

GLÜCKAUF

Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

Nr. 30

26. Juli 1919

55. Jahrg.

Neuerungen in der Elektrometallurgie des Kupfers¹.

Von Professor Dr. Franz Peters, Berlin-Lichterfelde.

Elektrothermische Verfahren und Elektrolyse von Schmelzen.

Das elektrische Verschmelzen der kupferhaltigen Eisenerze des südöstlichen Alaskas regt U. S. Rush² an. Die Ilen Smelting Works, Trondhjem, haben³ Versuchs-schmelzen mit einem elektrischen Ofen von 1000 PS und einem geschätzten Ausbringen von 2000 t Kupfer jährlich ausgeführt.

Über Probeschmelzen mit stark kieseligen oxydierten Erzen berichtet W. Dewar⁴. Benutzt wurde ein Widerstandsofen von Keller, Leleux & Co. in Livet für 600–700 KW Wechselstrom mit je einem Abstich für das Metall und die Schlacke. Das Erz, das auf 25 mm zerkleinert war, enthielt in der ersten Probe 10,94%, in der zweiten 12,10% CuO. Die Ergebnisse waren folgende:

Bei ihrem Ofen lassen L. Yngström und die Stova Kopparbergs Bergslage Aktiebolag¹ das Dach des Schmelzraumes fort. Zwischen dem untern Ende des Beschickungsschachtes und der Tiegelwand werden Elektroden eingeführt, die also von Beschickung umgeben sind.

Behandelt man kupferhaltigen Schwefelkies bei etwa 1500° unter Luftabschluß mit Silizium oder seinen Legierungen (z. B. Siliziumeisen), so läßt sich nach Det Norske Aktieselskab for Elektrokemisk Industri Norsk Industri-Hypotekbank² das Eisen unter Abdestillieren von Schwefel an Silizium als niedrigprozentiges Siliziumeisen (7–15% Si) binden, während sich das Kupfer im Stein anreichert, wenn die Menge des Siliziums genügend groß ist (10% der Kiesmenge in Form von 50%igem Ferrosilizium), und wenn man

Versuchs-Nr.	Beschickung				Zuschläge auf 1 t Erz		Kraftverbrauch KWst		Elektrodenverbrauch kg		Kupferausbringen %		
	während der ganzen Versuche		durchschnittlich in 24 st		Kalk t	Kohle t	auf 1 t Erz	auf 1 t Kupfer	auf 1 t Erz	auf 1 t Kupfer	als Metall	in der Schlacke	Verlust
	Erz-gemisch t	Erz t	Erz-gemisch t	Erz t									
1	27,12	17,9	14,59	9,84	0,499	0,017	1,122	14,025	12,40	155,00	91,48	5,0	3,52
2	69,38	43,4	15,15	9,52	0,519	0,016	1,028	11,719	5,53	63,04	91,10	5,6	3,74

Der erste Versuch wurde mit 2400–5500 Amp bei 96–106 V, der zweite mit 3500–6000 Amp bei 97–104 V durchgeführt. An Bisilikatschlacken fielen auf 1 t Erz 1,22 und 1,24 t mit durchschnittlich 0,25 und 0,30% Kupfer. Sie waren bei 1450° leichtflüssig und erstarrten gewöhnlich, ohne vorher plastisch zu werden, waren also besser als beim Verblasen. Beim zweiten Versuch wurde das Metall 9, 21 und 31 st nach Beginn abgestochen. Es enthielt in Hundertteilen:

	1.	2.	3.
Kupfer	75,96	61,25	57,74
Eisen	23,60	34,75	39,90

Die Abstiche wurden gegen Ende des Versuches wieder mitverschmolzen. In geeigneten Formen sonderte sich die Schmelze in zwei Schichten, von denen die eine 91%, die andere 51–57,6% Kupfer enthielt.

das Verfahren unterbricht, sobald die Anreicherung des Steins bis etwa 10–20% Kupfer fortgeschritten ist. Natürlich muß die Behandlung so lange und mit solchen Mengen Silizium erfolgen, daß genügende Entschwefelung des Gutes erreicht wird.

Zur Verarbeitung der beim Verschmelzen arsen- und antimonhaltiger Kupfererze im Schachtofen fallenden Speise schlägt P. Papencordt³ auf Grund von Versuchen im kleinen folgenden Gang für den Großbetrieb vor. Man schmilzt die zerkleinerte Speise mit so viel Pyrit (z. B. 1 Gewichtsteil auf 1 Gewichtsteil Speise), daß sein Schwefel alle Metalle in Sulfide überführen kann, unter Luftabschluß im elektrischen Schachtofen, an den eine Anlage zur Verdichtung der flüchtigen Stoffe angeschlossen ist. Auf diese Weise lassen sich etwa 80% der ursprünglichen Speise in einen Stein mit rd. 25% Kupfer und Spuren von Antimon überführen, der arsenfrei ist, während der Rest des Kupfers in eine rd. 4%

¹ In Fortsetzung meiner früheren Berichte, s. Glückauf 1905, S. 757; 1906, S. 1644; 1909, S. 515; 1915, S. 797, 827, 845, 875, 893 und 920.

² Eng. Min. J. 1914, Bd. 98, S. 1149.

³ Min. Eng. Wld. 1915, Bd. 43, S. 251.

⁴ Min. Mag. 1917, S. 238; Metall. Chem. Eng. 1917, Bd. 17, S. 239.

¹ Amer. P. 1 001 915, erteilt am 29. Aug. 1911.

² D. R. P. 310 526 vom 26. Aug. 1915.

³ Metall u. Erz 1919, Bd. 16, S. 6. |

Kupfer und Spuren von Arsen enthaltende neue antimonreiche Speise übergeht. Über dem Stein schwimmt eine glasige Schlacke. Die ursprüngliche Speise wird jedenfalls zweckmäßig in einen fahrbaren Vorherd abgestochen und aus ihm nach Zuschlag des Pyrits, der kupferarm und schwefelreich sein kann, in den elektrischen Ofen gelassen. Nur dieser ist anwendbar, weil bei allen andern Ofen die Heizgase stören würden. Er wird mit Kohle ausgekleidet und vor dem Anfressen durch die Speise möglichst dadurch geschützt, daß man den Boden völlig und die Seitenwand in einem Drittel der Höhe mit Wasser kühlt.

Von dem abgestochenen flüssigen Inhalt des elektrischen Ofens läßt man die sich unten ansammelnde neue Speise in einen vorgewärmten Schmelzofen fließen, der mit einem Gemenge von gemahlener Kohle und Natriumsulfat beschickt ist, während man den oben abgestochenen Stein erkalten läßt und mit dem Rückstand vom Laugen der Speise¹ zusammen verarbeitet. Dieser enthält sämtliches Kupfer, Blei, Nickel und Kobalt der Speise in Form der Sulfide und Spuren von Edelmetallen. Man röstet nach dem Zerkleinern unter Zuschlag von Kieselsäure tot bei einer Temperatur, die zur teilweise erfolgenden Sinterung des Gutes führt, und verschmilzt im elektrischen Schachtofen mit ungeröstetem Stein. Die fallende edelmetallhaltige Kupfer-Nickel-Kobaltlegierung wird verkauft oder elektrolytisch geschieden. Die Schlacke,² die sämtliches Blei als Silikat enthält, kann in Bleihütten beim Reduktionsschmelzen zugegeben werden.

