gebirgsschichten mit sehr geringem Wassergehalt oder umgekehrt mit einem über die Sättigung stark hinausgehenden Wasserüberschuß zu zählen sind. Mächtige Tonablagerungen haben nämlich die nachteilige Eigenschaft, zu treiben, d. h. sich in den Schacht hineinzuverschieben. Dieser Stoßdruck ist in tiefen Gefrierschächten oft so stark, daß sich ein freigelegter Teil des Stoßes in Höhe eines Tübbingringes während des Ringeinbaues bereits wieder vorschiebt. Aus diesem Grunde mußte die Höhe der Tübbinge an einzelnen Stellen manchmal auf 0,5 m verringert werden, damit ihr Einbau überhaupt möglich wurde. Mit dem Unterhängen von Tübbingen werden in solchen Fällen diese Gefahren am erfolgreichsten bekämpft.

Hier sind auch die Schwierigkeiten zu erwähnen, die dem Schachtbau beim Tiefkälteverfahren durch undichte Gefrierrohre erwachsen können, aus denen Lauge ins Gebirge übertritt und an der betreffenden Stelle das Schließen der Frostmauer verhindert. Die Undichtigkeiten entstehen vor allem durch Reißen der Gefrierrohre an den Verbindungsstellen, und zwar um so eher, je tiefer die Temperatur ist, auf welche die Rohre abgekühlt werden. Sobald die Frostmauer nämlich erstarrt, frieren die Rohre mit ein, und bei weiterer Abkühlung wird infolge der Zusammenziehung eine Zugbeanspruchung, besonders an den schwächeren Verbindungsstellen, eintreten. Tatsächlich sind solche Störungen schon häufig vorgekommen; ihre Zahl ist allerdings in letzter Zeit durch Verbesserung der Festigkeitseigenschaften der Rohre und mit Hilfe von Vorrichtungen stark herabgemindert worden, die eine dauernde Beobachtung des Laugenumschlages in jedem einzelnen Gefrierrohr erlauben, so daß undichte Rohre bald entdeckt und ausgeschaltet oder mit engern Ersatzrohren besetzt werden können. Starke Temperaturschwankungen, die eine wechselnde Beanspruchung der Rohre herbeiführen würden, müssen aber vermieden werden. Durch unverzüglichen Einsatz des vollen Gefrierbetriebes und möglichst schnelle Abkühlung gleich bei seinem Beginn läßt sich die Beanspruchung verringern.

Auch auf den Tübbingausbau werden ähnliche Spannungen wirken, und zwar bei und nach dem Auftauen der Frostmauer. Die bei den tiefen Temperaturen eingebauten Tübbinge werden sich, durch Tragringe und Keilkränze, Pikotagen und Zementhinterfüllung im Gebirge fest verlagert, beim allmählichen Eintritt normaler Gebirgstemperatur ausdehnen und dadurch Druckbeanspruchungen hervorrufen. Eine gefährliche Beanspruchung des Ausbaues wird aber auch bei dem größten Temperaturunterschied nicht eintreten, wie eine Betrachtung der annähernden Größe der Ausbauperiode und -spannung zeigt. Der Temperaturunterschied, dem der Ausbau höchstens ausgesetzt ist, beträgt 52° bei einer mittlern Gebirgstemperatur von 12° (die sich bei ausziehenden Schächten erhöhen und in Schächten mit Dampfleitungen vereinzelt auf etwa $30-35^\circ$ steigern wird) und einer Lufttemperatur im Gefrierschacht von höchstens -40° . Bei einer Längen-

ausdehnung des Gußeisens von 0,012 mm auf 1 m und bei 1° Temperaturerhöhung¹ beträgt die Gesamtverlängerung für 100 m 1,2 mm und bei 52° Temperaturunterschied $1,2 \cdot 52 = 62,4$ mm. Die einem starren Tübbingausbau mitgeteilte Spannung P ergibt sich aus

der Formel: $\lambda = \frac{\alpha \cdot P \cdot l}{Q}$, worin ist:

λ = Verlängerung in cm = 6,24 cm,

$\alpha = \frac{1}{E}$, E = Elastizitätsmodul, für Gußeisen $E = \frac{1}{1000000}$

Q = gedrückter Querschnitt; für den spezifischen Druck hier $Q = 1$ qcm,

l = Gesamtlänge des Ausbaus = 10 000 cm,

P = Spannung in kg, entsprechend p = spezifischem Druck auf 1 qcm.

Hieraus errechnet sich:

$$P = \frac{Q \cdot \lambda}{\alpha \cdot l} \quad p = \frac{1 \cdot 6,24 \cdot 1000000}{1 \cdot 10000} = \text{rd. } 624 \text{ kg/qcm.}$$

Diesen Druck müßte der Ausbau auf 1 qcm Querschnitt aufnehmen, wenn er starr wäre. Da für die gußeisernen Tübbinge im allgemeinen eine Druckfestigkeit von 250 kg/qcm angesetzt wird, so würde eine Überbeanspruchung eintreten, der sie auf die Dauer nicht gewachsen sind, zumal der Ausbau auch noch durch einen Teil seines Eigengewichts und vor allem durch die Gebirgskräfte in Anspruch genommen wird. Der Ausbau ist aber nicht starr, sondern dank den zwischen den Ringen befindlichen Bleilagern elastisch. Das Blei wird infolge seiner geringern Druckfestigkeit zusammengepreßt, und zwar desto mehr, je größer der Temperaturunterschied ist; diese Beobachtung läßt sich beim Schachtbau leicht anstellen. 100 m Ausbau bestehen im allgemeinen aus 66 Ringen von je 1½ m Höhe mit 66 Bleizwischenlagen von je 2–3 mm oder insgesamt 132–198 mm Bleistärke. Infolge der im Höchstfalle 62,4 mm betragenden Verlängerung des Ausbaus wird das Blei daher um 31,6–47,3% zusammengepreßt. Mit zunehmender Teufe ändert sich daran nichts, da mit jedem weiteren Hundertmeter Ausbauhöhe auch die Zahl der Bleizwischenlagen um den gleichen Betrag zunimmt. Eine Beanspruchung des Ausbaus selbst wird daher im allgemeinen nicht stattfinden.

Die vorstehenden Ausführungen zeigen, daß sich die Frage nach der technischen Anwendbarkeit des Tiefkälteverfahrens recht günstig beantworten läßt.

Die für die Wahl des vorteilhaftesten Abteufverfahrens in Betracht kommenden wirtschaftlichen Gesichtspunkte erstrecken sich hauptsächlich auf Kosten, Zeitdauer und Sicherheit des Gelingens. In dieser Hinsicht möge ein Vergleich zwischen dem Tiefkälteverfahren und den sonstigen Abteufarten angestellt werden. Dafür sind bei den herrschenden außergewöhnlichen wirtschaftlichen Verhältnissen zweckmäßig die Zahlen zugrunde zu legen, die vor dem Kriege Geltung hatten. Folgende zwei Anwendungsmöglichkeiten sind dabei ins Auge zu fassen:

1. Die Gebirgsverhältnisse lassen die Anwendung des Gefrierverfahrens von vornherein zweckmäßig er-

scheinen, wenn auch der gefährlichste, mit Hilfe des Tiefkälteverfahrens zu überwindende Gebirgsabschnitt erst in größerer Teufe liegt.

2. Die Gebirgsverhältnisse sind anfangs günstig und gestatten zunächst das Abteufen von Hand, gegebenenfalls unter Zuhilfenahme von Pumpen bei nicht zu starken Wasserzuflüssen, vielleicht auch unter gelegentlicher Versteinung einzelner Klüfte.

Falls sich die Anwendung des gewöhnlichen Gefrierverfahrens für den ersten Schachtabschnitt als vorteilhaft oder notwendig erweist, wird die spätere Ausführung des Tiefkälteverfahrens bei größter Wahrscheinlichkeit des Gelingens und ohne Mehraufwand an Zeit keine außergewöhnlichen Mehrkosten verursachen. In diesem Falle wird es zu gegebener Zeit durch einfache Zuschaltung von bereits vorgerichteten Gefriereinrichtungen usw. in das Tiefkälteverfahren übergeführt, wodurch sich die durchschnittlichen Kosten des Gefrierverfahrens von rd. 3000–5000 \mathcal{M} für ein Schachtmeter um einen verhältnismäßig geringen Betrag erhöhen. Kein anderes Verfahren wird unter solchen Verhältnissen schneller und billiger zum Ziel führen; eine Ausnahme bildet nur die oft zweckmäßige, wenn auch vielleicht teurere Durchteufung des letzten, wenige Meter mächtigen Gebirgstells am Salzkopf mit Hilfe des Versteinungsverfahren unter dem Schutze der tiefgekühlten Frostmauer.

Für den Vergleich kommen das Versteinungs- und das Abbohrverfahren nach Kind-Chaudron in Frage. Beide werden aber infolge der umfangreichen und zeitraubenden Vorbereitung und Umstellung der Arbeiten höhere Kosten verursachen und zweifellos weit länger dauern. Dabei hat das Versteinungsverfahren noch den Nachteil der nicht unbedingten Sicherheit des Gelingens, das Abbohrverfahren den der Beschränkung des Durchmessers auf 4,1, in Ausnahmefällen¹ 4,4 m, allerdings bei größter Wahrscheinlichkeit des Gelingens.

Anders liegen die Verhältnisse, wenn es sich um die Durchteufung einer gefährlichen Gebirgszone erst von bestimmter Teufe ab ohne vorherige Anwendung des Gefrierverfahrens handelt. In solchen Fällen kommen, falls es sich nicht um wasserreiches lockeres Gebirge handelt, das nur mit Hilfe des Gefrierverfahrens überwunden werden könnte, neben dem Tiefkälteverfahren wieder das Abbohren und das Versteinungsverfahren in Frage, sei es, daß mehr oder weniger mächtige Schichten am Salzkopf zu durchteufen und die Wasser im Steinsalz abzuschließen sind, sei es, daß die Durchsinking eines Abschnitts festen Gebirges in Frage steht, der dem Abteufen infolge starker Zuflüsse erhebliche Schwierigkeiten bietet, wie z. B. des Plattendolomits in Thüringen, der weißen Kreidekalke in Westfalen usw.

Eine Durchteufung solcher Schichten von Hand ist im allgemeinen bei Gegenwart von Salz trotz der zu sehr großer Leistungsfähigkeit gesteigerten Verfahren mit Hilfe der neuzeitlichen elektrischen Pumpen nicht möglich, weil eine solche Arbeitsweise bei der Löslichkeit des Steinsalzes den Schacht und seinen spätern Betrieb

¹ Auf einzelnen Bahnstrecken können Schachtränge von 4,4 m Durchmesser befördert werden.

zu stark gefährden würde. Auch die Zuhilfenahme des Versteinungsverfahrens unterliegt in solchen Fällen meist starken Bedenken, besonders wenn die Oberwasser nicht völlig abgeschlossen sind. Das Abbohrverfahren, bei dem diese Gefahr bekanntlich nicht besteht und der Erfolg im allgemeinen sicher ist, hat dagegen unter solchen Umständen trotz der Beschränkung des Durchmessers sehr häufig Anwendung gefunden. Bei Kalischächten fällt die geringe Schachtweite in Anbetracht der verhältnismäßig kleinen Förderung und der für die Wetterführung usw. vorgeschriebenen zwei Schächte weniger ins Gewicht.

Ein Vergleich zwischen dem Tiefkälte- und dem Abbohrverfahren hinsichtlich des Zeit- und Kostenaufwandes fällt zugunsten des letztern aus. Die für das Abbohren eines 40–50 m hohen Schachtstückes in mittlern Teufen erforderliche Zeitdauer schwankt nach den auf einer größeren Zahl von Schächten gewonnenen Erfahrungen zwischen $5\frac{3}{4}$ und 15 Monaten, wobei sämtliche Arbeiten, wie Bohren, Einbringen des Ausbaus, Betonieren, Sumpfen und Einbau der Anschlußküvelage eingeschlossen sind. Beim Tiefkälteverfahren wird ein gleiches Schachtstück für Bohren der Gefrierlöcher, Frieren, Abteufen, Ausbauen und Betonieren, Auftauen und Dichten mindestens 16–18 Monate beanspruchen. Die vorbereitenden Arbeiten sind in beiden Fällen nicht mitgerechnet, da sie ungefähr die gleiche Zeit erfordern werden. Die für die Herstellung des Ausbaus, das Betonieren usw. aufzuwendende Zeit ist beim Abbohren ziemlich unabhängig von der Schachtteufe, die nur den Bohrfortschritt insgesamt infolge des umständlichen Gestängeein- und -ausbaus stark beeinflußt. Dasselbe gilt beim Tiefkälteverfahren für das Bohren der Gefrierlöcher, das Abteufen usw., während für das Frieren ein mit der Tiefe wachsender Zeitaufwand benötigt wird. Da dieser bestimmend auf die Kosten wirkt, werden sie bei beiden Verfahren, beim Tiefkälteverfahren jedoch erheblich mehr als beim Abbohren, mit der Teufe stark steigen. Als Anhalt für einen Kostenvergleich unter solchen Verhältnissen diene ein auf praktischen Erfahrungen mehrerer Schachtanlagen beruhender annähernder Überschlag für ein 50 m hohes Schachtstück, etwa von 300 m Teufe ab, bei 4,4 m und 4,5 m Schachtdurchmesser beim Abbohr- bzw. Gefrierschacht.

1. Abbohren (Küvelagehöhe einschließlich Anschluß 53 m¹):

Änderungen an Tagesanlagen, Beschaffung der Bohrgeräte, z. T. leihweise, Aufstellung der Maschinen usw.	130 000
Bohren, einschließlich Bohreinrichtung usw.	120 000
Küvelage und Zubehör, Einbau usw.	226 000
Betonieren, Sumpfen, Anschlußküvelage mit Abteufen	100 000
	<u>576 000</u>

Ein Schachtmeter kostet demnach $\frac{576\,000}{53} = \text{rd.}$

11 000 \mathcal{M} .

¹ 3 m kommen für die Anschlußküvelage in Betracht.

2. Frieren (Frostmauerhöhe 60 m):	
Änderung an Tagesanlagen, Beschaffung von Geräten, z. T. leihweise, für Frieren und Bohren, Dampf- und Wasserbeschaffung, Aufstellungsarbeiten	140 000
Bohren von 30 Gefrierlöchern auf der Schachtsohle, einschließlich Einbau der Vorrichtungen	100 000
Gefrierbetrieb, Gefrierhaus, Maschinen, einschließlich Aufstellung	300 000
Abteufen, einschließlich Zement, Maschinen, Geräte und Ausbauen	80 000
Tübbing und Zubehör	120 000
	<u>740 000</u>

Auf ein Schachtmeter entfallen also $\frac{740\,000}{50} = \text{rd.}$

14 800 \mathcal{M} .

Handelt es sich nicht um die Durchteufung von Salzsichten oder den Wasserabschluß im Steinsalz, sondern um an sich feste Schichten, in denen Wasserbewegungen durch Pumpen solche Bedenken haben, so tritt noch das Versteinungsverfahren in aussichtsreichen Wettbewerb, d. h. ein Abteufen von Hand mit teilweise erfolgreichem Abdichten der wasserführenden Schichten unter Zuhilfenahme von Pumpen, da ein völliger Wasserabschluß unter solchen Verhältnissen erfahrungsgemäß nicht möglich ist. Zeitdauer und Kosten des Versteinungsverfahrens mit den vorstehend angeführten Überschlagswerten für das Abbohren und das Tiefkälteverfahren zu vergleichen, ist deshalb schwierig, weil sie vom Grade der möglichen Versteinung und der Zeitdauer dieser Arbeiten abhängig sind, die sich aber allgemein im voraus nicht ermaßen lassen. Während die Kosten für die Vorrichtungen zum eigentlichen Versteinen, abgesehen von den Pumpen, geringer sind, werden diejenigen für Betriebsstoffe, Löhne, Pumpen usw. mit wachsenden Zuflüssen und zunehmendem Zeitbedarf ganz erheblich steigen. Stützt man sich auch hier auf die in solchen schwierigen Fällen gewonnenen Betriebserfahrungen, so kann man sagen, daß das Versteinungsverfahren bei guter Aussicht auf Gelingen, wenn überhaupt die Verhältnisse günstig dafür liegen, weniger Kosten als das Frieren oder das Abbohren verursacht. Andererseits hat man damit in sehr ungünstigen Fällen (bei schlecht zementierbarem Gebirge) im Vergleich zum Abbohren oder Frieren weder Zeit noch Kosten sparen können, weil es, da das dem Versteinen folgende Abteufen bei noch sehr hohen Zuflüssen von 2–3 cbm/min und mehr erfolgen mußte, in vielen Fällen, wo keine Wiederholung der Versteinung erforderlich war, mindestens ebenso lange wie vor allem das Abbohren dauerte, häufig aber noch erheblich längere Zeit in Anspruch nahm. Die Kosten betragen in solchen Fällen 15 000–20 000 \mathcal{M} und mehr für das Schachtmeter. Dazu kommt schließlich noch, daß in solchen Fällen das Gelingen sogar recht zweifelhaft ist. Trotz jahrelanger Arbeiten und entsprechender Kosten hat das Verfahren unter so ungünstigen Verhältnissen mehrfach nicht zum Ziele geführt.