Die beim ersten elektrischen Schmelzen erhaltenen roten Sublimate bestehen überwiegend aus Arsen-disulfid, das durch kleine Mengen der Sulfide des Kupfers, Bleis, Zinks, Eisens und Nickels verunreinigt ist. Man sublimiert bei Dunkelrotglut im Freiburger Ofen um und bringt das lockere Sublimat in den Handel, während die Rückstände beim ersten Einschmelzen der Speise mit Pyrit zugeschlagen werden.

Überoxydiertes Bessemerkupfer will H. König³ durch Gleichstrom desoxydieren, der zwischen einer Kohlenanode und einer indifferenten Kathode (z. B. aus Kupfer) übergeht. Die Kohle nimmt den an ihr aus dem Kupferoxyd entwickelten Sauerstoff begierig auf. Ist an der Anode kein Aufwallen durch das Kohlenoxyd mehr zu bemerken, so wird sie aus dem Bade herausgezogen. Ein zweiter Gleichstrom kann⁴ zur Beheizung des Metallbades zu Hilfe genommen werden. Billiger als durch Verbrauch der teuren Elektrodenkohle wird⁵ das Verfahren und kräftiger die Beheizung des Metallbades, wenn die Anode in einiger Entfernung von der Badoberfläche angeordnet und so ein Lichtbogen erzeugt wird, während die Sauerstoff bindenden Stoffe (wie Kohle) der Schmelze zugesetzt werden.

Geschmolzenes Kupfersulfid will W. E. Greenawalt⁶ elektrolysieren. Der freigemachte hoch erhitzte Schwefel

wird durch Dampf und reduzierende Gase in Schwefelwasserstoff übergeführt. Geschmolzenen Kupfer-Eisenstein¹ kann man nach G. M. Chance² mit geschmolzenem Natriummetasilikat überschichten und elektrolysieren. Beim Einhalten einer geeigneten Potentialdifferenz wird ein sehr reines Kupfer an der Kathode abgeschieden. Besteht diese aus Stahl, so läßt sich das Kupfer von der Unterlage nur durch Feilen entfernen und haftet beim Hämmern, Biegen usw. fest. Bei höherer Badspannung setzt sich Eisen mit dem Kupfer zusammen an der Kathode ab. Der Schwefel scheint sich an der Anode vollständig zu verflüchtigen. Dasselbe gilt für Arsen und Antimon bei Verarbeitung von Speise. Enthält diese oder der Stein neben Kupfer und Eisen noch Nickel, so kann man zunächst Kupfer und dann bei erhöhter Spannung Nickel herauselektrolysieren.

Versuche zum Schmelzen von Messing und Bronze in einem elektrischen Ofen mit Kohle als Widerstandsmasse, die in einem kreisförmigen Troge aus feuerfestem Stoff (Karbonrundsand) enthalten ist, beschreibt T. F. Baily³. Durchschnittlich werden 495 KWst für 1 t Lagerbronze, 342 für Patronenmessing verbraucht. Die Erfahrungen mit diesem Ofen, dem von Hoskins (Widerstandsofen), von Rennerfeld (einem indirekten Bogenofen), von Snyder (einem direkten Bogenofen), dem Ajax-Wyatt-Ofen, der sich aus dem Snyderschen Induktionsofen entwickelt hat, und dem ähnlichen Foleyschen stellt D. D. Miller⁴ zusammen. Sie sind ermutigend. Bei dem Ajax-Wyatt-Ofen der Ajax Metal Co.⁵ wird nach G. H. Clamer⁶ der kippbare Schmelzraum beheizt durch den Induktionsstrom, der in ihm und den Seitenrinnen eines unten angesetzten V-förmigen Troges erzeugt wird. Durch die Mitte dieses Troges geht die Primärspule. Nach H. M. St. John⁷ eignen sich zur Erzeugung von Kupferlegierungen mit hohem Zinkgehalt nur der Induktionsofen nach Ajax-Wyatt und der Widerstandsofen mit mittelbarer Wärmewirkung nach Bailey. Der erste Ofen macht ununterbrochenen Betrieb nötig und ergibt Schwierigkeiten, wenn man von einer Legierung zu einer andern übergehen will. Der Ofen mit unmittelbarer Erhitzung ist nur zum Verschmelzen zinkfreier Legierungen brauchbar. H. W. Gillett⁸ hat in einem indirekten Bogenofen, in dem die Beschickung heftig geschüttelt wird, beim Gießen von Messing mit 30% Zink einen Guß erhalten, der mindestens 1% Zink mehr als beim Schmelzen mit Koksfeuerung aufwies. Nach H. W. Gillett und A. E. Rhoads⁹ sind zum Gießen von 1 t Rotmessing bei 1180° in 10 stündigem Betriebe 336 KWst, in 24 stündigem 260 KWst nötig und werden 0,75 kg Elektroden verbraucht. Die Be-

¹ Mit 50% Kupfer, 24 Eisen und 26 Schwefel. Über die ähnliche Verarbeitung von Kupfer-Nickelstein s. Glückauf 1917, S. 280. vgl. a. die Bleigewinnung, Glückauf 1915, S. 1192.

² Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1910, Bd. 17, S. 235.

³ Trans. Amer. Electrochem. Soc., 1918, Bd. 32, S. 155. vgl. a. Metall. Chem. Eng. 1917, Bd. 17, S. 92.

⁴ Metall. Chem. Eng., 1917, Bd. 17, S. 380 und 537.

⁵ Amer. P. 1 235 628/30, erteilt am 7. Aug. 1917 für J. R. Wyatt, übertragen auf Ajax Metal Co. Näheres s. Metall. Chem. Eng. 1918, Bd. 18, S. 374.

⁶ Inst. of Metals and Amer. Foundrymen's Assoc.; Metall. Chem. Eng. 1917, Bd. 17, S. 380.

⁷ Metall. Chem. Eng. 1918, Bd. 19, S. 321; Chem.-techn. Übers. 1918, Bd. 43, S. 120.

⁸ Metall. Chem. Eng. 1917, Bd. 17, S. 381 und 537.

⁹ Metall. Chem. Eng. 1918, Bd. 18, S. 583; J. Ind. Eng. Chem. 1918, Bd. 10, S. 459.

¹ Über dieses und die Vorarbeitung der Lauge s. in einem der folgenden Aufsätze (Elektrometallurgie des Antimons).

² D. R. P. 290 309 vom 30. März 1913.

³ Zusatz-P. 291 401 vom 15. Mai 1914.

⁴ Zusatz-P. 293 470 vom 11. Okt. 1913.

⁵ Amer. P. 1 218 177 vom 23. Nov. 1912, erneuert am 17. Jan. 1917, erteilt am 6. März 1917.

triebskosten sind halb so groß wie in Öfen mit Koksfeuerung. Der Wert des ersparten Metalls beträgt das Doppelte des Kokspreises. Das gilt schon für 10stündigen Betrieb, so daß bei 24stündigem die Vorteile noch größer werden. Einen elektrischen Ofen zum Anlassen von Messing und Neusilber hat die Electric Furnace Co. of America, Alliance, O., in Niagara Falls aufgestellt.

Elektrolyse mit unlöslichen Anoden.

Durch Laugen werden nach U. Wedge¹ jährlich über 1 Mill. t Erz und Röstgut verarbeitet. Davon entfallen 750 000 t auf die Rio Tinto Co., die das Erz in 9 m hohen Haufen (terreras) liegen läßt, bis sich durch die chemische Wirkung Sulfate gebildet haben. Mehrere hunderttausend Tonnen werden, namentlich in Deutschland und England, chlorierend geröstet. Der Schwefel wird zunächst bis zum $1\frac{1}{4}$ – $1\frac{1}{2}$ fachen des Kupfergehalts abgeröstet und das Gut dann nach Mahlen auf 3 mm mit 10% Kochsalz auf dunkle Rotglut oder etwas darüber erhitzt. Von den etwa 36 000 t Kupfer, die Australien gegenwärtig erzeugt, wird² die größte Menge elektrolytisch gewonnen. In Rhodesien richtete³ die Bwana M'Kubwa eine neue Laugerei mit Elektrolyse ein, in der anfänglich 100 t, später vielleicht 500 t täglich verarbeitet werden sollen.

G. D. van Arsdale⁴ weist darauf hin, daß das Laugen armer Kupfererze nur in den Fällen wirtschaftlich ist, in denen (wie z. B. bei Gegenwart erheblicher Mengen Oxyde) die Schwimmaufbereitung kein gutes Ausbringen liefert. Laugt man⁵ mit verdünnten Lösungen, die außerdem den Vorzug vor konzentrierteren haben, bei kühlerm Wetter keine Salze auskristallisieren zu lassen, die Aufspeicherung von weniger Kupfer im Betriebe zu erfordern und das Waschen zu erleichtern und zu verbilligen, so kann man in ihnen so viel Schwefeldioxyd aus 4–6%igen Ofengasen lösen⁶, daß es als sogenanntes chemisches Diaphragma wirken und so den Zusatz von Aluminiumsulfat, das beim Laugen in ungenügender Menge erhalten werden wird, unnötig machen kann⁷. Ein Ausbringen von 0,9 kg Kupfer durch 1 kWst wird man zum mindesten aus allen in Betracht kommenden Lösungen erhalten können. Unter günstigen Bedingungen hat man mit 1,4 Amp/qdm 1,43 kg mit etwas über 90% Stromausbeute erzielt. Der Angriff der Anoden läßt sich im Vergleich zu der Menge des abgeschiedenen Kupfers vernachlässigen. Die verschiedenen ausgeführten und vorgeschlagenen Laugverfahren hat R. R. Goodrich⁸ zusammengestellt. Vollständig oxydierte Erze werden nach dem Zerkleinern mit verdünnter Schwefelsäure gelaugt. Sind sulfidische beigemischt oder allein vorhanden, so röstet man zunächst sulfatierend oder chlorierend. In allen Fällen kann man das Lösevermögen der Ferrisalze nutzbar machen.

Das Laugen von Karbonaterzen hat sich nach R. Gahl¹ nur in vereinzelt Fällen als wirtschaftlich erwiesen. Reine sulfidische Erze lassen sich naß so aufbereiten, daß 85% ihres Kupfergehalts gewonnen werden. Dagegen sind von oxydischen nach derselben Behandlung durchschnittlich nur 30% auszubringen. Das gilt namentlich auch für porphyrische Erze², die nicht nur oxydiert sind, sondern auch tonige Beschaffenheit haben. Der hauptsächlichste Bestandteil ist Kupferglanz. Er wird von etwas Kupferkies und Pyrit begleitet. Die bei der Aufbereitung durch die Detroit Copper Co. in Morenci, Arizona, erhaltenen Sande sind kupferarm; aber die Schlämme enthalten viel Kupfer, besonders im oxydierten Zustande. Um dieses zu gewinnen, laugt man die Rückstände zunächst mit einer Lösung, die ziemlich viel Kupfersulfat und wenig Säure enthält, dann mit einer, die ärmer an Kupfer und reicher an freier Säure ist, und schließlich mit einer, die wenig Kupfer und ziemlich viel Säure aufweist. So sind aus 1,24%igem Schlamm 60% des Kupfers zu gewinnen, eine Menge, die der des als Oxyd vorhandenen entspricht. Wird das Kupfer später durch Zementieren gewonnen, so enthalten die Laugelösungen auch Ferrisulfat, das die Ausbeute beim Laugen erhöht, weil es auch das Sulfid löst. Da die Schlämme stark kolloid sind, filtrierte man nicht, sondern läßt absetzen und dekantiert. Statt mechanisch bereitet man besser durch das Ölschwimmverfahren auf, weil man nach ihm in den Rückständen mehr Oxyd und weniger Sulfid erhält.

Gute Erfahrungen hat die Chile Exploration Co. mit der Schwefelsäurelaugung oxydischen Erzes in Chuquicamata, Chile, gemacht³, wo täglich 10 000 t Erz verarbeitet werden. Nach E. A. C. Smith⁴ sind für das Laugen 6 Betonbottiche von je 48 m Länge, 33 m Breite und 5 m Tiefe vorhanden, deren jeder 10 000 t des oxydischen Erzes aufnehmen kann. Die verdünnte Schwefelsäure wird von unten eingeführt und bleibt 48 st auf dem Erz stehen. Dann läßt man sie unten ab und wäscht von oben mit kreisförmig geführten Flüssigkeitsstrahlen nach. Im Rückstande bleiben nur 0,015–0,03% lösliches Kupfer. Die Lauge fließt durch verbleite Röhren nach einer Anlage, in der sie durch Zentrifugalpumpen, die in 1 min 21 000 t 18 m hoch heben können, in die Vorratsgefäße befördert wird. Aus ihnen fällt sie durch 9 m lange und 1,2 m weite Zylinder, die zur Hälfte mit Kupferschrot gefüllt sind, um das aus dem Erz im oberen Teile der Lagerstätte stammende Chlor als Kuprochlorid zu fällen. Wegen der in der Lösung vorhandenen oxydierenden Stoffe (Ferrisulfat und Salpetersäure, letztere bis zu 0,8% aus dem Erz) wird vom Kupferschrot nur etwa die Hälfte der theoretischen Menge für jene Reaktion ausgenutzt, während der Rest gelöst wird. Das Gemenge von Kuprochlorid mit der etwa 3% Schwefelsäure enthaltenden Kuprisulfatlösung geht durch Verdicker und Filterpressen.

Der Filtrerrückstand wird mit Kalkstein und Koks gemischt, durchgeknetet, in Preßlinge geformt und ver-

¹ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1915, Bd. 27, S. 49.

² Z. f. angew. Chem. 1918, Bd. 31, T. 3, S. 24.

³ Chem.-Ztg. 1917, Bd. 41, S. 613.

⁴ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1916, Bd. 28, S. 105.

⁵ a. a. O. S. 109.

⁶ Dazu wird nach Ricketts (a. a. O. S. 105) die Flüssigkeit vorteilhaft in sehr dünner Schicht über eine große Fläche verteilt.

⁷ Daneben wirkt dann das beim Laugen in die Lösungen gehende Eisen als Depolarisator.

⁸ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1914, Bd. 25, S. 207.

¹ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1914, Bd. 25, S. 243.

² Über ihre Behandlung vgl. a. R. R. Goodrich (Bull. Amer. Inst. Min. Eng. 1915, S. 1551; Metall.-Chem.-Eng. 1915, Bd. 13, S. 766).

³ vgl. Glückauf 1915, S. 893.