Verspricht also das Versteinungsverfahren nicht mit Sicherheit Ersparnisse an Zeit und Kosten, was nur auf

Grund eingehender sachverständiger Prüfung der örtlichen Verhältnisse beurteilt werden kann, so ist es von vornherein auszuschließen. Die Wahl zwischen Bohren und Frieren wäre dann den obigen Ausführungen entsprechend zu treffen.

Mit zunehmender Teufe werden sich die Verhältnisse allerdings wieder zugunsten des Versteinungsverfahrens verschieben, da die Kosten für das Frieren der Teufe entsprechend zunehmen, während dem Abbohren besonders wegen der Schwierigkeiten für das Absenken des Ausbaus, eine Grenze gesetzt ist, falls man nicht dazu übergeht, Küvelagen aus Tübbingern mit größerem Durchmesser abzusenken oder auf andere Weise einzubringen, Verfahren, die bei dem derzeitigen Stand der Maschinenbautechnik durchaus erfolgversprechend sind.

Über die zweckmäßigste Ausführung des Tiefkälteverfahrens und die Erzeugung der erforderlichen tiefen Temperaturen soll ein besonderer Aufsatz berichten.

Zusammenfassung.

Zunächst werden die Gründe erörtert, die in manchen Fällen die Anwendung des Tiefkälteverfahrens statt des

gewöhnlichen Gefrierverfahrens erforderlich oder zweckmäßig erscheinen lassen. Diese sind: Sole im Gebirge; großer Gebirgsdruck, besonders in großen Teufen; besonders ungünstige Verhältnisse, die großen Aufwand an Kälte, Zeit und Kosten verursachen; Gebirgswasserströmungen; Richtungsfehler der Gefrierrohre.

Sodann werden die Gefahren beleuchtet, die auch dem Tiefkälteverfahren bei der Anwendung drohen und gegebenenfalls seiner Anwendbarkeit Grenzen setzen, und zwar: Lauge im Gebirge; widrige Beschaffenheit des Salzkopfes infolge von Gebirgsstörungen; Richtungsfehler der Gefrierrohre bei großen Teufen; Abnahme der Druckfestigkeit gefrorenen Gebirges bei großem Gebirgsdruck; Spannungen in den Gefrierrohren und im Ausbau; wirtschaftliche Gesichtspunkte, wie der Wettbewerb mit andern Verfahren hinsichtlich Kosten, Zeitaufwand und Sicherheit des Gelingens.

Durch entsprechende Einstellung auf manche dieser Gefahren hat sich das Tiefkälteverfahren trotzdem häufig zweckmäßig erwiesen.

Neuerungen in der Elektrometallurgie des Kupfers.

Von Professor Dr. Franz Peters, Berlin-Lichterfelde.

(Fortsetzung.)

Edelmetallhaltige Schwefelerze, die mit Ferrisalzen gelaugt werden sollen, röstet die Ilobaer St. Stefan Gewerkschaft¹ in zwei Stufen. Die erste sulfatierende Röstung wird bei 300–400° derart vorgenommen, daß möglichst große Mengen Ferrosulfat entstehen. Wasserdampf, der die Sulfate hydrolytisch zersetzen würde, muß abwesend sein. Besonders geeignet sind Öfen mit drehbaren zylindrischen Herden. Die Rösttrommeln können aus unbleidtem Eisenblech hergestellt und von außen geheizt werden. Im zweiten Teil des Verfahrens wird das Ferrosulfat ausgelaugt. Gehen dabei wertvolle Metalle mit in Lösung, so fällt man sie am besten mit Eisenabfällen. Dann, oder bei Abwesenheit jener gelösten Metalle sofort, wird das Ferrosulfat durch Schwefelsäure und Oxydationsmittel (besonders Luftsauerstoff) in Ferrisulfat übergeführt. Mit dieser Lösung behandelt man den nach der ersten Laugung verbliebenen Rückstand, nachdem man ihn bei solcher Temperatur weiter geröstet hat, daß das Silbersulfat nicht zerlegt wird. Sind die Metalle im Rückstand leicht aufschmelzbar, so kann man ihn nach und nach mit der angesäuerten Ferrosulfatlösung berieseln, die hierbei erst in Ferrisulfat übergeht. Beim zweiten Laugen dürfen die gerösteten Erze Sulfide und Arsenide nicht mehr in solchen Mengen enthalten, daß das Ferri- zu Ferrosulfat reduziert wird, weil letzteres das Lösen von Gold hindern würde.

Um die Graphitanoden vor Zerfall zu schützen, umgibt sie G. D. van Arsdale² mit solchen Mengen Ferrosulfat und schwefliger Säure, daß die Entwicklung von freiem Sauerstoff verhindert wird. Die Elektrolyse,

während der Schwefeldioxyd eingeleitet wird, treibt Arsdale¹ mit 1 Amp/qdm und 0,7–1,2 V nur so weit, daß 80% des Kupfers gefällt werden. Elektrolysiert man länger, so soll der durch Einwirkung des kathodischen Wasserstoffs auf das Schwefeldioxyd entstehende Schwefelwasserstoff Kuprisulfid fällen.

Soll Schwefeldioxyd die schädigende Wirkung der Ferrisalze aufheben, so muß nach M. Perreux-Lloyd² der Elektrolyt bewegt werden. Wollte man Preßluft verwenden, so würde Schwefeldioxyd aus der Lösung getrieben werden. Es wird deshalb vorgezogen³, die senkrechten Anoden sich drehen zu lassen, und zwar nur zum Teil. Die andern, nicht mit der wagerechten Welle verbundenen Teile stehen, ebenso wie die Kathoden fest. Auf diese Weise soll man mit 100 Amp/qm Kathodenfläche oder noch größeren Stromdichten aus den unreinsten Lösungen das Kupfer bis auf 0,1% in guter Form niederschlagen und 1 kg Metall durch weniger als 1 KWst erhalten können. Auch J. H. Greenway⁴ reduziert das beim Laugen eisenhaltiger Kupfererze mit Schwefelsäure entstandene Ferrisulfat (in neutraler Lösung) durch Schwefeldioxyd, ehe er elektrolysiert.

Schwefeldioxyd unmittelbar als Depolarisator in den Zellen zu benutzen, empfiehlt sich nach L. Addicks⁵ nicht, weil es den Aufenthalt im Badraum unangenehm macht, weil man dabei an dem Gas verschwendet, und weil es schwierig ist, eine genügende Konzentration im

¹ Amer. P. 1 119 477/8, erteilt am 1. Dez. 1914.

² Amer. P. 1 133 059, erteilt am 23. März 1915; Abbildung z. B. in Metall. Chem. Eng. 1915; Bd. 13, S. 392.

³ vgl. a. Glückauf 1905, S. 899.

⁴ Amer. P. 1 224 458, erteilt am 1. Mai 1917.

⁵ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1915, Bd. 27, S. 70.

¹ D. R. P. 310 525 vom 18. Dez. 1915.

² Amer. P. 1 193 741 vom 2. Aug. 1915, erteilt am 8. Aug. 1916.

Elektrolyten zu erzielen, wenn arme Essengase zur Verfügung stehen. Benutzt man Ferrosulfat als Depolarisator, so muß man wegen der stark lösenden Wirkung des im Bade entstehenden Ferrisulfats auf das Kathodenkupfer mit Diaphragma arbeiten. Das Ferrisulfat wird außerhalb der Zellen durch Schwefeldioxyd zurückreduziert. Dabei entstehen Zwischenerzeugnisse, welche die Lösung glänzend grasgrün färben und auf eingetauchtem Kupfer eine schwarze Sulfidschicht erzeugen, also wohl schwefelreich sind. Die Eisensalze sind häufig schon in der Erzlösung vorhanden. Außerdem enthält sie in vielen Fällen Aluminiumverbindungen. Diese setzen die Reaktionsgeschwindigkeit zwischen Ferrisulfat und Kupfer stark herab und machen deshalb die Anwendung eines Diaphragmas entbehrlich. Ihre Anwendung ist Addicks geschützt worden¹. Arbeitet man mit einem Elektrolyten, der 3% Kupfer, 3% Ferroeisen und 3% Tonerde enthält, bei 1,5 Amp/qdm und 45° unter Umlauf der Flüssigkeit, so kann der Gehalt an Ferroeisen auf etwa 0,25% gebracht werden. Die Stromausbeute beträgt dann 70–90%.

Seine Erfahrungen hat Addicks bei Versuchen in Douglas, Arizona, gemacht, über die er eingehend berichtet². Es handelte sich dort um die weitere Verarbeitung von 1% Kupfer enthaltenden Schlämmen, die bei der Aufbereitung viel Aluminiumoxyd (13%) und Kieselsäure (70%) enthaltender armer Kupfererze (2,35% Kupfer als Glanz) fallen. Da bei zu geringem Feuchtigkeitsgrade kein gleichmäßiger Brei erhalten wurde, pumpte man ihn mit 50% Wasser in Wagen, in denen er während des Fortschaffens zu den Trockenöfen auf 25% Feuchtigkeitsgehalt gebracht wurde. Die vollständige Entwässerung erfolgte in alten sich drehenden Douglas-Röstöfen, die für 1% Feuchtigkeit 1,9 l Öl verbrauchten, und in denen zugleich zusammenbackende Teile zerkleinert wurden. Geschah dies nicht vollständig, so mußte das Gut noch zwischen Walzen hindurchgeschickt werden. Darauf röstete man im sechsherdigen McDougall-Ofen bei höchstens 510°. Beheizt wurde er auf dem dritten Herd mit Öl, von dem bei 100 t täglicher Leistung 12,8 l für 1 t nötig waren. Mit dem Wachsen der täglichen Durchsetzmenge ging die Hitzezone im Ofen herab und stieg die Röstwirkung, weil dann auch der vierte und fünfte Herd arbeiteten, die eine weniger reduzierende Atmosphäre als der dritte und die obere hatten.

Das heiße Röstgut³ wurde durch die Rührarme des Ofens unter Verteilung in 3%ige Schwefelsäure eingetragen, die sich in einem dreieckigen verbleiten hölzernen Troge befand. Dieser fiel in 9 m Länge um 3,2 cm ab und beförderte so das Gut in einigen Sekunden gleich nach der Waschorrüttung. Die Trennung der Kupferlösung von den erschöpften Schlämmen wurde am besten durch Dekantieren im Gegenstrom mit Dorrchen Verdickern erreicht. Bewährt hat sich die Diaphragmenpumpe. Nachdem im ersten Verdicker in 6 Tagen eine

Temperatur von 38° erreicht war, hielt sie sich durch die Hitze des Röstgutes auf dieser Höhe. In einem der 9 m-Böttiche konnten in 24 st 125 t festes Gutes durchgesetzt werden. Im Überlauf waren nur 1,4 kg auf 1 t Flüssigkeit. Aus 1 t Schlamm erhielt man unter Verbrauch von 22,2 kg Säure (berechnet auf die Oxyde) 32 kg Sulfate mit 4,5 kg Kupfer, 2 kg Eisen und 7,4 kg Tonerde.

Die Laugen wurden⁴ mit Kohleanoden unter Depolarisation mit Ferrosulfat und unter Rückreduktion des Ferrisulfats mit Schwefeldioxyd außerhalb der Bäder elektrolysiert. Während an der Kathode der Umlauf des Elektrolyten verhältnismäßig langsam sein kann, muß er an der Anode, wenigstens von 88 Amp/qm ab, schnell erfolgen. Am besten leitet man Preßluft an den Boden der Zellen (für 600 Amp) durch Spiralen aus 3,8 cm-Bleirohr, die in regelmäßigen Abständen je 80 Löcher von 1,2 mm Weite haben⁵. Man brauchte stündlich 14 cbm Luft. Der Kraftverbrauch zum Pressen war sehr klein, da stündlich mehr als 453 g Kupfer niedergeschlagen wurden.

Gegen Blei als Anodenstoff spricht, daß selbst bei Gegenwart eines Depolarisators die Spannung nicht klein ist, und daß seine Lebensdauer wegen des Abfalls von Sulfat und Peroxyd beschränkt bleibt. Magnetit ist zerbrechlich und teuer. Achesongraphit⁶ zeigte nach mehreren Monaten keine Abnutzung, wenn der Elektrolyt in seiner Nähe auf mindestens 1½% Ferroeisen gehalten wurde⁷. Zur Herstellung der Anoden gleicht man die Kohlenstücke aus, bohrt Löcher hinein, verkupfert sie oben dünn, befestigt die Kupferkontaktstreifen mit Kupferbolzen und -mutter, streicht die Kupferteile mit Asphaltlack an und lötet einen Bleistreifen um das ganze obere Ende.

Der Elektrolyt wurde zweckmäßig auf 46° gehalten, weil niedrigere Temperatur den Widerstand erhöht und die Depolarisation erschwert, während zu hohe den Angriff der Kathode erleichtert. Die Ansäuerung darf nicht zu stark werden, weil sie sonst das Lösen des Schwefeldioxyds hindert, sollte aber auch nicht unter 4% sinken. Dem Elektrolyten wurden höchstens 4% Tonerde als Aluminiumsulfat zugesetzt. Gegenwart größerer Mengen erhöht die Badspannung, zwingt zu unverhältnismäßigem Rühren oder erzeugt seifigen Schaum. Tonerde setzt auch die Lösungsfähigkeit der Flüssigkeit für Schwefeldioxyd herab. Andererseits macht der Schutz, den die Tonerde als eine Art Diaphragma dem Kathodenniederschlag gewährt, die Einführung möglichst großer Mengen in das Bad wünschenswert. Bei Anwendung obiger Mengen entwickelt eine Stromdichte von 143 Amp/qm Sauerstoff an der Anode gerade noch mit solcher Geschwindigkeit, daß er durch das Depolarisationsmittel bewältigt werden kann.

Ferrosulfat setzt ohne Bewegung des Elektrolyten die Badspannung im Verhältnis der zugeführten Mengen

¹ a. a. O. S. 73.

² Sie müssen nach mehreren Stunden durch Dampf gereinigt werden.

³ Ähnlich scheinen sich gebrannte Kohlen zu verhalten.

⁴ Der Angriff der Anoden wird nach G. D. van Arsdale (Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1916, Bd. 28, S. 108) auch in Elektrolyten, die im Anfang kein Eisen, später nur kleine Mengen enthielten, vermieden, wenn man so viel Schwefeldioxyd einführt, wie sich aus Röstgasen löst.

¹ Amer. P. 1 138 921; Eng. Min. J. 1915, Bd. 100, S. 520; Z. f. angew. Chem. 1916, Bd. 29, 2. Teil, S. 147.

² Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1916, Bd. 28, S. 57. Metall. Chem. Eng. 1915, Bd. 13, S. 748, vgl. a. G. D. van Arsdale, Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1915, Bd. 27, S. 55.

³ Es enthielt 0,74% Kupfer gegen 0,84% in den Schlämmen. Die fehlenden 0,1% waren wohl als wasserfreies Sulfat im Röstofen mit dem Flugstaub übergegangen.

Ferroisen herab, depolarisiert aber auch bei hohen Temperaturen in stark konzentrierten Lösungen nur teilweise. Mit Bewegung der Flüssigkeit sinkt die Spannung beim Einführen von Ferroisen unmittelbar und sehr schnell bis zu einem niedrigsten Wert (durch 1,5% Fe auf 0,6–0,8 V bei 57–32° und 137 Amp/qm), der durch weitem Zusatz von Ferrosulfat praktisch ungeändert bleibt und auch durch kleine Mengen Schwefeldioxyd kaum beeinflusst wird.

Der Kathodenniederschlag kann durch das Ferrisulfat angegriffen und durch eine Schicht Sulfid oder Kuproxyd verunreinigt werden. In ersterer Hinsicht macht Addicks¹ darauf aufmerksam, daß z. B. etwa 0,75% Ferrieisen bei 51° das Kupfer ebenso schnell lösen können; wie es abgeschieden wird (durch 143 Amp/qm 169 g/qm in 1 st). Eine Steigerung des Elektrolytgehalts an freier Säure hat darauf wenig begünstigenden, die Gegenwart von Kupfer oder Ferroisen wenig vermindern den Einfluß. Dagegen setzt Einführung von Aluminiumsulfat in das Bad den Angriff des kathodischen Kupfers stark herab und hält ihn fast vollständig auf, wenn die Flüssigkeit praktisch mit dem Salz gesättigt ist. Der zuzusetzenden Menge sind durch die bereits oben erwähnten Umstände Grenzen gezogen.

Kommt durch das Wasser, das den Bädern zum Ersatz des verdampfenden zugeführt wird, Chlor in Mengen von 0,1% in den Elektrolyten, so fällt an der Kathode Kuprochlorid, das am Licht schwarz wird. In Gegenwart von Schwefeldioxyd bildet es auf dem Kupfer eine Haut von Kuprisulfid. Dieses kann auch durch einige nicht näher bekannte Reduktionserzeugnisse entstehen, wenn die Reduktion des Ferrisulfats durch Schwefeldioxyd unter ungeeigneten Bedingungen ausgeführt wird. Jene Reduktionserzeugnisse müssen also ebenso wie Schwefeldioxyd und Chloride fehlen, wenn an der Kathode glänzendes Kupfer abgeschieden werden soll.