⁴ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1915, Bd. 27, S. 51.

blasen, das so erhaltene Kupfer in einem Flammofen gekörnt und dem Verfahren wieder zugeführt. Die Lösung fällt mit etwa 5% Kupfergehalt in die Elektrolysezellen, die zu je 16 in einer Reihe treppenförmig aufgestellt sind. Bei der Elektrolyse mit 13 000 Amp und 2,3 V für den Bottich wird ein Ausbringen von etwa 0,45 kg Kupfer durch 1 KWst erwartet. Die kathodische Stromausbeute beträgt etwa 90%, wenn man 1,5% Kupfer in der Lauge läßt. Da das Erz Schwefelsäure enthält, muß der Überschuß in der Lösung beseitigt werden. Im Elektrolyten bleibendes Chlor kann Klumpenbildung im niedergeschlagenen Kupfer verursachen. Kolloide scheinen dies nicht wirksam zu verhüten.

Nach C. A. Rose¹ befreit man bei jedem Kreislauf einen Teil der Lauge vollständig von Kupfer und läßt ihn dann fortlaufen. Dadurch wird eine zu starke Verunreinigung vermieden. Dem zur Entfernung der Chloride benutzten granulierten Kupfer schlägt man neuerdings viel Zementkupfer zu, wodurch die Leistungsfähigkeit bedeutend erhöht wird. Die Magnetitanoden ergaben sehr viel Bruch, weil ungelernete Arbeiter verwendet werden mußten. Als man die Anoden nicht mehr aus Deutschland beziehen konnte², wurden sie durch solche aus Duriron, einer Art Siliziumeisen, ersetzt. Dieses ist fester als Magnetit, wird aber von dem Elektrolyten angegriffen, so daß die Anode aufgebraucht ist, wenn die 15–20fache Menge ihres Gewichts an Kupfer niedergeschlagen worden ist. Außerdem besitzt Duriron eine viel höhere Überspannung und einen größeren elektrischen Widerstand als Magnetit. Man muß infolgedessen 15% mehr elektrische Energie aufwenden und erhält eine starke Erhitzung des Elektrolyten, die sich bis zur Erweichung des Asphaltanstrichs der Bottiche steigern kann. Es wurde deshalb beabsichtigt, den Elektrolyten nach teilweise erfolgter Fällung des Kupfers außerhalb der Bottiche in kaskadenförmig angeordneten Räumen abzukühlen und dann erst die Abscheidung des Kupfers zu vollenden. Dieses soll etwas reiner als das in amerikanischen Raffinerien gewöhnlich erzeugte sein. Die elektrische Anlage³ in Chuquicamata, die mit Dampfkraft arbeitet, liefert nach P. Yeatman⁴ 40 000 KW, läßt sich aber für die doppelte Menge ausbauen. Außerdem kann man 20 000 PS aus Wasserkraften nutzbar machen.

R. F. Bacon⁵ hat auf ähnliche Weise im Durchschnitt 0,84 kg Kupfer durch 1 KWst fällen und bei 19maliger Wiederbenutzung des abfließenden Elektrolyten zum Laugen zuletzt noch eine ebensogute Stromausbeute wie im Anfang erhalten können. Durch einen billigen Depolarisator war bei kurzen Elektrolysen die Ausbeute auf 1,8 kg Kupfer für 1 KWst zu bringen. Trotzdem hält er für die meisten westlichen Teile der Vereinigten Staaten die Fällung des Kupfers mit Schwefeldioxyd

unter Druck aus den Sulfatlösungen für billiger¹. Die Elektrolyse leidet daran, daß beim Unreinwerden der Lösungen während ihres Verlaufes die Stromausbeute fällt, daß lösliche Verunreinigungen durch Änderung der Schichtenbeschaffenheit in großen Erzlagerstätten in den Elektrolyten gelangen, daß die Anlage- und Unterhaltungskosten der elektrolytischen Anlage sehr hoch sind, daß sie ständig überwacht werden muß, wenn die Ausbeute nicht sinken soll, und daß die Notwendigkeit, 1,5% Kupfer im Elektrolyten zu behalten, es bei einem Kreisverfahren schwierig macht, das Volumen der Lösung unverändert zu bewahren und gleichzeitig sämtliches lösliches Kupfer aus dem Erz zu entfernen.

Oxydische und Karbonaterze (wie das von Ajo in Pima County, Arizona, das als Ganggestein Granit mit viel sekundärem Quarz hat, 1½% Kupfer enthält und arm an löslichen Kalziumverbindungen ist) geben nach L. D. Ricketts² beim Laugen mit verdünnter Schwefelsäure ein Kupferausbringen bis zu 85% als klare Lösung, wenn sie zu Korn mit 6 mm größter Seitenlänge zerkleinert werden. Die Lauge wird am besten mit niedrigen Stromdichten unter Benutzung von Anoden aus Hartblei oder aus diesem und Koks elektrolysiert. Dabei gehen auf 1 kg Kupfer 1,5 kg Schwefelsäure verloren. Die Wirtschaftlichkeit wird erhöht, wenn Lösungen, in denen Eisen und Aluminium als Depolarisatoren und Katalyte wirken³, außerhalb der Elektrolysezellen mit Schwefeldioxyd behandelt werden.

Auf das Ajo-Erz lassen F. J. Pope und A. W. Hahn⁴ eine 2,5% freie Säure enthaltende Lösung wirken, bis sie etwa neutral geworden ist. Dabei läßt sie beträchtliche Mengen Eisen, Tonerde usw. fallen. Die neutrale Lösung wird mit gebrauchtem Elektrolyten angesäuert und elektrolysiert. Auf das Erz wird saure frische Lauge gelassen, die weiter aus ihm Eisen und das von der ersten zurückgelassene löst. Ist sie nahezu neutralisiert, so wird das Laugen, das im ganzen durchschnittlich 80 st dauert, mit frischer 4–4,5% freie Säure enthaltender Lösung vollendet. Die zweite eisenreiche Lauge wird auf 90–93° erhitzt und unter Durchrühren mit Luft mit karbonatischem oder oxydischem Gut von 0,06 mm Korn versetzt. In 3½ st fallen 90% des gesamten Eisens, 65–75% der Tonerde, 50% des Mangans, das gesamte Arsen, Antimon und Wismut. Der Brei läßt sich ohne Schwierigkeit und ohne nennenswerte Kupferverluste filtrieren. Die klare Lösung wird zu dem stark sauren Elektrolyten gegeben. Dieses Verfahren der Reinigung ist auch⁵ auf den gebrauchten Elektrolyten anwendbar, von dem ein Teil abgezogen und zunächst durch Laugerückstände neutralisiert wird. Das beigemengte Schwefelerz sollte nach U. Wedge⁶ auf 0,6–0,4 mm zerkleinert, und nicht viel über Rot-

¹ Eng. Min. J. 1916, Bd. 101, S. 321; Metall u. Erz 1916, Bd. 13, S. 266.

² vgl. a. W. J. Whiting, Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1917, Bd. 31, S. 218.

³ Innenansichten des Gebäudes mit den für 88 000 Anoden eingerichteten Fällungsbottichen bringt Eng. Min. J. 1915, Bd. 99, S. 955.

⁴ Eng. Min. J. 1916, Bd. 101, S. 307; Metall u. Erz 1916, Bd. 13, S. 205.

⁵ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1915, Bd. 27, S. 57 (auch Metall. Chem. Eng. 1915, Bd. 13, S. 322).

¹ G. D. van Arsdale (ebenda S. 54) findet die Hauptschwierigkeiten bei der Ausführung dieses Verfahrens im großen darin, genügend konzentrierte Schwefeldioxydlösungen herzustellen und große Mengen angreifender Flüssigkeiten unter Druck zu erhitzen.

² Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1915, Bd. 27, S. 37 (auch Metall. Chem. Eng. 1915, Bd. 13, S. 320).

³ vgl. weiter unten.