Das im Elektrolyten gebildete Ferrisulfat kann² durch Schwefeldioxyd, durch Zementkupfer und durch das heiße Röstgut, das zu laugen ist, reduziert werden. Auf die Löslichkeit von Schwefeldioxyd in der Flüssigkeit haben die Sulfate des Kupfers und Eisens wenig Einfluß. Aluminiumsulfat drückt sie von 2% Tonerde ab herunter, besonders stark von 4 bis 6%. Schwefelsäure wirkt in demselben Sinne stark bis 2%, wenig mehr bis 4% und dann wieder stärker. Aus armem Röstgas (bis 6 Vol.-% SO₂) kann man unter den vorhandenen Arbeitsbedingungen nicht hoffen, mehr als 0,2% freies Schwefeldioxyd in den Elektrolyten zu bringen, wenn man nicht mit Kompressor arbeitet. Soll das Ferrieisen im benutzten Elektrolyten durch das Schwefeldioxyd schnell reduziert werden, so muß dieser vorher warm durch die Zellen mit solcher Geschwindigkeit geflossen sein, daß dabei nur etwa 0,1% Eisen oxydiert wurde.

Nach dem Verlassen des Schwefeldioxydturms werden in der Flüssigkeit das Ferrieisen und teilweise Reduktionserzeugnisse weiter reduziert durch Zementkupfer, das auch Chloride als Kuprochlorid fällt. Haben sich Eisen, Tonerde oder andere Verunreinigungen im Elektrolyten

angereichert, so wird er abgezogen und über Eisen geleitet. Auf diese Weise wurden etwa 15% des gelaugten Kupfers als Zementkupfer gewonnen, das zu Anoden vergossen werden kann. Das warme Röstgut wirkt auf das Ferrisulfat so gut, daß etwa die Hälfte seines Eisens reduziert wird.

Beim Arbeiten in großem Maßstabe mit 143 Amp/qm, bei dem in 50 Elektrolysen etwa 4 t Kupfer abgeschieden wurden, und bei dem der mit 48° eintretende Elektrolyt (3% Kupfer, 2,5% Ferroeisen, 3,7% Tonerde, 5% Schwefelsäure) gewöhnlich durch vier hintereinander geschaltete Zellen floß, sank¹ die kathodische Stromausbeute von 100% durch Ferrieisen mit dessen Menge (z. B. auf 90% bei 0,045% Fe . . . , auf 65% bei 0,17%, auf 35% bei 0,30%). Bei 65% Stromausbeute oder darüber wird das Kathodenkupfer gleichmäßig angegriffen und bleibt glatt. Sinkt sie, so entstehen Rinnen oder Furchen, die durch Vergrößerung der Kupferoberfläche den Angriff beschleunigen. Der Chloridgehalt des Kathodenkupfers ging von 2,9% auf 0,4% herab und kann vollständig beseitigt werden, wenn der Elektrolyt über Zementkupfer geleitet wird. Der Schwefelgehalt konnte auf 0,002–0,003% ermäßigt werden. Der Arsengehalt betrug nur 0,0011%, wenn der Elektrolyt 1% Arsen trioxyd enthielt.

Die Depolarisation verlief anscheinend vollständig. Man kann durch 1 KWst 1,019 kg Kupfer erzeugen und auf 1 T. Kupfer 3–3,25 T. Schwefelsäure erhalten, von denen 1,5–1,75 T. neu aus den Röstgasen entstehen.

Zur Erzeugung einer zum Laugen von Kupfererzen geeigneten Lösung elektrolysiert H. B. Slater² eine Lösung von Ferro- und Natriumchlorid im Anoden- und eine von Natriumchlorid im Kathodenraum unter Verwendung eines Diaphragmas, das den Katolyten diffundieren läßt, so lange, bis sämtliches Ferro- in Ferrichlorid übergegangen und freie unterchlorige Säure vorhanden ist. Das Eisen wird³ aus der Lauge durch das gewonnene Natriumhydroxyd gefällt. Mit Aluminiumsulfatlösung will die Firma »Azurite« Vegyi Ipar Részvenytársaság⁴ Erze, die, wenn nötig, vorher geröstet sind, und diese oder metallisches Kupfer enthaltendes Ganggestein laugen.

In Anaconda wandelt man nach F. Laist⁵ das Sulfat in der Kupferlösung durch Kochsalz in Kuprichlorid um, sättigt die Flüssigkeit aus einem 10%igen Röstgas unter 1 kg/qcm Druck mit Schwefeldioxyd und erhitzt auf 90°, wodurch Kuprochlorid fällt. Die Elektrolyse der Chloridlösung liefert nach Hamilton⁶ wohl im Laboratorium, aber nicht im Betriebe günstige Ergebnisse. W. A. Schmidt⁷ (Western Precipitation Co.) leitet das bei der Elektrolyse von Kochsalzlösung entwickelte Chlor in eine Lauge, aus der Kupfer gefällt ist, und die 5–10% Kalziumchlorid (vom Kalksteingehalt des Erzes her), 0,1–0,5% Eisen als Ferrochlorid und Kochsalz (in einer zum Lösen des Kuprochlorids

¹ a. a. O. S. 97.

² Amer. P. 1 195 617 vom 28. Juli 1915, erteilt am 22. Aug. 1916.

³ Amer. P. 1 195 616 vom 2. Sept. 1913, erteilt am 22. Aug. 1916. vgl. Glückauf 1915, S. 891.

⁴ D. R. P. 280 431 vom 20. Febr. 1914, Priorität vom 27. Febr. 1913.

⁵ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1916, Bd. 28, S. 103.

⁶ ebenda.

⁷ Amer. P. 1 237 220 und 1 237 221, erteilt am 14. Aug. 1917.

¹ a. a. O. S. 87.

² a. a. O. S. 92.

ausreichenden Menge) enthält. Das Ferrochlorid wird in Ferrichlorid umgewandelt, in das auch beim Zementieren etwa entstehendes Ferrioxyd oder -hydroxyd übergeht. Außer dem Ferrichlorid wirkt die unterchlorige Säure lösend auf das Kupfer.

Ch. E. Baker¹ behandelt sulfidische Kupfererze in einer sich drehenden, Flintsteine enthaltenden Trommel mit Chlor, bis das Metall vollständig chloriert ist. Nimmt der Metallgehalt ab oder wird erwärmt, so bildet sich statt freien Schwefels sein Chlorid, das bei 150° abgetrieben wird. Beim Laugen der chlorierten Masse löst sich außer Kupri- auch Kuprochlorid, wenn andere Chloride, namentlich die des Natriums oder Kalziums, zugegen sind. Bei der Elektrolyse der Lösung mit niedriger Spannung wird Ferrichlorid nicht zersetzt. Kupfer scheidet sich erst ab, wenn die Kathodenabteilung Kuprosalz enthält. Arsen und Antimon gehen mit dem Schwefelchlorid fort. Kupfer soll so billiger erhalten werden können als durch Aufbereitung, Steinschmelzen, Bessemern zu Blaskupfer und dessen elektrolytisches Raffinieren. 1 kg Kupfer erfordert etwa 1 kWst.

Unter Umständen kann es angebracht und wirtschaftlich sein, Schwefelerze mit heißer verdünnter Salpetersäure zu laugen. G. C. Westby² beschreibt Versuche im Laboratoriums- und größeren Maßstabe, bei denen die Temperatur auf 80–100° gehalten und Preßluft zum Durchrühren und zur Oxydation des Stickstoffoxyds zu Stickstofftrioxyd eingeführt wurde, das mit Wasser wieder Salpetersäure gibt. Nach den Kostenberechnungen stellt sich das Verfahren unter den besonders Verhältnissen billiger als die mit sulfatierendem Rosten verbundene Schwefelsäure-Laugung.

Aus kupferarmen und kieselsäurereichen, Kalk und Magnesia enthaltenden Erzen läßt sich nach C. Binder³ durch Abfallaugen der Zellstoffabriken unter Zusatz von Weinsäure fast sämtliches Kupfer ausziehen.

Bei der Elektrolyse armer, unreiner, Kupfer und Nickel enthaltender Lösungen, die auch Schwefeldioxyd aufweisen, will V. Garin⁴ die bekannte Maßnahme anwenden, die sich drehenden Kathodenzylinder an Reibern aus weichem, faserigem Holz vorüberzuführen, die mit Eiweiß- oder Leimstoffen bedeckt sind. Diese kann man auch in Stücken im Elektrolyten schwimmen lassen. Man soll unter Vermeidung der Bildung von Kupfersulfid eine gesunde und dichte Abscheidung bis zur Erschöpfung des Bades erhalten. Ebenso stellt eine Wiederholung bekannter Anregungen der Vorschlag der Soc. de Métallurgie Electrolytique⁵ dar, als Abstreicher für den kathodischen Wasserstoff (aus dem Gelatine enthaltenden Bade) Polster aus tierischen Häuten, die durch Aldehyd, Azeton o. dgl. unlöslich gemacht sind, oder aus pflanzlichen Stoffen, die mit unlöslicher Gelatine getränkt sind, zu benutzen. Die Polster werden durch unregelmäßige Hin- und Herbewegung auf den Kathodendornen verschoben. Diese, die kleinen Durchmesser und große Länge haben, drehen

sich in einem flachen Bottich und sind teilweise umgeben von durchlöchernten anodischen Bleitrogen.

Die Anoden bei der Elektrolyse saurer Kupfer-vitriollösungen können, wie oben¹ bereits erwähnt wurde, aus Graphit bestehen, wenn man sie mit Ferrosulfat und schwefliger Säure umgibt. Sonst sind Hartblei, Siliziumeisen oder Magnetit verwendbar. Sie aus letztem zu gießen, stößt im kleinen auf Schwierigkeiten. F. A. J. Fitz Gerald² will zum Schmelzen des Magnetisenerzes einen Strahlungs-Lichtbogenofen verwenden. Vorteilhafter und leichter erhält man nach M. de Kay Thompson und T. C. Atchison³ eine gute Elektrode, wenn man in einem Graphitrohr (z. B. von 16,5 cm Länge und 3,8 cm lichter Weite) durch Einsenken einer Lichtkohle bis zum Boden mit 200 Amp und 60 V einen Lichtbogen erzeugt, gemahlene Magnetit einträgt, wenn er geschmolzen ist, die Kohle hebt, mehr Magnetit zugibt und so fortfährt, bis in etwa 30 min die Höhlung des Graphitrohrs gefüllt ist. Aus diesem kann die Elektrode nach dem Abkühlen herausgezogen werden, wozu unter Umständen 1 cm vom Ende des Rohres abgesägt wird, um die Anode anfassen zu können. Nicht empfehlenswert ist eine Herstellung der Elektrode in der Art, daß man Magnetit in einem Graphitrohr, durch das ein Wechselstrom geht, schmilzt. Dabei wird ein Teil des Magnetits zu Eisen reduziert.

Elektroden von 3,9 cm Durchmesser und 24–26,6 cm Länge, die man mit den Enden auf zwei Messerschneiden legt, brechen, wenn man ihre Mitte mit 9–159 kg belastet. Die Unterschiede rühren von der verschiedenen Art der Abkühlung und von wechselnder Gleichförmigkeit der Struktur her. Proben, die 1200–1300 g wogen, 3,8 cm Durchmesser und 25,4 cm Länge hatten, wurden teils aus 99%igem Magnetisenerz allein, teils unter Zusatz wachsender Mengen Kuprioxyd hergestellt. Im Durchschnitt ergab sich

bei % Kuprioxyd	0	1	2	5	10	20
eine Bruchbelastung in kg von	19	22	39	50	56	117.

Die Bruchigkeit nimmt also mit steigendem Gehalt an Kuprioxyd ab. Auch die Widerstandsfähigkeit gegen anodischen Angriff wird durch die Beimengung von Kuprioxyd verbessert. Von je 3 Anoden aus reinem und aus mit 5% Kuprioxyd gemischtem Magnetit, die bei 100stündiger Elektrolyse von 10%iger Schwefelsäure mit 4 Amp (3 Amp/qdm an der Anode) verwendet wurden, verloren im Mittel auf 1 qdm durch 1000 Amp-st die erstern 103 g, die letztern 64,5 g. Der größere Verlust, den die reinen Magnetitanoden aufwiesen, ist wohl zum Teil auf ihre stärkere Erhitzung wegen ihres größeren Widerstandes zurückzuführen.

Die Bruchigkeit der Magnetit-Elektroden kann durch Anlassen bedeutend verbessert werden. Fitz Gerald hat solche ohne Zusätze 2–3 st auf 600–700° erhitzt und langsam abgekühlt. Läßt man nach Kay Thompson und Atchison Elektroden mit 5% Kuprioxyd in Asbestpackung langsam (in etwa 8 st) erkalten, so halten sie eine Bruchbelastung von durchschnittlich 119 kg aus, also über 100% mehr als die schnell ab-

¹ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1907, Bd. 12, S. 157.

² Metall. Chem. Eng. 1918, Bd. 18, S. 290.

³ Chem.-Ztg. 1915, Bd. 39, S. 370.

⁴ Franz. P. 481 079 vom 29. Febr. 1916.

⁵ I. Zusatz vom 24. Sept. 1915 zum Franz. P. 472 764 vom 28. Mai 1914.

¹ S. 573, 597 und 598.

² Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1917, Bd. 31, S. 218.

³ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1917, Bd. 31, S. 213; Metall. Chem. Eng. 1917, Bd. 16, S. 605.

gekühlten (50 kg). Äußerlich erscheinen die getemperten Elektroden allerdings geringwertig. Entweichendes Gas hinterläßt Löcher, und die Oberfläche ist rau. Die Bruchfläche erscheint matt eisenfarbig statt, wie sonst, kristallinisch.

Als halb lösliche Anoden schlägt G. C. Westby¹ solche aus Eisen oder Stahl vor, durch deren Anwendung die Strom- und Energieausbeute vergrößert werden soll. Bei der Zinkelektrolyse hat man mit ihnen schlechte Erfahrungen gemacht. Jedoch liegen die Bedingungen für ihre Benutzung bei der Kupferelektrolyse günstiger: Sie sollen langsam angegriffen werden, wenn der 17°

¹ Amer. P. 1 231 829, erteilt am 3. Juli 1917.

warme Elektrolyt 6% Eisen als Ferrosulfat enthält. Außerdem bildet sich auf den Anoden eine kohle- und kieselsäurehaltige Schutzschicht. Der Elektrolyt wird durch Einwirkung heißer Röstgase, die Schwefeldioxyd und -trioxyd enthalten, auf das Erz gewonnen. Die mit Schwefeldioxyd beladene 1,5–2% Schwefelsäure sowie Ferrosulfat-enthaltende Lösung fließt durch ein mit Längelektroden versehenes Gerinne. Die Elektroden können sämtlich oder teilweise gedreht werden, um die Anwendung höherer Stromdichten zu ermöglichen und die Entfernung der polarisierenden Gase zu unterstützen.

(Forts. f.)

Die neuern Gründungen im brasilianischen Eisenerzbergbau und die Frage der Erzausfuhr aus Brasilien, im besondern nach Deutschland.

— Von Dr.-Ing. W. Pothmann, Kiel.

In den großen europäischen Eisenerzlagern sind Thomaserze in solchen Mengen vorhanden, daß dadurch der Bedarf der europäischen Hüttenindustrie für längere Zeit vollkommen gedeckt erscheint; verhältnismäßig knapp sind dagegen die Vorkommen von Bessemererzen. Die ehemals reichen Lager von Bilbao sind nahezu erschöpft. Die übrigen spanischen Erzvorkommen können sich nach ihrer Bedeutung nicht mit der Bilbaolagerstätte messen. Sie sind umso weniger in der Lage, einen Ersatz zu bieten für den durch das Erliegen von Bilbao zu erwartenden Ausfall auf dem Eisenerzmarkt, als eine nicht unerhebliche Inanspruchnahme dieser Lagerstätten durch die in Bildung begriffene spanische Hüttenindustrie bevorsteht¹. Auch Schweden benötigt seine säuern Erze in hohem Maße für sich selbst und schützt sie vor der Ausfuhr. Die Erze Nordafrikas und der Pyrenäen fallen nicht erheblich ins Gewicht; größere Hoffnungen dürfen vielleicht auf Krivoi Rog gesetzt werden, wenschon durch diese Erze der vorhandene Mangel durchaus nicht behoben wird.

Aus dieser Sachlage heraus ist es verständlich, daß durch die Entdeckung von reichen phosphorfreen Eisenerzlagerstätten in Brasilien die Aufmerksamkeit sämtlicher Eisen- und Stahlländer erregt worden ist, und es hat bereits im Kriege von den verschiedensten Seiten in dem neuen Eisenerzland eine rege Gründer-tätigkeit eingesetzt.

I. Die brasilianischen Eisenerzvorkommen.

Unsere geologische Kenntnis der brasilianischen Eisenerzvorkommen ist bisher äußerst lückenhaft. Nichtsdestoweniger lassen alle Nachrichten und Mitteilungen mit Sicherheit erkennen, daß in den brasilianischen Staaten außerordentlich große Eisenerzmassen zur Ablagerung gekommen sind. Häufig finden sich Eisenerze mit Manganerzen zusammen und manche Lagerstätten sind durch Goldgehalt ausgezeichnet.