⁴ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1915, Bd. 27, S. 59.

⁵ Amer. P. 1 232 080, erteilt am 3. Juli 1917.

⁶ a. a. O. S. 46.

glut sulfatierend geröstet werden. Man spart dann eine Schwefelsäureanlage. Ist im Anfang nur Karbonaterz verfügbar, so wird es mit etwas Schwefelkies geröstet, um es zu sulfatieren.

Wichtig ist die Herstellung reiner Lösungen. F. L. Antisell packt nach L. D. Ricketts¹ das oxydische Erz im Gemenge mit Koksstücken in langer und breiter, aber dünner Schicht zwischen dünne Holzbretter, die von einem Holz- oder Bleirahmen gehalten werden, und behandelt anodisch mit einem großen Überschuß von saurer Aluminium-Eisensulfatlösung. Wird die Lauge mit Schwefeldioxyd gesättigt und mit Ferrosalzen als Depolarisator elektrolysiert, so können gegen 0,7 kg Kupfer und vielleicht mehr durch 1 KWst erhalten und die Verluste an Schwefelsäure eingebracht werden. Nach dem Patent Antisells² wird körnige Gaskohle (ohne Erz) in einen aus Holzbrettern zusammengesetzten Kasten oder ein Latten- oder Drahtnetzgestell gepackt und als Anode, welcher der Strom durch Kohlenstäbe zugeht, zwischen den an den Enden des äußern Troges aufgehängten Kathoden benutzt. Anoden- und Kathodenraum haben gesonderte Füll- und Entleerungsröhren. Mit dieser Anordnung sollen sich Laugen, die bis zu 50 g Eisen in 1 l enthalten, erfolgreich elektrolysieren lassen. Benutzt man das Holzdiaphragma und läßt den Katolyten für sich umlaufen, während mit der Lauge schweflige Säure durch den Anodenraum geht, so wird der Anolyt säurereicher und an der Kathode selbst aus 0,5%igen Lösungen ein gutes Kupfer gefällt. Die Spannung wird herabgesetzt, weil die zahlreichen Punkte der Kohlestückchen niedrige Oberflächenspannung haben und das Ablösen der Sauerstoffbläschen von der Anode erleichtern, wodurch der Widerstand kleiner wird. Die Ferrionen werden von der Kathode ferngehalten, wodurch die Stromausbeute steigt. Wendet man einen durchlöchernten Behälter an, so wird der Elektrolyt in ihn eingeführt und aus dem äußern Bottich abgezogen. Die anodische Nutzwirkung steigt dann unter entsprechender Erniedrigung der Spannung auf 80%, während sie beim Depolarisieren mit Schwefeldioxyd oft nur 5–6% beträgt. Mit Bleianode erhält man bei 1 Amp/qdm eine Spannung von 1,30 V und eine Stromausbeute von nahezu 100%.

In der für 5000 t täglich berechneten großen Neuanlage in Ajo wird³ das Erz durch einen großen und 5 kleinere Steinbrecher geschickt, durch Förderbänder in die Vorratsbehälter übergeführt, aus ihnen 12 Scheibendrecheln übergeben, die es auf 6 mm Korn zerkleinern, und dann in die Laugeanlage befördert. Auf dem Wege dahin werden selbsttätig Proben entnommen. Die Laugeanlage hat in zwei gleichlaufenden Reihen 12 mit Blei ausgefütterte quadratische Betonbehälter von 4,5 m Tiefe und 24 m Breite. Jeder Bottich faßt die täglich zerkleinerte Erzmengung und hat eine besondere Pumpe, die in 1 min 30 000 Liter 3%ige Schwefelsäure durch ihn drückt. Diese geht zunächst auf das älteste Laugegut und dann nacheinander durch immer frischer wer-

denes. Die Lösung des letzten Behälters fließt der Länge nach zwischen den Bleianoden und den Kupferkathoden durch verbleite Elektrolysierbottiche von 9 m Länge, 1,2 m Breite und 1,5 m Tiefe, von denen 158 vorhanden sind. Hat sie den zum Laugen frischen Erzes erforderlichen Säuregrad wieder angenommen, so wird ein Teil aus dem Kreislauf entnommen, über Eisenabfälle zum Ausscheiden der Kupferreste geführt und durch frische Säure ersetzt. Die Rückstände werden aus den Elektrolysierbottichen durch einen Kran entfernt, der auf schweren Schienen in gleicher Höhe mit der Arbeitsbühne läuft. Die Kraftanlage umfaßt 5 Dampfkessel mit 4100 PS, zwei Dampfturbinen von je 7500 KW und drei Dynamos von 1500 KW. Als Anoden für die Elektrolyse von Lösungen aus Ajo-Erz haben Pope und Hahn Bleibleche mit 4% Antimon bewährt gefunden. Sie kosten etwa 9 Pf. auf 1 t Erz, wenn der Preis des Bleis für 1 kg 75 Pf. beträgt. Mit Gittern ist die Badspannung um 0,3 V höher als mit Blechen. Nach J. W. Richards⁴ sind vielleicht positive Akkumulatorenplatten als Anoden verwendbar⁵.

In Douglas⁶ erhält man nach G. D. van Arsdale⁴ beim sulfatierenden Rösten von drei Sorten fein zerkleinerten Gutes in der Röstpost 0,11, 0,16 und 0,41% unlösliches Kupfer. Das wasserlösliche beträgt 70, 40 und 51% des Gesamtgehaltes. Gelaugt werden 93, 88 und 70%.

E. A. C. Smith⁵ läßt die aus den elektrolytischen Gefäßen kommende Lösung, die gewöhnlich 10–12% freie Schwefelsäure und 1,5–2,5% Kupfer enthält, auf Röstgut, aus dem schon etwa 85% des Kupfers auf die aus dem Folgenden ersichtliche Weise entfernt sind, fließen und rührt. So geht praktisch der Rest des Kupfers in Lösung und außerdem etwas Ferrieisen, während der größte Teil infolge der Führung des Röstprozesses (zunächst bei 600–750°, dann bei 450–500°) unlöslich ist. Die Lauge wird dann mit so viel frischem Röstgut durchgerührt, daß sich praktisch die Säure vollständig neutralisiert. Dazu werden etwa 85% des Kupfers im Röstgute verbraucht, die gleichzeitig das Ferrieisen als basisches Sulfat fällen. Man läßt die Lauge so lange in Ruhe, bis sich nur das nicht verbrauchte Erz abgesetzt hat, zieht sie dann oben ab und entfernt die in ihr noch aufgeschwemmten Eisensalze in einer Filterpresse. Die Elektrolyse dieser klaren Lösung kann in dem Augenblick unterbrochen werden, in dem das in Lösung gegangene Ferroeisen oxydiert ist.

W. E. Greenawalt⁶ bringt die mit verdünnter Schwefelsäure erhaltene Erzlösung in den Kathodenraum eines Elektrolysierbottichs, während in den Anodenraum das Waschwasser des Laugungsrückstandes gegeben wird. Die ausgebrauchte Kathodenlösung wird verworfen, die an Säure angereicherte Anodenlauge auf frisches Erz geleitet. Beide Lösungen können vor der Elektrolyse mit Schwefeldioxyd behandelt werden.

¹ ebenda, S. 73.

² Der Vorschlag ist für die Zinkelektrolyse schon viel früher gemacht worden.

³ vgl. a. Addicks, weiter unten.

⁴ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1915, Bd. 27, S. 55.

⁵ Amer. P. 1 134 707, erteilt am 6. April 1915.

⁶ Amer. P. 1 179 522 vom 30. Sept. 1912, erteilt am 18. April 1916; vgl. a. Glückauf 1915, S. 891.

¹ Sitzung der Amer. Electrochem. Soc. in Atlantic City; Metall. Chem. Eng. 1915, Bd. 13, S. 321.

² Amer. P. 1 239 443, erteilt am 11. Sept. 1917.

³ Eng. Min. J. 1917, Bd. 103, S. 443; Metall u. Erz 1918, Bd. 15, S. 40.

Dies geschieht auch, wenn¹ mit Chloridlösung gelaugt wird. Das Kupfer wird dann durch Schwefelwasserstoff gefällt und² das Kuprosulfid in einem Sulfatelektrolyten elektrolysiert. Der neben Kupfer erhaltene Schwefel wird in Schwefelwasserstoff verwandelt. Die Mutterlauge vom Kupfersulfid wird nach dem Behandeln mit Chlor wieder auf das Erz gegeben, um Edelmetalle und mehr Kupfer auszuziehen. Der Erfinder beschreibt auch³ eine Vorrichtung, bei der die durch Diaphragmen gebildeten Anodenzellen an Zapfen aufgehängt sind, so daß sie sich hin und her bewegen lassen. Der Elektrolyt kann aus der Anodenkammer entfernt werden, ohne daß er sich mit der Kathodenflüssigkeit mischt. Das bewegte Diaphragma kann auch⁴ zwischen wagerechten Elektroden liegen und zur Entfernung der von den Elektroden abgefallenen Teile aus dem Elektrolysbottich benutzt werden.

Bei einer andern Vorrichtung nimmt ein Bottich den Katolyten und wagerechte Elektroden sowie eine hin und her bewegliche Anodenglocke mit ebenfalls wagerechten Elektroden und einem Diaphragma auf. Anolyt und Katolyt lassen sich gesondert einführen und abziehen. Die abfallenden Anodenteile können aufgefangen und fortgeführt werden. In die Glocke wird ein Stoff, der sich mit dem Anion verbinden kann, eingeführt. Früher hat der Erfinder⁵ eine Vorrichtung mit feststehenden Diaphragmen beschrieben, in der sich die Anode dreht.

Die Lauge, die sich in den Kupferwalzwerken beim Abbeizen der beim Glühen entstehenden Kupferasche mit Schwefelsäure bildet, wird nach J. L. Jones⁷ neuerdings von der Westinghouse Electric and Manufacturing Co. elektrolytisch auf Kupfer und Schwefelsäure verarbeitet, und zwar derart, daß das Beizbad unverändert wirksam bleibt und schneller arbeiten kann. Zu dem Zweck fließen in 1 min etwa 10 l der Beizflüssigkeit aus den Beizbädern in die elektrolytischen Zellen, die mit Bleiblech ausgeschlagen sind und Bleianoden enthalten. Sie sind treppenförmig aufgestellt und durch Gummischläuche verbunden. Aus der letzten gelangt in einen kleinern Behälter so viel Säure, wie die Menge der in die erste Zelle eingeflossenen Beizflüssigkeit enthält. Sehr gute Ergebnisse werden erzielt, wenn die

¹ Amer. P. 1 180 844 vom 30. Sept. 1912, erteilt am 25. April 1916.

² Amer. P. 1 186 306 vom 7. Mai 1912, erteilt am 6. Juni 1916.

³ Amer. P. 1 186 898 vom 28. Aug. 1913, erteilt am 13. Juni 1916.

⁴ Amer. P. 1 187 903 vom 30. Juni 1913, erteilt am 20. Juni 1916.

⁵ Amer. P. 1 198 024 vom 14. Dez. 1911, erneuert am 11. Mai 1916, erteilt am 12. Sept. 1916.

⁶ Amer. P. 1 144 538, erteilt am 29. Juni 1915.

⁷ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1918, Bd. 32, S. 232.

Säurekonzentration auf etwa 14% und die Kupferkonzentration auf etwa 3,5% gehalten wird. Bei unterbrochenem Arbeiten kann man auch den Säuregehalt bis auf etwa 20% steigern und das Kupfer bis auf etwa 1% heraus elektrolysieren. 1 KWst liefert nahezu 450 kg Kupfer. In drei hintereinander geschalteten Bottichen erhält man durch 1000 Amp bei 2 V 61,4 kg Kupfer und 91 kg Schwefelsäure täglich mit einer Stromausbeute von 70%.

Erze von New Keystone, die denen von Miami ähneln und das Kupfer (2¼%) teilweise (30–40%) als Karbonat, teilweise als Kupferglanz enthalten, werden nach J. P. Channing¹ so geröstet, daß sämtliches Kupfer löslich wird. Die Lauge, in die Schwefeldioxyd geleitet wird, fließt nach R. C. Canby² nicht der Länge nach gegen die Oberflächen der Elektroden, sondern quer durch die Zellen. So wird bei 18–20° mit 1,1–1,3 Amp/qdm ein zusammenhängender Kathodenniederschlag erhalten.

Sehr geeignet zum Laugen sind nach R. Lamb³ wegen der großen Menge (89%) der Kieselsäure, an die auch Magnesia (3%), Kalk (0,75%) und Tonerde (0,35%) gebunden sind, die Kupferglanz und Buntkupfererz (3% Kupfer, 1,5 Eisen, 1,5 Schwefel) enthaltenden Erze von High Hill, Virginia. Sie werden mit 1,3 mm Korn bei 480° auf ein Gemenge von Oxyd und Sulfat geröstet, wobei das Eisen in ein unlösliches Oxyd übergehen soll, und im Drehfaß 3 st lang mit verdünnter Schwefelsäure (10° Be) behandelt. Die Lösung wird durch das Filter im Faß gedrückt und nach dem Vorratsbehälter befördert. Aus ihm fließt sie nach 16 Zellen, die 3 mm dicke Bleielektroden mit je 63×90 cm großer wirksamer Fläche haben. Die Niederschlagsfläche der Kathoden beträgt über 540 qm. Man elektrolysiert das Kupfer bei 1,8 V Badspannung mit 0,33 Amp/qdm unter Benutzung von Bleianoden, die sich nicht peroxydieren, bis auf 0,25 bis 0,5% heraus und erhält mit 1 PS-Tag 13,8 kg reines Metall. Der zurückbleibende Elektrolyt wird wieder zum Laugen benutzt, bis er zu stark verunreinigt geworden ist, und dann in einer besondern Zelle durch eine sehr niedrige Stromdichte seines Kupfers beraubt. Das Kupfer läßt sich so billiger als auf trockenem Wege gewinnen, nämlich für 4,7 Pf./kg, wenn Dampfkraft zum Preise von 200 \mathcal{M} für 1 PS-Jahr zur Verfügung steht.

(Forts. f.)

¹ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1915, Bd. 27, S. 63.

² ebenda, S. 64.

³ ebenda, S. 65.

Neuere englische und amerikanische Verfahren der Tieftemperaturverkokung.

Von Ingenieur A. Thau, Essen.

(Schluß.)

Besprechung der Verfahren.