¹ Eine genauere Darlegung dieser spanischen Verhältnisse findet sich in dem Aufsatz des Verfassers: Zur Frage des deutschen Eisenerzbezuges aus Spanien, Weltw. Archiv 1919, H. 4, Chronik und Archivalien, S. 242–259.

Es kommen Hämatite und Magnetite vor; erstere sind wirtschaftlich von größerer Bedeutung, sie finden sich vorzugsweise in den Staaten Minas Geraes, Bahia, Goyac und Matto Grosso. Letztere werden hauptsächlich in den brasilianischen Südstaaten Sao Paulo, Paraná und Santa Catharina angetroffen und enthalten nicht selten Titanbeimengungen, wodurch ihre wirtschaftliche Verwendungsmöglichkeit sehr beeinträchtigt wird. Die Aufmerksamkeit richtet sich infolgedessen in erster Linie auf die Hämatitvorkommen.

Vorratsermittlungen, welche auch nur auf annähernd gesicherter Grundlage beruhen, sind vorläufig nicht vorhanden; auch sind Analysenwerte der Erze, denen man zuweilen in der Literatur begegnet, mit großer Vorsicht aufzunehmen. Es hat den Anschein, als stellten sie die Verhältnisse durchgängig in ein zu günstiges Licht. Eine neuerdings veröffentlichte Durchschnittsanalyse von 200 Erzproben, die bis zu 160 m Teufe aus den verschiedensten Teilen des Lagers von Itabira genommen sein sollen, gibt folgende Werte an: 69,2% Eisen, 0,009% Phosphor, 0,018% Schwefel, 0,88% Kieselerde¹.

Das größte Hämatitvorkommen findet sich im Innern des Staates Minas Geraes, es liegt etwa 350 km nördlich Rio de Janeiro, besitzt eine Längsausdehnung von 500 km, eine Breite von 50 km und erstreckt sich über eine Fläche, welche von den Orten Bello Horizonte, Itabira, Marianna und Entre Rios begrenzt wird.

Das Eisenerzgebiet ist durch die Eisenbahn Central do Brasil mit dem Hafen von Rio de Janeiro verbunden. Vollspurige Zweigstrecken führen in dem Erzrevier nach Ouro Preto und nach Bello Horizonte. Für den weitem Ausbau dieser letztern Strecke wurde dem Verkehrsminister in diesem Jahre ein Kredit von 10740 Contos bewilligt². Eine zweite, noch nicht völlig ausgebaute Bahnlinie führt von dem Hafen Viktoria (Espirito Santo) durch das Tal des Rio Doce, der seine Quellen

¹ Nachrichten für Handel, Industrie und Landwirtschaft 1918, Nr. 101.

² Weltwirtschaftliche Nachrichten vom 12. Juli 1918.

in dem Eisenerzgebiet hat. Die Mehrzahl der Anteile dieser Bahn befindet sich in Händen der englischen Itabira Iron Ore Co. Die Bahn reicht vorläufig mit einer Gesamtlänge von 400 km bis zu der Bahnstation Escura, dicht vor dem Wasserfall gleichen Namens. Wie unten noch näher dargelegt wird, plant die genannte englische Gesellschaft eine Verlängerung der Bahnstrecke um 150 km bis zu dem Grubengebiet von Itabira do Matto Dentro. Der Weg durch das Tal des Rio Doce scheint die beste Gelegenheit für die Beförderung der Erze an die Küste darzustellen. Die Zentralbahn ist heute stark überlastet und kaum in der Lage, die Beförderung des Manganerzes zu bewältigen, die sich 1917 bereits auf 600 000 t bezifferte¹. Ein zweigleisiger Ausbau der Strecke ließe sich bis Barra do Pirahy leicht durchführen, alsdann stellen sich aber bei der Überquerung der mit großen Steigungen versehenen Begrücken der Serra do Mar und der Serra do Mantiqueira außerordentlich große Schwierigkeiten in den Weg. Sofern man an eine Ausfuhr denkt, müßte also zunächst die Frage der Beförderung der Erze an die Küste befriedigend gelöst werden.

Bemerkenswerterweise haben Engländer und Franzosen schon vor Jahren mit dem Bau von Eisenbahnlagen in dem brasilianischen Eisenerzgebiet begonnen. Deutschland ist auf diesem Gebiete rückständig geblieben. Das einzige Eisenbahnbaurecht, das von einer deutschen Gesellschaft vor dem Kriege von der brasilianischen Regierung erworben wurde, ist im Verlaufe des Krieges von dieser für ungültig erklärt worden².

In geologischer Hinsicht handelt es sich bei den Erzen dieses Vorkommens um erzführende Quarzite oder Itabirite, welche alle Übergänge von reinen Quarziten mit untergeordnetem Gehalt an Eisenerz bis zu massigem, fast quarzfreiem Hämatit bilden. Die in mehr oder minder mächtigen Lagern vorkommenden Itabirite sind durch atmosphärische Einwirkungen an ihrer Oberfläche zerrieben und bilden das sog. Rubble Ore. Große Mengen dieses zerriebenen Erzes sind durch Niederschlagswasser in die Täler abgeschwemmt worden und haben häufig in sekundären Eisensteinkonglomeraten (Canga) eine nachträgliche Verfestigung erfahren.

Das Erz weist nur Spuren von Phosphor auf, Titan und Schwefel sind nicht vorhanden. Der Eisenoxyd-gehalt schwankt zwischen 67 und 99,5%. Es handelt sich demnach um ein äußerst wertvolles Erz. Von den sekundären Erzen ist das Rubble Ore genau so rein wie das anstehende Erz, die fortgeführten Massen sind dagegen durch Sand und Ton verunreinigt³.

Die Zahl der Lagerstätten ist außerordentlich groß. Durch einfaches Begehen sind bereits über 60 Vorkommen festgestellt worden⁴. Es handelt sich bei diesen immer nur um ursprüngliche Lagerstätten. Für die sichtbaren Teile von neuen größeren ursprünglichen Lagerstätten hat Gonzaga de Campos folgende

Vorratszahlen schätzungsweise festgelegt¹. Conceição: 80 Mill. cbm, Gaya: 72 Mill. cbm, Caué (Itabira Peek): 33 Mill. cbm, Esmeril: 19 Mill. cbm, Pitanguy: 14 Mill. cbm, Rio de Peixe: 10 Mill. cbm, Sao Luiz und Peek of Itabira do Campo je 8 Mill. cbm, Cocaes: 3 Mill. cbm; insgesamt 247 Mill. cbm.

Unter Zugrundelegung eines spezifischen Gewichtes von 4 würde sich daraus ein Vorrat von 988 Mill. t berechnen. In dieser Rechnung ist die unterirdische Erstreckung der Erzkörper nicht berücksichtigt, ferner ist dabei eine große Zahl von anstehenden Lagerstätten außer Betracht geblieben und die große Masse der Cangaerze gleichfalls nicht in die Berechnung einbezogen worden. Für die Canga berechnet Gonzaga de Campos einen Vorrat von 570 Mill. cbm oder etwa 1710 Mill. t Erz mit einem mittlern Eisengehalt von 50%. Sonach sind die sichtbaren Vorräte auf 2700 Mill. t Erz anzunehmen². Aus den oben dargelegten Gründen gehen voraussichtlich die tatsächlich vorhandenen, wirtschaftlich verwertbaren Mengen über diese an und für sich schon bedeutende Ziffer noch erheblich hinaus.

Bezüglich der örtlichen Verteilung der Lagerstätten läßt sich folgendes sagen: Die größte Erzanhäufung scheint sich in der Nordostecke des Feldes zu finden. Diese Vorkommen lagern sich um den Ort Itabira. Es handelt sich um die gewaltigen Vorkommen von Conceição, Esmeril, Caué und den Pico de Itabira do Matto Dentro, der einen wahren Eisenberg darstellen soll. Im Tagebau wird aus ihm ein sehr reiner Hämatit von 69,64% Eisen, mit Spuren von Schwefel und Phosphor und kleinen Teilen von Glimmer gewonnen. Nach Gonzaga de Campos handelt es sich dort um etwa 150 Mill. t Eisen. 15 km nördlich von Itabira liegen die Vorkommen von Cacunda; 35 km südlich dieses Ortes liegt an dem Flusse Piracicaba die Stadt S. Miguel. Nördlich und westlich davon finden sich die reichen Vorkommen von Candonga, Monlevade und Morro-Agudo.

Wichtige Stätten des Bergbaues sind auch die 45 km voneinander entfernt liegenden Orte Santa Barbara und Ouro Preto. 8–10 km nordwestlich von Santa Barbara sind die mächtigen Lager der Serra de Cocaes, deren Itabirit z. T. Gold enthält. Südlich von Santa Barbara, auf der Ostseite der Serra de Caraça befinden sich große Itabiritlagerstätten, deren Inhalt auf einige Hundert Mill. t geschätzt wird. Bei der Goldlagerstätte von Catta Preta sind wichtige Canga- und Itabiritvorkommen an den Ufern des Rio Piracicaba festgestellt worden. Auf halbem Wege zwischen Santa Barbara und Ouro Preto liegen die Lagerstätten von Pitanguy, S. Luiz und José Perreira. Um den Ort Ouro Preto finden sich ebensowohl Itabirit- und Cangalager wie an der Bahn, die diesen Ort mit der Zentralbahn verbindet.

Die bisher erwähnten Lagerstätten nehmen den Ostteil des Feldes ein. Die Vorkommen des Westteiles

¹ Journal do Commercio, Rio de Janeiro; vom 27. Juni 1918.

² Es handelt sich um die Strecke Blumenau-Hausa im Staate Santa Catharina. (Le Brésil, Paris vom 28. April 1918.)

³ Beyschlag-Krusch: Deutschlands künftige Versorgung mit Eisen- und Manganerzen, S. 114 ff. (Nicht im Buchhandel.)

⁴ W. N. D. Übersiedienst 1918, Nr. 59, S. 681.

¹ Beyschlag-Krusch, a. a. O. S. 118.

² Stappenbeck: Die Minerallagerstätten Südamerikas und ihre wirtschaftliche Bedeutung für das Deutsche Reich. Zeitschr. des Deutschen Wissenschaftl. Vereins zur Kultur- und Landeskunde Argentiniens, Bd. II, Heft 2, S. 106–117, Heft 3, S. 142–173. (Auch Sonderdruck, S. 16.)

lehnen sich mehr oder minder nahe an die Zentralbahn an und reichen von dem Ort Entre Rios im Süden bis nach Bello Horizonte und Sabará im Norden.

Im äußersten Süden liegen zunächst die Hämatitvorkommen von Miguel Burnier. Westlich davon finden sich die Lager der Serra de Engenho und die von Pires. Nach Norden schließt sich der Pico de Itabira de Campo und Catta Branca an. In den Lagerstätten von Agnas Claras in der Nachbarschaft von Morro Velho sind etwa 20,8 Mill. t mit einem durchschnittlichen Eisengehalt von 50% vorhanden, ein großer Teil hat auch 65% mit geringem Phosphorgehalt. Bei Gandarella, 12 km westlich der Station Rio Acima, soll in der Canga genug Eisenerz vorhanden sein; um 80 Mill. t metallisches Eisen daraus zu gewinnen¹.

5 km nördlich Sabará liegt die Magnetit- und Itabiritlagerstätte von Gaya. Bei Caethé ist Hämatit und Canga in der Serra de Piedade. Große Erzvorkommen sollen auch südlich von Bello Horizonte und bei Villa Nova entdeckt sein.

Die Erzvorkommen sind auf das eben näher beschriebene Gebiet höchst wahrscheinlich nicht beschränkt. So schließt sich im Südwesten an den Grubenbezirk die Gebirgsmasse des Itatiaia an, die zum großen Teil aus der Eisenerzformation besteht und bedeutende Eisenerzlager enthalten soll.

Die Magnetitlagerstätten Brasiliens sind wegen des Titangehaltes im allgemeinen nicht sehr günstig zu beurteilen. In den Staaten Sao Paulo, Paraná und Santa Catharina kommen die meisten Lagerstätten dieser Art nahe der Küste vor. Von besonderer Güte sollen die Erze von Morro da Palha im Staate Santa Catharina und die im Municipium Antonina in Paraná sein.

II. Neugründungen im brasilianischen Eisenerzgebiet.

Die reichen, bisher unverritzten Bodenschätze Brasiliens haben die Aufmerksamkeit der großen Industrieländer in hohem Maße erregt und gaben auch den Brasilianern den Anstoß zur Entfaltung einer industriellen Tätigkeit im eigenen Lande. Die Erwerbung von Eisenerzlagerstätten hat besonders in den Kriegsjahren einen großen Umfang angenommen. Begünstigt wurde diese Erwerbung durch den Umstand, daß Brasilien vorläufig noch kein einheitliches Berggesetz besitzt und der Grundeigentümer über die Mineralien in seinem Grund und Boden verfügt.

Die nachstehende Zusammenstellung ist nach Ländern geordnet und führt zunächst die ausländischen, dann die brasilianischen Gründungen auf; sie stützt sich im wesentlichen auf amerikanische Konsulatsberichte².

England: Die Itabira Iron Ore Co., Ltd., eine englische Gesellschaft mit dem Hauptsitz in London, erwarb die Lagerstätten von Conceicao und Esmeril zum Preise von 2,4 Mill. Milreis. Der von dem ersten Besitzer bezahlte Kaufpreis betrug nur 400 000 Milreis. Der Inhalt der Lager wird auf 99 Mill. cbm geschätzt, was rd. 300 Mill. t Erz entspricht. Die Ausbeutung der

Lager soll bald nach dem Krieg in Angriff genommen werden. Wie oben schon angegeben wurde, verfügt die Gesellschaft über die Mehrheit der Anteile der Viktoria and Minas Railway und plant, diese Bahn durch eine Erweiterungsstrecke von 150 km Länge mit den Eisenerzgruben von Matto Dentro zu verbinden, um einen Weg für die Beförderung des Erzes an das Meer zu gewinnen. Nach Fertigstellung des Bahnbaues soll die Erzförderung in großem Umfang mit zeitgemäßen Maschinen aufgenommen werden. Außerdem plant die Gesellschaft den Bau einer Flotte von Erzschiifen, welche dem Versand des Erzes nach England dienen sollen und mit selbsttätigen Löschvorrichtungen versehen werden. Die Erzschiife nehmen als Rückfracht Kohle von England nach Brasilien.

Die englische Firma Armstrong & Vickers soll an die Regierung der Ver. Staaten von Brasilien herantreten sein mit großen Vorschlägen für die Ausbeutung von brasilianischen Eisenerzlager, die Verhüttung von Eisenerz an Ort und Stelle und die Weiterverarbeitung zu Stahl, den Bau von Trockendocks und die Entwicklung von verwandten Industrien¹.

Nordamerika und Kanada: Von den amerikanischen Unternehmungen muß die durch M. Harder vertretene Brazilian Iron and Steel Co. an erster Stelle erwähnt werden. Diese hat gleichfalls zu Itabira do Matto Dentro Eisenerzvorkommen angekauft, welche unter dem Namen Cana und Santa Anna bekannt sind. Sie enthalten etwa 132 Mill. t Erz. Der Kaufpreis wird auf 300 000 Milreis angegeben. Die Gesellschaft hat ferner die Allegria- und die Cotalagerstätte angekauft, welche in dem Municipium Santa Rita Rurao gelegen sind. Der Kaufpreis betrug 150 000 Milreis. Diese Lagerstätten sollen 10 Mill. t Erz enthalten. Die Gesellschaft hat ferner das Baurecht für eine Bahnstrecke zwischen den Bergwerken von Santa Rita Durao und S. José da Lagoa erworben.

Die von P. Hartenback, E. Moser und J. Hammond gegründete amerikanische Gesellschaft The Minas Geraes Iron Syndicate hat die Lager von Paracatá und Bananal bei Cattas Altas und Santa Barbara gekauft.

Die Braçuhý Falls Co. hat die Serra do Mascate und Mendonça-Lagerstätten erworben, welche in Congonhas (Ouro Preto) gelegen sind. Der Erzinhalt wird auf 29 Mill. t geschätzt. Der Kaufpreis betrug 70 000 Milreis. Ferner hat die gleiche Gesellschaft das Erzlager Inhotim gekauft, welches in Paraopeba (Bomfim) gelegen ist. Der Kaufpreis betrug 100 000 Milreis. Die Prospektiertätigkeit für diese Gesellschaft liegt in Händen des Ingenieurs Joaquim de Almeida Lustoza.

Die Canadian Metallurgie Co., die Pläne für die Errichtung eines elektrischen Ofens auf Governor's Island in der Bucht von Rio de Janeiro entwerfen soll, mit einer Leistungsfähigkeit von täglich 500 t Stahl, hat eine Manganerzgrube zu S. Joao d'El Rey und verschiedene Eisenerzlager gekauft.

Deutschland: Von deutschen Erwerbern muß an erster Stelle ein deutsches Syndikat angeführt werden, dessen Zusammensetzung nicht näher bekannt geworden

¹ Stappenbock, a. a. O. S. 17 ff.