Das Ziel der Tieftemperaturverkokung von Steinkohle ist im Gegensatz zur gewöhnlichen Verkokung darauf gerichtet, durch Anwendung verhältnismäßig niedriger Destillationstemperaturen von etwa 500–600°

eine so weitgehende Zersetzung der Kohlenwasserstoffverbindungen der Kohle zu verhüten, wie sie durch die im Gaswerks- und Kokereibetriebe üblichen hohen Temperaturen von mehr als 1000° bewirkt wird. Man erhält daher bei der Tieftemperaturverkokung neben dem festen

mit Halbkoks bezeichneten Rückstand und Gasen als Haupterzeugnis den flüssigen Urteer (Tieftemperaturteer oder T.-Teer), auf den etwa 70–85% des Destillats entfallen und der im Gegensatz zum gewöhnlichen Kokereiteer kein Benzol, Naphthalin und Anthrazen, dafür aber andere wertvolle Stoffe enthält. Bei der Destillation des Urteers mit Dampf erhält man z. B. Benzin, phenolhaltige Treib- und Schmieröle, aus denen sich auch gute phenolfreie Öle absondern lassen, sowie Paraffin und Harz.

Im folgenden sollen die früher und die vorstehend beschriebenen Verfahren sowie ihre Vorrichtungen hinsichtlich ihrer Eignung einer kurzen Besprechung unterzogen werden.

Die bei den verschiedenen Verfahren verwendeten Retorten bestehen entweder aus feuerfesten Steinen oder aus Eisen. Steinretorten beim Betriebe mit niedrigen Temperaturen zu verwenden, ist unzuweckmäßig, weil sie zu schlechte Wärmeleiter sind, eine rauhe Oberfläche haben, an der die Kohle bei der Destillation leicht anbackt, und katalytische Wirkungen ausüben, indem sie die Zersetzung der Kohlenwasserstoffverbindungen begünstigen. Dieser Nachteil haftet z. B. den Verfahren von Thomas und von Summers an. Bei den andern Verfahren verwendet man Eisenretorten. Mir erscheinen jedoch, wie auch Everett für das Delmonte-Verfahren, Stahlretorten zweckmäßiger, bei denen sich gegenüber Gußeisen die Wandstärke wesentlich verringern und so die Wärmeübertragung auf die Beschickung verbessern läßt.

Um eine möglichst weitgehende Gleichmäßigkeit der Temperatur innerhalb der Retorte zu erhalten, ist ihre Querschnittsform von grundlegender Bedeutung. Es kommen nur solche Querschnittsformen in Frage, bei denen die Kohle in dünner Lage verkocht werden kann, so daß die Wärme sie von den Wänden aus in kürzester Zeit bis zur Mitte durchdringt. Beim Tarless-Fuel-Verfahren mit seiner Ringkammerretorte und beim Bostaph-Verfahren mit seinen strahlenförmig im Kreise angeordneten Retorten hat man diese Bedingung richtig erkannt. Eine derartige Retorte kann natürlich nicht mit treibender Kohle beschickt werden, daher verwendet man für diese Verfahren auch nur Kohle, deren Gehalt an flüchtigen Bestandteilen so groß ist, daß sie durch deren Verlust bei der Destillation viel mehr schrumpft, als sie durch Wärmeausdehnung und Aufblähung an Raum zunimmt. Trotzdem entleert sich die Tarless-Fuel-Retorte nur selten ganz selbsttätig, vielmehr muß meist von oben durch Stoßen mit Stangen nachgeholfen werden, wobei eine mehr oder weniger erhebliche Abkühlung stattfindet. Die Ringform hat also auch ihre Nachteile.

Auf Grund von Beobachtungen bei den von mir in England angestellten, aber wegen des Kriegsausbruches nicht zum Abschluß gelangten Versuchen gewann ich die Überzeugung, daß die günstigste Retortenform die der Coalite-Retorte¹ mit abgeänderten Maßen ist. Bei diesen Versuchen wurde ein altes Kesselflammrohr so zusammengedrückt, daß die parallelen Längswände des senkrecht gestellten Rohres bei 1100 mm größter

Breite und etwas mehr als 4000 mm Höhe oben am Beschickungsende 75 und unten am Entladeende 120 mm voneinander entfernt waren. Die Schmalseiten hatten sich durch die Behandlung des Rohres halbkreisförmig gebogen; vorteilhafter würden sie aber ebenso wie die Breitseiten gerade ausgebildet und nur die Ecken zur Verhinderung des Einklemmens von Kohle und Koks etwas abgerundet. Bei derartigen Retorten mit einem aus wärmewirtschaftlichen Gründen sehr großen Querschnitt müssen die Platten an den Längsseiten des Rechtecks von außen entsprechend versteift werden, damit sie sich nicht verziehen und werfen.

Ein weiteres Erfordernis für die einwandfreie Durchführung der Tieftemperaturverkokung ist eine ununterbrochene Betriebsweise, wie sie z. B. bei der Delmonte-Anlage zur Anwendung kommt, bei der sich die Kohle mit Hilfe einer Förderschnecke durch eine schräg liegende Rohrretorte bewegt. Die mechanische Einwirkung dieser Förderschnecke, die durch die niedrige Destillationstemperatur kaum nachteilig beeinflußt wird, übt jedoch einen ungünstigen Einfluß auf die Koksbildung aus. Außerdem wird der Verschleiß der Retorte mit der Zeit sehr groß werden, namentlich in der Endzone auf das Entladeende zu, wo der Koks durch die Reibung eine starke Abnutzung hervorruft. Hier wird auch der Koks durch die Zerreibung erheblich an Wert verlieren.

Sieht man daher von der Verwendung mechanischer Vorrichtungen im Innern der Retorte ab, so kommt für eine ununterbrochene Betriebsweise nur die senkrecht stehende Retorte, die allseitig von unten, vom Entladeende aus, beheizt wird, in Frage. Eine liegende, den Kammern der Koksöfen ähnliche Retorte ist bei diesen Verfahren überhaupt nicht anwendbar, da sich der Halbkoks nur schwer ausdrücken läßt, bei seiner geringen Druckfestigkeit sehr leiden würde und bei der Entleerung eine erhebliche Abkühlung der Retorte nicht vermieden werden kann, die bei der niedrigen Retortentemperatur natürlich viel nachteiliger wirkt als bei Koksöfen.

Über die vorteilhafteste Höhe einer stehenden Retorte lassen sich allgemein gültige Angaben nicht machen, sie muß durch Versuche ermittelt und der Natur der Kohle, d. h. ihrem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen und ihrem Verhalten beim Verkockungsvorgange angepaßt werden. Bei einer stehenden, allseitig von unten beheizten Retorte sind die Temperaturen am untern Ende am höchsten, während sie zum obern Beschickungsende hin, an dem eine Beheizung der frisch zugeführten Kohle nur durch die abziehenden Verbrennungsgase erfolgt, immer mehr abnehmen. Zur Verhütung einer Zersetzung der primär gebildeten Kohlenwasserstoffverbindungen dürfen also die in den untern Zonen abgetriebenen heißen Gase, falls sie den Zersetzungspunkt erreichende Temperaturen haben, ihren Weg nicht in die höher gelegenen kühleren Zonen nehmen. Deshalb teilt man die Retorte, wie beim Verfahren von Fell, in mehrere Zonen und versieht jede Zone mit einem besondern Gasabsaugeanschluß. Bei der Abmessung der einzelnen Zonen ist darauf zu achten, daß die Beschickungszone mit ihrer besonders niedrigen

¹ s. Glückauf 1914, S. 836.

Temperatur keine zu große Höhe hat, denn wenn Kohle zu lange Zeit einer unter dem Destillationspunkt liegenden Temperatur ausgesetzt wird, geht die für die Koks-bildung erforderliche Bindefähigkeit leicht verloren.