² Falls keine besondere Quelle angegeben ist, siehe Commerce Reports, Washington, 1918, Nr. 192 oder Lloyds List, London vom 25. 9. 1918 und Weltwirtsch. Nachrichten vom 1. Nov. 1918.

¹ Commerce Reports 1918, Nr. 171, S. 293.

ist; es hat für 450 000 Milreis die Erzlager Corrego do Meio bei Sabará erworben. Der Kauf erfolgte durch Vermittlung von P. Hartemback.

Die Deutsch-Luxemburgische Bergwerks- und Hütten-A.G. kaufte für 100 000 Milreis das Eisenerzvorkommen von Corrego do Feijao zu Piedade do Paraopeba (Villa Nova de Lima). Das Vorkommen wurde durch den Ingenieur Westerma prospektiert. Die Firma A. Thum kaufte die Erzgrube Casa de Pedra zu Cogonhas (Ouro Preto), aus der 2 Mill. t Eisenerz gefördert werden können. Der Kaufpreis betrug 60 000 Milreis.

Die Firma A. Hoeffgen & Co. soll sich ausgedehnte Eisenerzlager in Minas Geraes, Sao Paulo und Rio de Janeiro gesichert haben.

Frankreich: Auch französische Kapitalisten haben das neue Eisenerzland aufgesucht. Die Société Franco-Brésilienne und Bernard Goudchaux & Co., welche in Brasilien durch den Ingenieur Corvée vertreten werden, haben in S. Miguel de Guanhaes die Lager von Cândia zum Preise von 200 000 Milreis erworben. Der Erzinhalt beläuft sich auf 10 Mill. t.

Die gleichfalls durch den Ingenieur Corvée vertretene Société Civile des Mines de fer de Jangada kaufte die Jangada-Gruben in dem Municipium Villa Nova de Lima für 100 000 Milreis. Der Erzinhalt beläuft sich auf 15 Mill. t. Die Prospektiertätigkeit liegt in Händen von Professor Metayer.

Italien: Die Gazeta de Noticias meldete am 29. Mai 1918¹, nach Mitteilung des Gesandten Souza Dantas sei ein bedeutendes italienisches Syndikat für die Ausbeutung von brasilianischen Eisenerzvorkommen gebildet worden.

Japan: Nach dem Amsterdamer Allgemeine Handelsblad hat eine Gruppe japanischer Eisenindustrieller um die Verleihung der Gerechtsame zur Ausbeutung dreier Eisenerzgruben in Minas Geraes nachgesucht².

Brasilien: Von den zahlreichen brasilianischen Unternehmungen nimmt die Companhia Metalurgica Brasileira, die ihren Hauptsitz in Rio de Janeiro hat und an den Manganerzunternehmungen der Companhia Morro da Mina beteiligt ist, die erste Stelle ein. Die Gesellschaft kaufte zu einem angemessenen Preise acht Bergwerke im Staate Minas Geraes mit einem Gesamterzinhalt von 100 Mill. t.

Der brasilianische Ingenieur Trajano de Medeiros hat die Erzlager Morro do Veado, Retiro das Almas und Barra erworben, welche in Serra da Moeda

(Ouro Preto) gelegen sind. Sie enthalten 12 Mill. t Erz. Der Kaufpreis beträgt 50 000 Milreis.

Carlos Wigg aus Rio de Janeiro hat die Erzlager Fazenda da Vargem, Marinho und Rocinha gekauft, welche in der Serra da Moeda gelegen sind und 10 Mill. t Erz enthalten. Kaufpreis 50 000 Milreis.

Der Kapitalist Francisco Canela erwarb große Eisenerzlager in der Gemeinde Ouro Preto und trägt sich mit der Absicht, an Ort und Stelle Hochöfen und andere Einrichtungen herzustellen, welche für die Entwicklung einer Eisen- und Stahlindustrie erforderlich sind¹.

Die am 8. September 1917 zu Rio de Janeiro errichtete Companhia de Mineração y Metallurgica do Brazil hat von Antonio da Costa Lage Eisenerzlager erworben. Costa Lage ist einer der Gründer und Großbeteiligten der Gesellschaft.

Die im Jahre 1917 mit einem Kapital von 350 000 Milreis gegründete Hüttenwerksgesellschaft Companhia Siderurgica Mineira (Hauptsitz Bello Horizonte) hat bedeutende Eisenerzlager erworben, welche jetzt ausgebeutet werden. Der Bau eines Hochofenwerkes bei Sabará war bereits im Frühjahr 1918 in der Ausführung begriffen².

Die Firma Queiroz Junior & Co., Besitzerin der Usina Esperança und Konzessionärin der Usina Wigg besitzt ausgedehnte Eisenerzlager in Itabira do Campo, welche Erze enthalten, die ein vorzügliches Roheisen ergeben.

Die Companhia Siderurgica Brasileira verfügt über 7 Erzlager im Staate Minas Geraes mit einer Gesamtfläche von 7120 ha. Das Grubenfeld enthält außerdem beträchtliche Manganerzmengen.

Im Juli 1918 wurde die Companhia Industrial de Gandarella gegründet. Gegenstand des Unternehmens sind die Förderung von Kohle und die Errichtung und der Betrieb von Eisenwerken. Es sollen die das kohlenhaltige Gelände von Gandarella umgebenden Erz- und Manganlager Jacutinga ausgebeutet werden³.

Außer den angeführten Erzlagern sollen Verhandlungen schweben über die Lager, welche unter dem Namen Fabrica bekannt sind; diese liegen in Congonhas de Campo und gehören dem Colonel Machado; ferner soll verhandelt werden über die unter dem Namen Tres Irmaos bekannten Erzlager in dem Municipium Bomfim und über die Lager Serra do Pires im Municipium Ouro Preto. (Schluß f.)

¹ Weltwirtschaftl. Nachr. vom 8. Nov. 1918.

² Deutsche Bergwerkszeitung vom 26. Okt. 1918.

¹ Weltwirtschaftl. Nachr. vom 8. Aug. 1918.

² Z. f. prakt. Geol. 1918, Lagerstätten-Chronik, S. 20.

³ Gazeta de Noticias, Rio de Janeiro vom 21. Juni 1918.

Volkswirtschaft und Statistik.

Rheinisch-Westfälisches Kohlen-Syndikat. Die Zechenbesitzerversammlung vom 25. Juli genehmigte den Antrag der Rheinischen Stahlwerke, die Zeche Arenberg-Fortsetzung im Sinne des § 18 des Syndikats, mit ihren andern Schachtanlagen als ein Ganzes zu betrachten. Ferner wurden die Grundsätze, welche dem Reichswirtschaftsminister für die Verteilung des Ausgleichsfonds vorgeschlagen werden sollen, einstimmig genehmigt.

Mit Rücksicht auf die bevorstehende Erhöhung des Pechpreises wurde der Richtpreis für Preßkohle ab 1. August um 2,90 *M* erhöht.

Frankreichs Eiseneinfuhr im Kriege¹. Frankreich ist im Kriege infolge der weitgehenden Lahmlegung seiner Eisen-

industrie durch die feindliche Besetzung der Departements Meurthe und Mosel sowie Nord und Pas de Calais wieder zu einem Eiseneinfuhrland geworden. Es erhielt 1916 - 1918 die folgenden Eisenmengen aus dem Auslande:

	1916	1917	1918
	l. t	l. t	l. t
Roheisen	612 012	657 022	375 447
Stahlblöcke	1 510 549	1 509 169	932 365
Walzdraht	80 203	54 093	52 483
Platten	262 558	265 132	218 295
Draht	78 070	84 896	33 259
Eisenbahnschienen . . .	131 852	121 515	156 248
Weißblech	80 708	45 329	58 219

An diesen Zufuhren war Großbritannien nach der britischen Außenhandelsstatistik wie folgt beteiligt:

Großbritanniens Ausfuhr von Eisen und Stahl nach Frankreich im Kriege.

Jahr	Insgesamt l. t	davon						
		Roheisen l. t	Grobbleche l. t	Feinbleche l. t	Zinkblech l. t	Weißblech l. t	Knüppel l. t	Stahlstäbe l. t
1913	202 939	157 500	1 067	1 105	1 408	21 332	142	5 253
1914	156 802	90 190	5 424	855	2 452	27 739	135	14 391
1915	782 724	144 515	41 218	31 358	19 306	59 744	9 408	349 295
1916	1 667 499	551 560	106 726	107 441	15 864	63 982	65 517	519 886
1917	1 505 072	533 570	74 133	126 545	7 782	37 877	146 443	363 277
1918	.	360 428	54 092	99 446	.	47 745	.	117 074

Sehr umfangreich waren auch die Bezüge Frankreichs an amerikanischem Eisen und Stahl, jedoch stehen hierüber noch keine Nachweisungen zur Verfügung.

¹ The Iron and Coal Trades Review 1919, S. 438.

Ausstellungs- und Unterrichtswesen.

Die Bergschule zu Eisleben. An der Eislebener Bergschule ist seit einigen Jahren eine Abteilung zur Ausbildung von Maschinenwerkmeistern, Maschinensteigern und Brikettmeistern im besonderen für den mitteldeutschen Erz-, Salz- und Braunkohlenbergbau eingerichtet. Da Lehrer und Schüler zum Heeresdienst einberufen waren, mußte ihre Tätigkeit während der Kriegsjahre unterbrochen werden. Im kommenden Herbst, Mitte Oktober, soll ein neuer Lehrgang beginnen, der dem Zuge der Zeit folgend ausgebaut wird. Das Maschinenbaggerwesen im Braunkohlen-Tagebau hat sich im Kriege so bedeutend entwickelt, daß es die Bergschule als ihre Aufgabe betrachtet, in ihrem Lehrplan den Bau und Betrieb der elektrischen und Dampf-Bagger eingehender als bisher zu behandeln, um den Grubenbetrieben gut vorgebildete Baggermeister zur Verfügung stellen zu können. Weit mehr als früher haben die Gewerkschaften den Abraumbetrieb in die eigene Hand genommen, während sie vor dem Kriege mit diesen Aufgaben mit Vorliebe besondere Unternehmungen betrauten. Der Vorzug der einheitlichen Leitung, der Nachteil der Schwerfälligkeit einmal geschlossener Verträge sowie die Lohnbewegungen mögen meist den Anlaß zu dieser Umstellung gegeben haben. Die maschinenmäßige Gewinnung und Förderung hat durch den Arbeitermangel und wegen der Möglichkeit, bei jedem Wetter arbeiten zu können, in den letzten vier Jahren, in denen es auf gesteigerte Leistung ankam, außerordentlich stark zugenommen. Den Maschinenleuten, welche die Reife der Bergschule erlangt haben, steht also ein weites Betätigungsfeld offen.

Dem zweijährigen Lehrgang der Berghauptschule geht die Ausbildung in der Vorschule voran, die ein Jahr in Anspruch

nimmt. Die Bedingungen zur Aufnahme in diese Vorschule verlangen eine gute Volksschulbildung und eine mindestens zweijährige praktische Beschäftigung in Maschinenwerkstätten, Bergwerken oder Hütten. Tatsächlich haben aber die Bergschüler der Maschinenbau-Abteilung eine weit längere praktische Tätigkeit hinter sich. Eine Vorschrift, in welchen Zweigen der Maschinen- und Elektrotechnik sie vorgebildet sein sollen, besteht nicht. Das etwa Fehlende wird vielmehr durch tägliches Anfahren während der Vorschulzeit und wöchentlich zweimaliges Anfahren im ersten Jahre des Besuches der Hauptschule sowie in den Ferien so weit ergänzt, daß alle Maschinenleute in der Modellschreinerei, Formerei, Dreherei, Schmiede und Schlosserei die Herstellung und Bearbeitung der Maschinenteile durch eigene Handhabung kennen gelernt haben und sämtlich bei elektrotechnischen und maschinentechnischen Bauten über und unter Tage sowie als Kesselwärter und als Maschinenwärter an Bergwerksmaschinen beschäftigt gewesen sind.

In der Vorschule werden die Maschinenleute gemeinsam mit den Bergleuten unterrichtet. Bei ausreichender Leistung erfolgt die Versetzung in die Hauptschule. Die Schulordnung gestattet bei genügenden Kenntnissen jedoch auch den unmittelbaren Eintritt in die Hauptschule. Die Aufnahmeprüfung erstreckt sich, abgesehen von den für die Vorschule geltenden Anforderungen, besonders auf Anfertigung eines elektrotechnischen oder maschinentechnischen Aufsatzes, Handzeichnen von Maschinenteilen, Rechnen mit Buchstaben, Gleichungen ersten Grades mit einer Unbekannten und Konstruktionsaufgaben aus der Lehre vom Dreieck, Viereck und Kreis. In Mathematik und Planimetrie werden also die Kenntnisse für die Untersekunda der Gymnasien verlangt, so daß die sich bewerbenden »Einjährigen« nach genügender Auffrischung des Gelernten die Prüfung in dieser Richtung leicht bestehen.

Abgesehen vom Unterricht in Mathematik, Physik, Chemie, Bergbaukunde und Maschinenzeichnen werden die Bergschüler im ersten Jahre der Hauptschule in der Kessel- und Dampfmaschinenlehre unterwiesen, woran sich im zweiten Jahre die Ausbildung über das Wesen der Ver-

brennungsmotoren, Dampfturbinen und Bergwerksmaschinen schließt. An den Vorträgen über Geologie, Markscheidern und Mineralogie nehmen nur die Bergleute teil; die Maschinenleute hören statt dessen Maschinenkonstruktionslehre und Mechanische Technologie. Besonderer Wert wird auf Elektrotechnik gelegt, da sich gezeigt hat, daß aus der Praxis sehr wenig Kenntnisse mitgebracht werden, weil ein Durchschauen der innern Vorgänge in diesem Wissenszweig besonders schwierig ist und im Betriebe die Erläuterungen fehlen. Der Unterricht wird fortlaufend durch praktische Übungen belebt und das Durchgesprochene auf den Lehrfahrten, die drei- bis viermal im Monat zur Besichtigung von Grubenbetrieben und Maschinenfabriken unternommen werden, an den wirklichen Ausführungen nochmals erklärt. So gewinnen die Bergschüler den klaren Blick, daß wissenschaftliche Erkenntnis die Vorstufe für die technisch richtige Anwendung ist.

Diplom-Ingenieur Dr. Schroeder, Eisleben.

Preisauschreiben der Abteilung für Bergbau an der Technischen Hochschule zu Berlin. Auf Grund der Bestimmungen der »Jubiläumstiftung zur Förderung des heimischen Bergbaus«¹ wird folgende Preisaufgabe zur Bearbeitung gestellt:

»Für die Anwendung des Vakuum-Verfahrens an Stelle der in den Braunkohlen-Brikettfabriken bisher üblichen Trocknung sind brauchbare Ausführungsvorschläge zu machen und unter Darlegung der erreichbaren technischen und wirtschaftlichen Vorteile zu begründen.«

Die Arbeiten sind bis zum 15. Juli 1920 an den Vorstand der Jubiläumstiftung zur Förderung des heimischen Bergbaus, Charlottenburg, Technische Hochschule, Abteilung für Bergbau, durch die Post eingeschrieben zu senden.

Für die beste Lösung ist ein Preis von 1000 M. ausgesetzt.

Satzungsgemäß dürfen hierbei nur reichsdeutsche Bergleute berücksichtigt werden, die an der Bergbau-Abteilung der Technischen Hochschule zu Berlin studieren oder ihr Studium daselbst oder an der vormaligen Kgl. Bergakademie Berlin vollendet haben.

Die näheren Bestimmungen für den Preisbewerb sind beim Sekretariat der Abteilung für Bergbau, Charlottenburg, Berliner Straße 170, zu erfahren.

¹ Begründet bei der vormaligen Kgl. Bergakademie zu Berlin.

Patentbericht.

Anmeldungen,

die während zweier Monate in der Auslegehalle des Reichspatentamtes ausliegen.

Vom 30. Juni 1919 an:

12 c. Gr. 2. R. 45 600. Dr.-Ing. Edmund Roser, Mülheim (Ruhr). Verfahren und Einrichtung zur Ausnutzung der beim Auskristallisieren von Salzen aus heißen Laugen freiwerdenden Wärme. 28. 2. 18.

12 c. Gr. 2. R. 45 676. Dr.-Ing. Edmund Roser, Mülheim (Ruhr). Einrichtung zur Ausnutzung der beim Auskristallisieren von Salzen aus heißen Laugen freiwerdenden Wärme. Zus. z. Anm. R. 45 600. 19. 3. 18.

26 a. Gr. 15. L. 46 366. Dipl.-Ing. Bernhard Ludwig, München, Dachauerstr. 148. Steigrohranordnung für Gas-erzeugungsofen. 30. 3. 18.

27 c. Gr. 11. E. 23 995. Hubert Eicken, Grevenbroich. Doppelschraubengebläse mit mehreren auf einer Achse hintereinander angeordneten Schraubenrädern. 8. 5. 19.

42 l. Gr. 4. A. 30 558. Max Arndt, Aachen, Casinostr. 2 B. Gehäuse für gasanalytische Apparate. 13. 5. 18.

24 b. 707 207. H. 78 884. Paul Hintze, München, Biederstein 7. Düse mit auswechselbarem Einsatz für

Vorrichtungen zum Zerstäuben und Einführen von Rohöl in Kessel- u. dgl. Feuerungen. 8. 5. 19.

24 c. 707 142. D. 31 404. Dingersche Maschinenfabrik A. G., Zweibrücken. Vereinigte Gasumsteuer- und Zugregelungsvorrichtung für Regenerativöfen. 4. 1. 18.

24 c. 707 156. J. 18 427. Arnold Jrianyi, Altrahlstedt b. Hamburg. Rekuperationsstein. 31. 3. 19.

Vom 3. Juli 1919 an:

5 d. Gr. 3. R. 47 711. Heinrich Rohde, Unser Fritz (Westf.). Vorrichtung zum Niederkämpfen von Grubenexplosionen durch Gesteinstaub; Zus. z. Anm. R. 47 347. 22. 5. 19.

12 b. Z. 10 640. Victor Zieren, Berlin-Friedenau, Saarstr. 6. Verfahren und Vorrichtung zum Beheizen von Muffelöfen, besonders für Röst- und Kalzinierzwecke. 16. 10. 18.

12 e. Gr. 3. F. 38 089. J. S. Fries Sohn, Frankfurt (Main), Schulstr. 13. Vorrichtung zum Abscheiden kondensierbarer Dämpfe aus Abluft. 23. 1. 14.

12 e. Gr. 2. H. 74 777. Otto Happel, Bochum, Wrangelstr. 33. Vorrichtung zum Abscheiden von festen Bestandteilen aus Gasen. 12. 7. 18.

12 k. Gr. 1. B. 79 359. Berlin-Anhaltische Maschinenbau-A. G., Berlin. Verfahren zur Verarbeitung von Gaswasser unter gleichzeitigem Waschen des flüchtigen Ammoniaks. 16. 4. 15.

12 k. Gr. 5. W. 51 537. Dr. Hermann Wichelhaus, Berlin, Bunsenstr. 1, und Dr. Johannes Angerstein, Berlin, Hindersinstr. 14. Verfahren zur Herstellung von Ammoniumverbindungen aus Harn mittels Endlaugen der Kalifabriken. Zus. z. Pat. 313 271. 1. 10. 18.

21 h. Gr. 12. F. 42 705. Peter Fäßler, Berlin-Wilmersdorf, Landauerstr. 16. Elektrische Punktschweißmaschine. 12. 1. 18.

21 h. Gr. 12. F. 44 276. Peter Fäßler, Berlin-Wilmersdorf, Landauerstr. 16. Elektrische Schweißmaschine, deren beweglich angeordnete Teile mittels Preßluft betätigt werden. 27. 2. 19.

34 k. Gr. 6. Sch. 55 044. Albert Schwesig, Buer (Westf.). Im Deckel angeordnete selbsttätige Desinfektionseinrichtung für Grubenklosetts. 24. 4. 19.

Zurücknahme von Anmeldungen.

Folgende an dem angegebenen Tage im Reichsanzeiger bekannt gemachten Anmeldungen sind zurückgenommen worden:

19 a. J. 17 971. Gleisrückmaschine. 30. 9. 1918.

87 h. G. 46 708. Einlaßventil für Preßluftwerkzeuge. 6. 2. 1919.

Aufhebung einer Löschung.

Die Löschung des Patentes 1 a. 304 800 (s. Glückauf 1918, S. 258) ist aufgehoben worden.

Gebrauchsmuster-Eintragungen,

bekannt gemacht im Reichsanzeiger vom 30. Juni 1919.

5 b. 707 699. Deutsche Oxhydric A. G., Berlin. Sektor für Schrämmaschinen. 16. 5. 19.

5 e. 707 136. Heinrich Freise, Bochum, Dorstenerstr. 228. Durch konische Ausbohrung des Endes geschwächter, nachgiebiger hölzerner Grubenstempel. 8. 5. 19.

5 d. 706 901. Theodor Hackert, Recklinghausen, Goethestr. 2. Vorrichtung für die Explosionsbekämpfung in Bergwerken mittels Gesteinstaub. 30. 4. 19.

5 d. 707 129. Theodor Hackert, Recklinghausen, Goethestr. 2. Vorrichtung für die Explosionsbekämpfung in Bergwerken mittels Gesteinstaub. 7. 5. 19.

5 d. 707 134. Franz Stockamp, Essen-Frintrop, Klauenberg 16. Anhaltevorrichtung für Förderwagen im Grubenbetriebe. 7. 5. 19.

5 d. 707 535. Heinrich Scherer, Essen, Geisbergstr. 18. Verstellbarer Ladekästen. 12. 5. 19.

12 e. 707 428. Franz Hemmann, Zwickau, (Sa.). Römerpl. 12. Füllung für Reinigungskammern zur Abscheidung chemischer Rohstoffe aus Rauchgasen. 8. 5. 19.

20 e. 707 807. Richard Eberhardt, Heinitz (Saar). Förderwagenkupplung mit im Kuppelhaken angeordneten Drehpunkten. 19. 4. 19.

21 e. 707 681. Accumulatoren-Fabrik A.G., Berlin. Füllvorrichtung für transportable elektrische Akkumulatoren, besonders für alkalische Grubenlampenzellen. 13. 5. 19.

40 d. 707 040. Theodor Kortmann, Mecklinghofen (Westf.). Regelung der Arbeitsdruckluft bei Schüttelrutschenmotoren durch einen mittels Flachschieber betätigten Steuerkolben. 28. 4. 19.

50 e. 706 996. Dipl.-Ing. Hans Krauß, Köln, Bismarckstr. 22. Brech- und Mahlwerk. 5. 5. 19.

59 a. 707 886. Bachmann & Ladewig A.G., Chemnitz (Sa.). Dreikolbenpumpe mit geschützter Kurbelwelle. 2. 5. 19.

59 b. 706 940. Fried. Krupp A.G. Germaniawerft, Kiel-Gaarden. Zahradpumpe für große Fördermengen. 2. 3. 18.

59 b. 707 121. Heidelberger Armaturfabrik G. m. b. H., Heidelberg. Rotationspumpe. 6. 5. 19.

59 b. 707 373. Otto Pape, Hamburg, Silbersackstr. 10. Rotationspumpe. 12. 5. 19.

59 b. 707 463. Fried. Krupp A.G. Germaniawerft, Kiel-Gaarden. Zahradpumpe. 1. 6. 18.

78 e. 707 067. Dr. August von Kutassy, Reichenstein. Zündschnurzünder. 12. 12. 18.

78 e. 707 674. Friedrich Gräber, Bleicherode (Harz). Sicherheitszünder für feste und flüssige Sprengstoffe. 12. 5. 19.

81 e. 707 172. Hermann Geißler, Czerwionka (O.-S.). Fahrbare Koksverladeeinrichtung mit Motorantrieb. 26. 4. 19.

Verlängerung der Schutzfrist.

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

5 d. 660 312. Stephan, Frölich & Klüpfel, Scharley (O.-S.). Einschaltstück für Knickpunkte usw. 12. 4. 19.

12 l. 688 419. Maschinenbau-A.G. Balcke, Bochum (Westf.). Kaminkühler usw. 12. 6. 19.

16. 660 830. Chemische Fabrik Milch A.G., Zweigniederlassung Danzig, und Fritz Griesel, Schellmühl b. Danzig. Apparat zum Zerkleinern von Superphosphat. 11. 6. 19.

21 h. 651 136. Maschinenbau-Anstalt Humboldt, Köln-Kalk. Elektrostahlofen usw. 3. 6. 19.

21 h. 651 137. Maschinenbau-Anstalt Humboldt, Köln-Kalk. Elektrostahlofen usw. 3. 6. 19.

27 a. 649 770. Koch & Co., Elberfeld. Luftgebläse usw. 5. 6. 19.

78 e. 705 681. Ferd. Arthur Wicke, Barmen, Westkoterstr. 71. Zündvorrichtung. 5. 6. 19.

78 e. 705 682. Ferd. Arthur Wicke, Barmen, Westkoterstr. 71. Zündvorrichtung usw. 5. 6. 19.

78 e. 705 683. Ferd. Arthur Wicke, Barmen, Westkoterstr. 71. Zündvorrichtung usw. 5. 6. 19.

81 e. 648 735. Christian Queens, Gladbeck (Westf.). Seilklemme usw. 19. 4. 19.

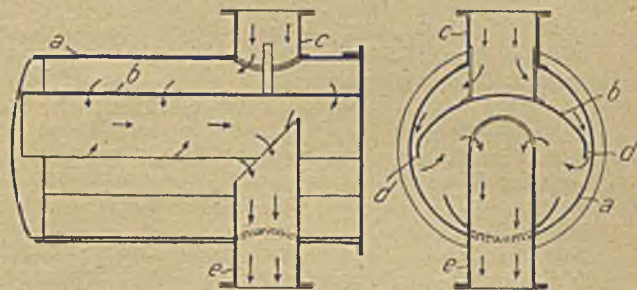
Deutsche Patente.

4 g (2). 313 079, vom 20. September 1917. Wilhelm Brings in Altenbochum. Grubensicherheitslampe für Benzol und ähnlich kohlenstoffreiche Brennstoffe. Zus. z. Pat. 307 161. Längste Dauer: 13. August 1932.

Die Brennerkappe, die bei der durch das Hauptpatent geschützten Lampe die durchbrochenen Zungen trägt, füllt den Querschnitt des Lampenglases aus, so daß die gesamte Luft der Flamme von unten zuströmt und ein Innenzylinder sowie eine obere Luftzuführung nicht erforderlich sind.

12 e (2). 312 994, vom 29. März 1918. Otto Bühring in Halle (Saale). Vorrichtung zur Reinigung von Dämpfen und Gasen unter Verwendung einer spaltförmigen Düse.

In einen zylindrischen oder ähnlich gestalteten Behälter *a* ist die Trennungswand *b* eingebaut, die an beiden Seiten parallel mit der Behälterwand läuft und daher mit dieser spaltförmige Düsen *d* bildet. Im übrigen verläuft die Trennungswand exzentrisch zur Behälterwand, so daß sie den Behälter in zwei Abteile teilt. In das obere

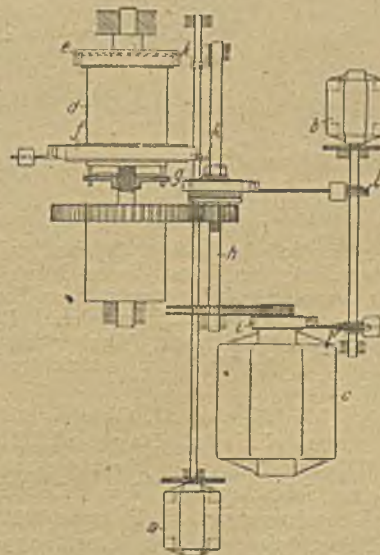


dieser Abteile mündet der Dampf- oder Gaseintrittsstutzen *c* und in das untere der Dampf- oder Gasaustrittsstutzen *e*. Die Trennungswand *b* kann beiderseits spiralförmig bis annähernd zu einer senkrechten Zwischenwand weitergeführt werden, so daß sie mit dieser Wand weitere spaltförmige Düsen bildet. In diesem Fall wird für den Dampf- oder Gasaustritt durch eine in das untere Abteil des Behälters eingebaute, senkrecht zur Behälterachse stehende Zwischenwand eine besondere Kammer gebildet, in die der Dampf oder das Gas aus den durch die spiralförmigen Teile der Zwischenwand gebildeten Kammern tritt.

24 e (4). 313 032, vom 22. Juni 1917. Otto Asmus Winter in Buxtehude. Gaserzeuger mit einer mit Spielraum in den Gaserzeugerhals eintauchenden Abgasretorte und Kernkörper.

Die Abgasretorte des Erzeugers hat durchbrochene Wandungen und wird zwangsläufig gedreht.

35 b (7). 313 360, vom 20. September 1912. Koloman Brüll in Budapest. Elektrisch betriebene und gesteuerte Greiferhubwinde. Für diese Anmeldung ist bei der Prüfung gemäß dem Unionsvertrage vom 20. März 1883/14. Dezember 1900 die Priorität auf Grund der Anmeldung in Österreich vom 23. Dezember 1911 anerkannt worden.



Die Winde hat einen Hilfsmotor *a*, der mit Hilfe des Exzenters *k* o. dgl. auf die Bremse *f* und die Kupplung *e* der Halteseiltrommel *d* einwirkt, und einen zweiten Hilfsmotor *b*, der mit Hilfe des Exzenters *l* o. dgl. die zum Stillsetzen des Lastmotors *c* dienende Bremse *i* und die auf der Vorgelegewelle *h* sitzende Drucklagerbremse *g* beeinflusst. An dem zur Bedienung der Winde dienenden

Kontroller sind vier als Schlitzführungen für die Kontrollerhebel ausgebildete Skalen vorgesehen, die in einem gemeinschaftlichen Punkt zusammenlaufen. Außerdem ist in den Stromkreis der Motoren ein vom Öffnungsseil beeinflusster Schalter eingebaut, der während des Öffnens des Greifers den Strom an der Hubskala des Kontrollers unterbricht.

27 d (1). 313 020, vom 13. Juni 1915. Dr.-Ing. Kurt Hoefler in Kiel. *Strahlapparat mit zwei hintereinandergeschalteten Düsensystemen.*

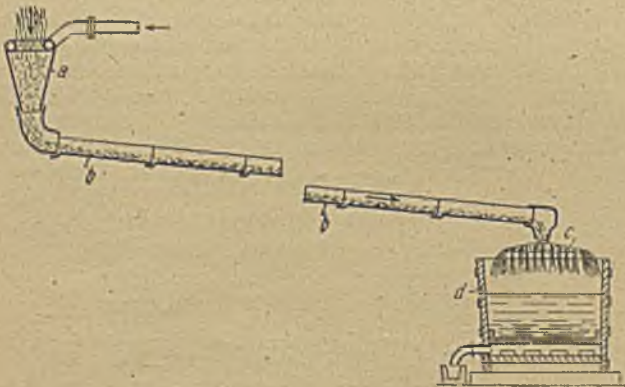
Die beiden hintereinandergeschalteten Düsen der Vorrichtung, von denen jeder ein kreisförmiger Diffusor vorgeschaltet ist, haben einen kreisförmigen Querschnitt, und der vordern Düse wird das Fördermittel so zugeführt, daß es aus der Düse tretende zu fördernde Mittel ringförmig umgibt.

35 e (3). 313 279, vom 7. Juni 1918. Knorr-Bremse-A.G. in Berlin-Lichtenberg. *Signal- und Bremsanordnung für durch Druckmittel beaufschlagte Bremsen.*

Die Signalvorrichtung, die bei Überschreitung des zulässigen Bremsklotzhubes ein Zeichen gibt, wird von dem auf die Bremse wirkenden Druckmittel in Tätigkeit gesetzt, so daß bei Überschreitung des zulässigen Bremsklotzhubes durch das Signal dauernd Druckmittel verbraucht wird und infolge des Druckabfalls in der Druckmittelleitung die Bremse in Tätigkeit tritt.

40 a (31). 307 648, vom 22. August 1913. Wilhelm Braumüller in Duisburg. *Verfahren und Vorrichtung zur Laugung von kupfer-, zink-, silber- usw. haltigem Röstgut (z. B. chlorierend gerösteten Kiesabbränden) mit gleichzeitigem Transport des Gutes.*

Das Patent ist auf Grund der Verordnung vom 8. Februar 1917 ohne voraufgegangene Bekanntmachung der Anmeldung erteilt worden.



Das Röstgut soll in heißem Zustand mit der Laugeflüssigkeit gemischt und von dieser durch Rinnen oder unmittelbar über einen mit Löchern versehenen Schild in die Auswaschbottiche geschafft werden. Die geschützte Vorrichtung besteht aus dem Mischtrichter a, der Beförderungsrinne b, der Verteilungsvorrichtung c und dem Auswaschbottich d.

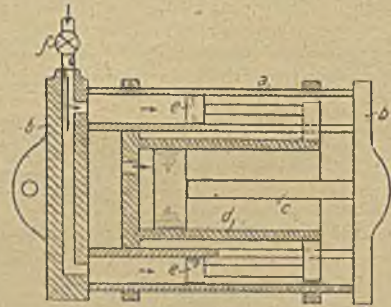
40 a (46). 306 426, vom 27. Oktober 1917. Farbenfabriken vorm. Friedr. Bayer & Co. in Leverkusen b. Köln (Rhein). *Verfahren zur Verarbeitung manganhaltiger Schlacken und Erze.* Das Patent ist auf Grund der Verordnung vom 8. Februar 1917 ohne voraufgegangene Bekanntmachung der Anmeldung erteilt worden.

Die manganhaltigen Schlacken oder Erze sollen mit Eisensulfatbeizwassern eingedampft und nach dem Trocknen erhitzt werden. Die dabei erhaltene Masse ist alsdann auszulaugen. Die Behandlung der Schlacken oder Erze mit den Eisensulfatbeizwassern kann bei höherer Temperatur mit oder ohne Druck vorgenommen und das dabei gelöste Mangansulfat in das Chlorür übergeführt werden.

40 a (46). 307 174, vom 12. September 1917. Farbenfabriken vorm. Friedr. Bayer & Co. in Leverkusen b. Köln (Rhein). *Verfahren zur Aufarbeitung manganhaltiger Schlacken und Erze durch nasse Chlorierung.* Das Patent ist auf Grund der Verordnung vom 8. Februar 1917 ohne voraufgegangene Bekanntmachung der Anmeldung erteilt worden.

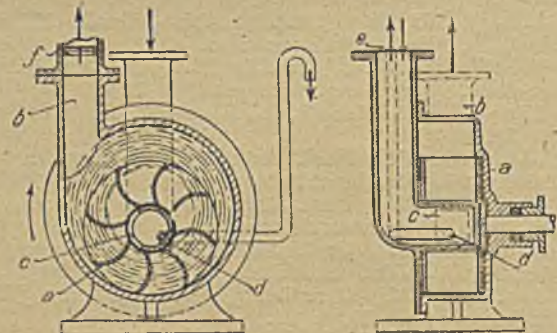
Die manganhaltigen Schlacken oder Erze sollen mit den in den Eisenwalzwerken entfallenden salzsauern Beizwassern gemischt, getrocknet und nach dem Trocknen auf eine Temperatur von etwa 250° gebracht werden. Die in der dadurch erhaltenen Masse vorhandenen löslichen Mangansalze sollen alsdann mit Wasser ausgezogen werden.

46 d (5). 313 398, vom 24. April 1918. Hugo Klerner in Gelsenkirchen. *Verbindungsstange für Schüttelrutschmotoren, besonders für Druckluftbetrieb.*



Die durch Querstücke a miteinander verbundenen Stangen b, von denen eine mit der Kolbenstange c des Motors in unmittelbarer Verbindung steht, sind als Zylinder für am Motor befestigte Kolben d ausgebildet. Die Zylinder werden mit Druckluft gespeist, deren Druck durch das von Hand einstellbare Drosselorgan e geändert werden kann. Bei Motoren mit zwei einseitig wirkenden Zylindern wird eine als Zylinder ausgebildete Stange verwendet, die an jedem Ende durch ein Querstück mit einer der Kolbenstangen verbunden ist.

59 b (1). 313 262, vom 20. September 1914. Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H. in Siemensstadt b. Berlin. *Selbstansaugende Kreiselpumpe.*



Bei der Pumpe tritt das Fördermittel von innen oder durch die Seitenwänden nur an einer nach dem Austrittsstützen zu gelegenen Stelle c in das Laufrad a ein, während die Luft der Laufradzellen durch die Öffnung d austritt, die in der Drehrichtung des Rades vor einer von dem Austrittsstützen b abgewendeten, außerhalb des Rades liegenden Verengung des Durchflußquerschnitts für das Wasser vorgesehen ist. In dem Druckstutzen b ist ferner das Absperrorgan f eingebaut, das während des Luftförderns, d. h. während des Inbetriebsetzens der Pumpe, geschlossen wird und das in ihr befindliche Wasser am Austritt verhindert. Als Absperrorgan kann ein Rückschlagventil dienen, das so belastet ist, daß es unabhängig von dem Druck in der Druckleitung in der Pumpe den für das Ausstoßen der Luft geeigneten Mindestdruck hält.

80 b (22). 313 048, vom 8. März 1918. Karl Heinrich Schol in Allendorf (Dillkreis). *Verfahren und Vorrichtung zur Gewinnung möglichst trockener Schaumslacke.*

Die bei der Granulierung von Hochofenschlacke auf dem Wasser schwimmende trockne Schaumslacke soll getrennt von den im Wasser untersinkenden Teilen, dem Schlackensand, gewonnen werden.

Bei der durch das Patent geschützten Vorrichtung sind gegenüber der Stelle, an der die feuerflüssige Schlacke in den Wasserbehälter eingeführt wird, oberhalb des Behälters ein die schwimmende Schlacke von der Wasseroberfläche entfernendes Becherwerk und neben diesem ein in eine Vertiefung des Behälters eingreifendes zweites Becherwerk für den Schlackensand angeordnet. Die Einlaufrinne für die feuerflüssige Schlacke kann mit zwei Ausläufen versehen sein, von denen jeder einem der Becherwerke gegenüberliegt.

80 c (14). 313 211, vom 22. September 1916. Fa. G. Polysius in Dessau. *Verfahren zum Verhüten des Anbackens von in Drehtrommeln zu behandelndem Gut.*

Dem zu behandelnden Gut sollen, nachdem es die Drehtrommel im Stück durchwandert hat, staubförmige oder körnige Stoffe beigemischt werden. Die letzteren können so in die Drehtrommel geblasen oder geschleudert werden, daß sie in der Bewegungsrichtung der Trommel hinter das Gut fallen und daher unter dieses gezogen werden.

80 c (14). 313 291, vom 10. September 1917. F. L. Smidth & Co. in Kopenhagen (Dänemark). *Spaltdichtung für die Köpfe von Drehrohröfen.* Für diese Anmeldung wird gemäß dem Unionsvertrage vom 2. Juni 1911 die Priorität auf Grund der Anmeldung in Dänemark vom 12. Oktober 1916 beansprucht.

Das Ende der Öfen ist von einem ringförmigen Hohlraum umgeben, in dem Unter- oder Überdruck erzeugt wird, und dessen innere Wandung nach dem Spalt zwischen der Trommel und dem Ofenkopf zu gerichtete Durchtrittsöffnungen hat.

Löschungen.

Folgende Patente sind infolge Nichtzahlung der Gebühren usw. gelöscht oder für nichtig erklärt worden: (Die fettgedruckte Zahl bezeichnet die Klasse, die schräge Zahl die Nummer des Patentes; die folgenden Zahlen nennen mit Jahrgang und Seite der Zeitschrift die Stelle der Veröffentlichung des Patentes.)

- 5 c. 156 329 1904 S. 1503, 278 385 1914 S. 1549
 5 d. 195 225 1908 S. 285, 243 995 1912 S. 495, 250 043 1912 S. 1608, 254 318 1913 S. 32, 285 320 1915 S. 698.
 10 a. 174 671 1906 S. 1230, 224 565 1910 S. 1471, 275 198 1914 S. 1021, 297 339 1917 S. 410.
 10 b. 299 963 1917 S. 702, 301 138 1917 S. 804.
 12 c. 291 065 1916, S. 344.
 12 e. 243 028 1912 S. 247, 243 029 1912 S. 247, 254 271 1912 S. 2053, 287 189 1915 S. 979.
 12 k. 311 694 1919 S. 348.
 20 a. 241 184 1911 S. 2012, 229 784 1911 S. 176, 291 448 1916 S. 386, 307 236 1918 S. 541.
 21 h. 190 272 1907 S. 1354, 208 952 1909 S. 647.
 23 c. 302 986 1918 S. 117.
 24 b. 294 937 1916 S. 1021, 302 400 1918 S. 57.
 24 n. 291 225 1916 S. 366.
 27 b. 296 402 1917 S. 170.
 27 c. 278 958 1914 S. 1574.
 40 a. 179 403 1907 S. 26, 243 613 1912 S. 413, 255 453 1913 S. 152, 296 497 1917 S. 244.
 40 b. 287 293 1914 S. 54.
 50 c. 295 563 1916 S. 1140, 304 496 1918 S. 202.
 81 c. 279 576 1914 S. 1642, 288 723 1915 S. 1226, 290 743 1916 S. 299, 300 315 1917 S. 833.
 87 b. 237 595 1911 S. 1470.

Bücherschau.

Die Ölfueuerungstechnik. Von Dr.-Ing. O. A. Essich. 98 S. mit 168 Abb. Berlin 1919, Julius Springer. Preis geh. 8 M.

Die Ölfueuerungen haben in den Rohöl erzeugenden Ländern schon lange Eingang gefunden; allgemein ist die Verwendung von Petroleumrückständen, dem sogenannten Masut, auf russischen Bahnen für Lokomotivfueuerung eingeführt. Die Entwicklung der Ölfueuerungstechnik hat allerdings nur einen recht langsamen Fortgang genommen. Infolge des durch den Krieg hervorgerufenen Mangels an allen Brennstoffen ist auch in Deutschland der Verwendung von Öl zu Heizzwecken größere Aufmerksamkeit als früher geschenkt worden, jedoch sind ihr durch die verhältnismäßig geringen Mengen von geeigneten Ölen, die Deutschland erzeugt, ziemlich enge Grenzen gezogen. Viele Hoffnungen, die man auf diesen zu Heizzwecken vorzüglich geeigneten Stoff gesetzt hatte, sind eben an der Knappheit der zur Verfügung stehenden Mengen gescheitert.

Immerhin ist es als dankenswert zu begrüßen, daß der Verfasser das in der Literatur zerstreute Material gesammelt, gesichtet und mit den eigenen Erfahrungen in einheitlicher Darstellung zusammengefaßt hat.

Er teilt den behandelten Stoff in 4 Kapitel, von denen das erste die Heizöle und ihre Eigenschaften, das zweite die Grundlagen für die Wirtschaftlichkeit der Ölfueuerung und das dritte die Technik der Ölfueuerung behandelt. Unter andern werden in diesem Abschnitt die verschiedenen Arten der Ölfueuerung, die ohne Gebläse und die mit Zerstäubungsvorrichtungen, aufgeführt. Das letzte Kapitel erörtert die Anwendungsgebiete mit der Unterteilung in Dampfkesselfueuerungen und sonstige Industriefueuerungen. Allgemein läßt sich sagen, daß das Öl in der deutschen Industrie die sonstigen Brennstoffe nicht verdrängen wird, weil es wesentlich teurer als Kohle ist und in zu geringer Menge gewonnen wird. Immerhin gibt es eine Reihe von Sonderfällen, in denen die Vorzüge der Ölfueuerung so überwiegen, daß sie trotz der höhern Kosten andern Feuerungen vorgezogen wird. Zum Schluß sei noch erwähnt, daß die Ölfueuerungstechnik trotz der Förderung, die sie durch den Krieg erfahren hat, noch im Anfange ihrer Entwicklung steht.

Das Buch bietet dem Fachmann die willkommene Möglichkeit, sich schnell über den heutigen Stand der Ölfueuerungstechnik und über ihre Anwendungsgebiete zu unterrichten.

K. V.

Über die Mineralölgewinnung bei der Destillation und Vergasung der Kohlen. Von Geh. Regierungsrat Professor Dr. Franz Fischer, Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Kohlenforschung in Mülheim (Ruhr). 20 S. mit 2 Abb. Berlin 1918, Gebr. Borntraeger. Preis geh. 1,60 M.

Die bei Anwendung der eben nur ausreichenden Temperatur von 500°C gewonnenen Destillationserzeugnisse der Braunkohle und Steinkohle, also die Tieftemperaturteere, stehen dem Erdöl nahe und lassen sich nach dem Verfahren der Erdölindustrie zu allen einschlägigen Produkten, wie Benzin, Leuchtöl, Treiböl, Schmieröl und Paraffin, verarbeiten.

Für die Gewinnung von Steinkohlen-Urteer kommen Kokerei und Gasanstalt nicht in Frage, weil sie dazu nicht geeignet und auch nicht frei sind.

Nach den Ausführungen des Verfassers erfolgt zweckmäßig:

1. die Verkokung bei niedriger Temperatur, eine Destillation der Kohle mit einer Art Koks als Rückstand, viel Teer, wenig Gas und wenig Ammoniak. Der

nach diesem Verfahren meist porös und leicht zerreiblich ausfallende Koks muß noch verdichtet werden, falls er verladefähig sein soll.

2. die Vergasung in Generatoren besonderer Bauart (z. B. von Thyssen, Ehrhardt und Schner usw.), die ermöglichen, daß die bei niedriger Temperatur entweichenden Destillationserzeugnisse vor weiterer Veränderung geschützt und aufgefangen werden, ehe der Rückstand in die höhere Temperatur der Vergasungszone gerät.

Magerkohlen liefern sehr wenig, 0,5–1%, Gasflamkohlen 8–12% Urteer, der sich aus Teerbenzin, Brennöl, Schmieröl, Paraffin, neutralen Harzen, Karbolsäure, Kresolen, Brenzkatechin, andern Phenolen und sauren Harzen zusammensetzt. Der Verfasser empfiehlt, daß aus Kohlen, die über 5% Urteer zu liefern vermögen, zur Förderung unserer einheimischen Mineralölversorgung in Zukunft der Teer auch gewonnen wird.

Winter.

Vierstellige Tafeln zum logarithmischen und Zahlenrechnen.

Von Dr. Ph. Lötzbeyer, Oberlehrer am Reformrealgymnasium II zu Berlin-Wilmersdorf. 32 S. Leipzig 1918, B. G. Teubner. Preis geh. 1,40 M.

Das kleine Tafelwerk enthält im ersten Teile Logarithmentafeln, im zweiten Zahlentafeln. Im Gegensatz zu fast allen ähnlichen Werken, in denen die aufeinander folgenden Tafelwerte in Reihen nebeneinander stehen, ist hier die Anordnung so gewählt, daß die aufeinander folgenden Werte in Spalten übereinander stehen, und zwar so, daß die Eingangswerte von unten nach oben laufen; demgemäß stehen die Überschriften auch am Seitenfuß. Diese etwas ungewohnte Darstellung hat den Hauptvorteil, daß bei wachsenden Funktionen die größere Zahl über der kleinere steht und daher die Ausrechnung der Differenzen für die Einschaltwerte sehr erleichtert wird. Sie entspricht übrigens der Teilung der positiven Ordinatenachse bei der graphischen Darstellung, die ja auch von unten nach oben geht, und ist von diesem Standpunkt aus ganz berechtigt. Die Proportionaltafeln für die Differenzen sind auf einem besondern Blatte zusammengestellt, das recht zweckmäßig ausklappbar am Schluß angefügt ist.

Das Heft enthält die üblichen Logarithmentafeln für Zahlen und Winkelfunktionen auf vier Stellen, eine gute kurze Anleitung zum Gebrauch des Rechenschiebers, eine Reihe kleinerer Hilfstafeln, u. a. eine dreistellige Tafel der natürlichen Logarithmen, ferner mehrere sehr ausführliche Tafeln zur Kontokorrent- und Zinsrechnung, Tafeln der Quadrate, der Kuben, der Reziproken, Zahlenwerte der Winkelfunktionen und eine Anzahl kleinerer astronomischer und physikalischer Tafeln. Die gewählten Ziffern sind groß und gut lesbar.

Domke.

Allgemeines Berggesetz für die Preußischen Staaten unter besonderer Berücksichtigung des Gewerkschaftsrechts, systematisch erläutert von Dr. Hermann Isay und Dr. Rudolf Isay, Rechtsanwälten am Kammergericht. 1. Bd. 806 S. Mannheim 1919, J. Bensheimer. Preis geb. 50 M.

Das Schrifttum zum Preußischen Berggesetz hat sich in den letzten fünfzehn Jahren zu einer bisher unbekannteren Reichhaltigkeit entfaltet. Es gibt damit Zeugnis von der Bedeutung des um die Entwicklung des Bergbaues in Preußen so verdienten Gesetzes. Um die Zeit, als das Allgemeine Berggesetz für die Preußischen Staaten vom 24. Juni 1865 in sein 50. Lebensjahr eintrat, lagen neben den in wiederholten Auflagen erschienenen Handausgaben von Arndt, Bennhold und Westhoff-Schlüter die altbewährten Kommentare von Klostermann und Fürst sowie von Brassert in neuen von Thielmann und von Gottschalk bearbeiteten Ausgaben vor. Teile des preußischen Bergrechts behandelten zahlreiche

kleinere Werke und inhaltreiche Aufsätze in der Zeitschrift für Bergrecht sowie in der Zeitschrift Glückauf; vor allem sind zu nennen Arndts »Zur Geschichte und Theorie des Bergregals und der Bergbaufreiheit«, Westhoff-Bennholds »Gewerkschaftsrecht«, Westhoffs zweibändiges Buch »Bergbau und Grundbesitz« sowie Steinbrinck-Reuß »Knappenschaftsgesetz«, die fast alle mehrfach aufgelegt sind. Eine planmäßige Darstellung hat Müller-Erbach in seinem umfassenden Werk »Das Bergrecht Preußens und des weitem Deutschlands« gegeben.

Neben diesen Jubiläumsausgaben ist jetzt das eingangs genannte Buch der Rechtsanwälte Dr. Hermann Isay und Dr. Rudolf Isay zu verzeichnen. Jeder Bergrechtskundige wird es begrüßen und, soweit der erste Band schon ein abschließendes Urteil über das Gesamtwerk erlaubt, den Verfassern die Anerkennung aussprechen müssen, daß sie mit ganz besonderem Fleiß und Geschick ein Werk geschaffen haben, das den ersten Rang unter den Kommentaren zum Preußischen Berggesetz beanspruchen kann. Aber die Verfasser werden damit, das muß leider auch gesagt werden, wohl den letzten Kommentar zum Preußischen Berggesetz geschrieben haben. Ein Reichsberggesetz wird nach den Mitteilungen des Ministers für Handel und Gewerbe in der Preußischen Landesversammlung das Allgemeine Berggesetz für die Preußischen Staaten beseitigen. Inwieweit sich dieses Reichsberggesetz an das Preußische Berggesetz anlehnen wird, steht dahin. Immerhin werden die Ausführungen der Verfasser wertvolle Unterlagen für die Vorarbeiten zu der Berggesetzgebung des Reiches geben können.

Was die Anordnung des vorliegenden ersten Bandes dieses neuen Kommentars anbelangt, so haben die Verfasser den ganzen Wortlaut des Berggesetzes in der Fassung, die es durch seine zahlreichen Novellen erhalten hat, vorangestellt. Daran schließt sich eine Einleitung über die geschichtlichen Grundlagen des Preußischen Bergrechts, seine Quellen, die Auslegung des Berggesetzes sowie sein Verhältnis zu andern Gesetzen und über das Schrifttum. Dann folgt der eigentliche Kommentar unter Voranstellung jedes einzelnen Gesetzesparagraphen. Den Hauptabschnitten des Gesetzes ist eine Vorbemerkung vorausgeschickt, die das besondere Schrifttum mitteilt und nach einem geschichtlichen Überblick eine Einführung in den behandelten Rechtsstoff gibt. Die einzelnen Erläuterungen der Paragraphen gewähren in planvollem Aufbau eine vollständige Übersicht über den umfangreichen Stoff, die noch durch eine vorangestellte Inhaltsangabe erleichtert wird. Überall ist die Rechtsprechung mit Angabe sämtlicher Fundstellen angeführt. Der erste Band schließt mit dem Gewerkschaftsrecht, den §§ 94–134 ab, denen fast die Hälfte des Buches gewidmet ist.

Eine eingehendere Besprechung des Inhalts dieses Werkes soll nach dem für die nächste Zeit in Aussicht gestellten Erscheinen des zweiten Bandes erfolgen.

Dr. Schlüter.

Zeitschriftenschau.

(Eine Erklärung der hierunter vorkommenden Abkürzungen von Zeitschriftentiteln ist nebst Angabe des Erscheinungs-ortes, Namens des Herausgebers usw. in Nr. 1 auf den Seiten 17–19 veröffentlicht. * bedeutet Text- oder Tafelabbildungen.)

Mineralogie und Geologie.

Die Manganerzlagerstätten von Hohenkirchen bei Kassel. Von Beyschlag. Z. pr. Geol. Juni. S. 87/9*.

Geologische Stellung, Alter und Entstehung der Lagerstätte, auf der man im Jahre 1917 mit erheblichen Mitteln den Bergbau wieder aufgenommen hatte, um ihn nach einjährigem Betriebe einzustellen, da die noch verbliebenen Reste des Erzlagers sich als zu gering ergaben.

Über russische Phosphorite. Von Kaunhoffer. (Schluß.) Z. pr. Geol. Juni. S. 89/93*. Angaben über die Entstehung der bisher behandelten Phosphorite. Beschreibung der im Silur und im Cenoman auftretenden Phosphoritvorkommen Podoliens.

Über die Mikrostruktur einiger Kupferschiefererze. Von Berg. Z. pr. Geol. Juni. S. 93/5*. Die Mikrostruktur des normalen Kupferschiefers. Besprechung des Kupferschiefers von Hasel bei Goldberg in Schlesien, der Kupferletten von Thalitter und des Sangerhausener Sanderzes an der Hand von Mikrobildern.

Bergbautechnik.

The evolution and development of the Kent coalfield. Von Ritchie. (Forts.) Ir. Coal Tr. R. 27. Juni. S. 885*. 4. Juli. S. 9/10*. Die Gründung und Finanzierung der Snowdown Colliery, Limited, im Jahre 1918. Verlauf der Abteufarbeiten. Vergleich der hier und auf Tilmanstone durchsunkenen Schichten. Beschaffenheit der Kohle des zuerst angefahrenen Beresford-Flöz. (Forts. f.)

Eine Neukonstruktion von Fördergerüsten. Von André. Fördertechn. 15. Juni. S. 71/3*. Besprechung der bisher verwendeten Fördergerüste und ihrer Mängel. Beschreibung eines von Dipl.-Ing. Gehlen in Düsseldorf zum Patent angemeldeten Fördergerüsts, das die besprochenen Mängel nicht aufweist.

Über neuere Erfahrungen und Bestrebungen in der Verwendung von Löffel- und Greifbaggern in Braunkohlengruben. Von Hermanns. Braunk. 12. Juli. S. 195/9*. Anwendung von Löffelbaggern zur Abraum- und Kohlenbaggerung. Ausführungen über die Bauarten von Löffelbaggern. Vorteile des elektrischen Baggers gegenüber dem Dampfbagger. Allgemeine Anordnung des elektrischen Baggers. Zweckmäßigkeit der Anwendung von Greifbaggern. Verschiedene Arten der Vereinigung von Löffel- und Greiferbagger. Der Greiferdrehkran.

* The coking capacity of coals. Von Meurice. Coll. Guard. 27. Juni. S. 1559/60. Einteilung der Kohlen nach ihrem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen. Einfluß der Backfähigkeit einer Kohle auf deren Wert als Koks-kohle. Versuche zur Bestimmung der Backfähigkeit. Aufstellung einer Gleichung zur Berechnung des Wertes einer Kohle als Koks-kohle. Auf Grund dieser Berechnung, deren Richtigkeit durch Versuche belegt wird, soll eine Mischung mehrerer Kohlenarten von verschiedener Backfähigkeit vorgenommen werden.

Dampfkessel- und Maschinenwesen.

Saugzug, Unterwind und Flugasche. Von Krauss. (Forts.) Wiener Dampfk. Z. 6. Juni. S. 53/5*. Vergleichende Berechnungen hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit eines Dampfstrahlgebläses im Schornstein und eines Unterwinddampfgebläses. Berechnung mittelbarer Saugzuganlagen. Vergleich der Wirkungsgrade der verschiedenen Zugerzeugungsvorrichtungen. (Forts. f.)

Die Speisewasserzusatzdestillation mit Abdampf nach Prof. Josse. Von Michalek. Wiener Dampfk. Z. 6. Juni. S. 58/9*. Beschreibung des Verfahrens unter Anführung der Ergebnisse bei einem Versuch. Hieran anknüpfende Betrachtungen.

Berechnung und Betriebsverhältnisse der Oberflächenkondensatoren unter Berücksichtigung der in den Kondensator eindringenden Luft. Von Hoefler. (Schluß.) Z. d. Ing. 12. Juli. S. 650/3*. Erörterungen über den Einfluß der Luftpumpenart und -größe, der Kühlwassertemperatur, der Kühlfläche und der Belastung des Kondensators einzeln und in ihrem Zusammenhang auf die im Kondensator erreichbare Luftleere.

Zerstörungsursachen an Wasserrohrkesseln im Turbinenbetrieb und Gegenmaßnahmen. (Schluß.) Z. Dampfk. Betr. 11. Juli. S. 209/12*. Forschungsergebnisse über Wasseruntersuchungen und Zerstörungsursachen mit anschließenden Betrachtungen. Aufzählung der zusammengefaßten Vorschläge zur Verhütung der Kesselzerstörungen.

Die neue Wasserturbinen-Versuchsanstalt von Briegleb, Hansen & Co. in Gotha. Von Thoma. Z. Turb. Wes. 10. Juni. S. 154/8*. Beschreibung einer Reihe von Einrichtungen unter Anführung der für ihre Bauart und Anordnung maßgebenden Gesichtspunkte. (Forts. f.)

Vorschläge für die Normalisierung im Hebe-maschinenbau. Von Wintermeyer. (Schluß.) Fördertechn. 15. Juni. S. 69/71*. Betrachtungen über die Eignung verschiedener Fördervorrichtungen zur Normalisierung, besonders des Flaschenzugs und des elektrisch betriebenen Aufzugs.

Kritische Drehzahlen von Torsionswellen. Von Lorenz. Z. Turb. Wes. 10. Juni. S. 149/53*. Berechnungen zur Klärung der Frage, ob die den kritischen Drehzahlen zugeordneten gefährlichen Torsionsschwingungen auch durch unvollkommene Zentrierung der Schwungmassen bedingt werden.

Elektrotechnik.

Eine neue Schaltung für die Erzeugung hoher Gleichspannungen. Von Schenkel. E. T. Z. 10. Juli. S. 333/4*. Die beschriebene, durch mehrfache Hintereinanderschaltung von Kondensatoren und Gleichrichtern in einer neuen Art und Weise entstehende Schaltung eignet sich für alle Fälle, in denen wenig Strom gebraucht wird, also besonders für Spannungsprüfungen und wissenschaftliche Zwecke.

Erhöhung von Spannungswellen an Diskontinuitätspunkten von Freileitungen. Von Grab-scheid. El. u. Masch. 29. Juni. S. 281/5*. Aufzählung von Entstehungsursachen für Diskontinuitätspunkte. Bestimmung des Wellenwiderstandes bei Änderung des Leiterdurchmessers und des Höhenabstandes und bei Abzweigung einer Leitung auf ein anderes Gestänge.

Hüttenwesen, Chemische Technologie, Chemie und Physik.

Flotation for the practical mill man. Von Moses. Chem. Metall. Eng. 1. Juni. S. 571/7. Besprechung einer Reihe von wichtigen praktischen Grundregeln zur erfolgreichen Durchführung der Erzanreicherung mit Hilfe des Schwimmyverfahrens.

Aus der Entwicklung des Roheisenmischers. Von Herberts. Gieß.-Ztg. 1. Juli. S. 196/200*. Kurze Abhandlung über die bauliche Entwicklung der Mischer unter Anführung der wichtigsten hierfür maßgebenden Gesichtspunkte.

Generatorgas aus Koks im Martinofen-Betrieb. Von Osann. Gieß.-Ztg. 1. Juli. S. 193/6. Zusammensetzung und Eigenschaften von gewöhnlichem Steinkohlen- und von Koks-Generatorgas. Erklärung der Ungeeignetheit des letztern zur Beheizung des Martinofens. Vorschläge

zur Anpassung des Martinofens und seines Betriebes an die Beheizung mit Generatorgas aus Koks.

Über die Abhängigkeit der magnetischen Eigenschaften, des spezifischen Widerstandes und der Dichte der Eisenlegierungen von der chemischen Zusammensetzung und der thermischen Behandlung. Von Gumlich und Goerens. (Forts.) E. T. Z. 10. Juli. S. 334/6*. An Siliziumlegierungen vorgenommene Untersuchungen, die sich auf magnetische Messungen, Anfangspermeabilität, Gestalt der Magnetisierungskurven, Hystereseverlust und Alterung erstreckt haben. Versuche mit neuern legierten Blechen. Einfluß des Siliziumzusatzes. (Forts. f.)

Über die Abhängigkeit der magnetischen Eigenschaften, des spezifischen Widerstandes und der Dichte der Eisenlegierungen von der chemischen Zusammensetzung und der thermischen Behandlung. Von Gumlich und Goerens. St. u. E. 10. Juli. S. 765/71*. Beschreibung des für die Versuche verwendeten Ausglühofens und der Verfahren zur Bestimmung der Umwandlungspunkte. Betrachtungen über die Ursachen der letztern. Einfluß des Ausglühens in Luft, Stickstoff, Wasserstoff und im Vakuum auf die untersuchten Proben. (Forts. f.)

Die Bestimmung des Eisengehalts in Eisenerzen mittels Permanganats. Von Brandt. (Schluß.) Chem.-Ztg. 1. Juli. S. 394/7. Erklärung für den nach Schwarz und Rolfe irrthümlich auf der Ausschaltung der Nebenwirkung des Permanganats auf die Salzsäure beruhenden Minderverbrauchs an Permanganatlösung nach Zusatz von Wasserglaslösung bei der Eisenbestimmung nach Kepler-Reinhardt.

Die spezifischen Wärmen der Gase für feuerungstechnische Berechnungen. Von Neumann. (Schluß.) St. u. E. 10. Juli. S. 772/5. Erklärungen zu den in den Zahlentafeln aufgestellten Werten für Sauerstoff, Kohlenoxyd, Wasserstoff, Kohlensäure und schweflige Säure. Anleitung für die praktische Verwendung der Zahlentafeln an Hand von Beispielen.

Vergleichende Leistungsversuche mit einem Glover-West-Ofen und einem 18er Dessauer Vertikalofen System 1912. Von Bunte. J. Gasbel. 28. Juni. S. 349/55. 5. Juli. S. 365/9*. Vergleichende Zusammenstellung und Besprechung der Ergebnisse mit Angaben über die Durchführung der Versuche. Feuerungstechnische Beobachtungen und Berechnungen am Glover-West-Ofen.

Die fossilen Brennstoffe und ihre Verwertung in den Kriegsjahren 1914 - 1918. Von Fürth. (Forts.) Z. angew. Chem. 8. Juli. S. 209/16. Kennzeichnung des Inhalts der wichtigern Aufsätze, die weiterhin über die Rohstoffe und die trockene Destillation sowie ferner über die Vorrichtungen zur Erzeugung von Generatorgas und Wassergas und die damit gewonnenen Ergebnisse und Erfahrungen erschienen sind. (Forts. f.)

Zur Prüfung auf Selbstentzündlichkeit. Von Schaper. Chem.-Ztg. 3. Juli. S. 401/3*. Besprechung des Dennstedt-Bünz-Selbstentzündungsofens, des »Humidators« und der Trommel zur Feststellung der Bröcklichkeit von Kohlen und andern zur Selbstentzündung neigenden Stoffen.

Volkswirtschaft und Statistik.

Die Auswertung unserer Naturschätze und der deutsche Kohlenbergbau. Von Herbst. (Forts.) Techn. Bl. 12. Juli. S. 173/4. Betrachtungen über die Zweckmäßigkeit des Stehenlassens von Sicherheitspfeilern. Erörterungen über den Abbau von Schacht-, Markscheide-

und Mergelsicherheitspfeilern und von Sicherheitspfeilern, die zum Schutze von Gegenständen an der Tagesoberfläche belassen worden sind. (Forts. f.)

Die Aussichten der Versorgung Deutschlands mit norwegischen Eisenerzen. Von Potlmann. Bergb. 10. Juli. S. 541/4. Menge und Art der in den verschiedenen Bergbaubezirken Norwegens geförderten Eisenerze. Vorhandene Vorräte auf den größern Lagerstätten. Angaben über den Ausfuhrzoll auf Eisenerze, die Höhe der Ausfuhr und die Bestrebungen zur Hebung der norwegischen Eisenindustrie.

Verkehrs- und Verladewesen.

Die preußischen Staatsbahnen während des Krieges. Von Mendel. Techn. u. Wirtsch. Juli. S. 457/63. Statistische Angaben aus den letzten Jahren über Ausdehnung, Schulden, Einnahmen, Ausgaben, Überschüsse, Tarife, Lohnaufwendungen, Zahl der Angestellten, der gelieferten Lokomotiven, Wagen usw. bei den preußischen Staatsbahnen.

Personalien.

Der Bergassessor Rontz ist dem Bergrevier Süd-Beuthen vorübergehend als technischer Hilfsarbeiter überwiesen worden.

Dem Bergassessor Nahnsen ist vom 15. August ab ein weiterer Urlaub zur Fortsetzung seiner Tätigkeit bei den Harzer Werken zu Rübeland und Zorge, A.G. zu Blankenburg a. H., erteilt worden.

Der Bergreferendar Erich Fricke (Bez. Clausthal) ist zum Bergassessor ernannt worden.

Bei der Verwaltung der Fried. Krupp A.G. sind die Bergassessoren Dr. Wemmer, bisher Betriebsleiter der Gewerkschaft Fernie in Gießen, und Büssing, bisher Stellvertreter des Vorstandes der Bergverwaltung in Betzdorf, nach Essen, der Bergassessor Benthaus der Verwaltung der Zechen Hannover und Hannibal und der Bergassessor Hennecke der Bergverwaltung in Betzdorf überwiesen worden. Der Bergingenieur Liste hat die Leitung der Gewerkschaft Fernie in Gießen übernommen.

Die Bergwerksdirektoren Mommertz, bisher Bergwerksdirektor bei der frühern Gewerkschaft Deutscher Kaiser, und Schmitz, bisher Bergwerksdirektor bei der Gewerkschaft Fröhliche Morgensonne, haben vom 1. Juli ab die Leitung der Gewerkschaften Friedrich Thyssen, Lohberg und Rhein I übernommen.

Das Eiserne Kreuz erster Klasse ist verliehen worden: dem Berginspektor Thiel in Halle (Saale), Hauptmann d. L., sowie den Bergreferendaren Dr. Böhne in Schmalkalden, Leutnant d. R., Ulrich Wedding in Ilseburg, Leutnant d. R., Ahlfeld in Marburg (Lahn), Leutnant d. R., und Lohmann in Kiel, Oberleutnant d. R. Ferner ist verliehen worden:

dem Bergreferendar Dr. Böhne in Schmalkalden, Leutnant d. R., das Ritterkreuz des Königlichen Hausordens von Hohenzollern mit Schwertern,

den Bergreferendaren Ahlfeld in Marburg (Lahn), Leutnant d. R., und Lohmann in Kiel, Oberleutnant d. R., der Bayerische Militärverdienstorden IV. Klasse mit Schwertern.

Gestorben:

am 11. Juli in Leipzig der Vorstand des Consolidierten Braunkohlenbergwerks »Caroline« bei Offleben, A.G. zu Magdeburg, Diplom-Bergingenieur Arno Sachse im Alter von 41 Jahren.