Um eine Zersetzung der primär gebildeten Kohlenwasserstoffverbindungen zu verhüten, ist es ferner wichtig, die Gase so schnell wie möglich abzusaugen, z. B. durch Anwendung eines möglichst hohen Unterdrucks, wie er u. a. beim Tarless-Fuel-Verfahren angewendet wird. Bei einem sehr hohen Unterdruck — beim Tarless-Fuel-Verfahren beträgt er 660 mm QS — ist es natürlich nicht leicht, eine Eisen- oder Stahlretorte gegen Eintritt von Luft vollständig dicht zu halten. Bei ununterbrochenem Betriebe ließe sich ein so hoher Unterdruck überhaupt nicht anwenden, weil durch die Beschickungs- und Entladeverschlüsse stets Luft eingesaugt würde. Daher hat man noch einen andern Weg zur möglichst schnellen Absaugung der primär gebildeten Kohlenwasserstoffverbindungen gewählt, indem man, wie beim Delmonte-Verfahren, vorgewärmtes Gas in die Retorte einführt. In diesen Fällen, in denen die Retorte unter leichtem Druck steht, soll durch die eingeführte Gasmenge eine hohe Gasgeschwindigkeit erzielt werden.

Die Versuche, Feinkohle lediglich mit Hilfe von heißen, sauerstofffreien Gasen oder überhitztem Dampf ohne äußere Beheizung der Retorte wie bei den Verfahren von McLaurin und Lamplough zu destillieren, sind ohne günstige Ergebnisse geblieben. In der Mehrzahl der Fälle zeigte sich, daß sich die Gase oder der Dampf bestimmte Wege durch die Beschickung suchten und keine gleichmäßige Destillation herbeiführten.

Die verschiedenen Möglichkeiten der Beschickung und Entleerung bei ununterbrochenem Betriebe sollen nicht näher erörtert werden. Am einfachsten und vorteilhaftesten arbeitet m. E. die stehende Retorte des Gaswerksbetriebes. Sie hat aber den Nachteil, daß sich die Beschickung bei dem sehr engen Retortenquerschnitt, der, wie oben erwähnt, für die Tieftemperaturverkokung unerlässlich ist, festklemmt und dann nicht nach unten gleitet, wodurch sich leicht Hohlräume bilden. Diesem Übelstand will das im Gaswerksbetriebe verwendete Woodall-Duckham-Verfahren durch Anbringung einer hydraulischen Presse auf der Retorte begegnen, deren Kopf dem Retortenquerschnitt entspricht. Hierbei läßt sich durch den auf die Beschickung ausgeübten Druck auch die Koks-bildung günstig beeinflussen. Ob und wie weit sich die Vorrichtung bewährt hat, habe ich nicht in Erfahrung bringen können, jedenfalls scheint sie mir für einen geregelten Betrieb unerlässlich.

Die Aufgabe, bei der Tieftemperaturverkokung einen festen und absatzfähigen Halbkoks zu erzeugen, hat noch keine Lösung gefunden. Daher ist die ganze Tieftemperaturverkokung noch nicht über den heutigen Versuchsstand hinaus gediehen.

Schon bei der Beschreibung des Delmonte-Verfahrens ist darauf hingewiesen worden, daß Everett den entgasten Halbkoks zuletzt in einer an die Stahlretorte angebauten Steinretorte hoch zu erhitzen beabsichtigte, um einen widerstandsfähigen Hartkoks zu erzeugen. Es liegt auch nahe, eine senkrechte Stahlretorte auf eine

Steinretorte zu setzen und diese entsprechend stark zu beheizen. Allerdings würde man bei einer solchen Anordnung besonders hohe Retorten bauen müssen, damit die Temperaturen in den oberen Zonen niedrig genug gehalten werden können. Meines Erachtens nützt aber bei der Tieftemperaturverkokung die Anwendung einer hohen Temperatur zur Verbesserung des Halbkoks hinterher nichts, und zwar aus dem Grunde, weil die Vorgänge hierbei ganz anders sind als im Kokerei- und Gaswerksbetriebe. Bei hoher Retortentemperatur, wie sie dabei in Frage kommt, durchdringt die Wärme die Beschickung allmählich unter Entstehung der bekannten Verkokungsnaht; die Koks-bildung beruht hierbei vorwiegend auf einem Abspalten und Niederschlagen von Kohlenstoff in den Poren der Beschickung, die dadurch verengt werden. Bei der Tieftemperaturverkokung dagegen durchdringt die Wärme die ganze Beschickung gleichmäßig und in kürzester Zeit, eine Verkokungsnaht bildet sich nicht, die Beschickung verkockt als ein Block, und ein Niederschlagen von Kohlenstoff wird dadurch vermieden, daß infolge der angewandten niedrigen Temperaturen keine Zersetzung der Kohlenwasserstoffverbindungen stattfindet. Bringt man Halbkoks in eine Zone mit Koksofentemperatur, so treibt man vielleicht noch einige flüchtige Bestandteile aus, aber diese sind so arm an Kohlenstoff und neigen daher so wenig zur Spaltung, daß sich nur ganz wenig Kohlenstoff niederschlägt und eine Verringerung im Porenraum des Koksgefüges nicht wahrnehmbar wird.

Selbst im Koksofen beobachtet man porösen, schwammigen Koks in der Mitte der Beschickung, dort wo am Ende der Verkokung die beiden Verkokungsnahten zusammenstoßen und die Beschickung der Länge nach senkrecht teilen. Dieser Koks kann einer Temperatur von 1000° und mehr beliebig lange Zeit ausgesetzt werden, wie es bei lange gar stehenden Öfen häufig vorkommt, ohne daß sich das Porengefüge irgendwie ändert, weil eben kein freier Kohlenstoff mehr abgetrieben wird, der sich in den Poren niederschlagen und sie verengen könnte. Allerdings ist bei der Tieftemperaturverkokung die Gasentwicklung in den einzelnen Kohleteilchen viel weniger heftig als im Koksofen oder in der Gasretorte, die Poren werden viel enger, und ausgesprochen schwammige Stücke werden seltener beobachtet. Dagegen fehlen dem Halbkoks die dem Kokereikoks eigentümlichen Eigenschaften großer Härte, hoher Druckfestigkeit und metallischen Klanges. Diese Härte ist auf die aus niedergeschlagenem Kohlenstoff, vornehmlich aus zersetztem Methan gebildete Graphithaut zurückzuführen, welche die Poren-räume und -ränder gleichmäßig überzieht. Dem Halbkoks fehlen die Härte der Poren-ränder und die Druckfestigkeit des Gefüges mangels einer Kohlenstoff-enspaltung und des dadurch gebildeten Graphitüberzuges.

In einer vollständig geschlossenen Silikaretorte habe ich Halbkoks eine Stunde lang im elektrischen Muffelofen auf 1450° erwärmt, ohne daß sichtbare Änderungen im Gefüge wahrnehmbar geworden wären, dann von demselben Halbkoks einige Stücke in Kohle eingebettet und in einer Koksofenbeschickung mit verkockt. Hierbei

schlossen sich die äußern Poren, und die zugegebene Kohle backte teilweise an dem eingelegten Koks an. Im Innern des Koksstückes war aber eine Verringerung des Porenreichtums nicht wahrzunehmen. Diese Beobachtungen veranlaßten mich, den Versuch zu wiederholen und Halbkoksstücke in der geschlossenen Silikaretorte eines elektrisch geheizten Muffelofens einer so hohen Temperatur auszusetzen, daß eingeführte Kohlenwasserstoffverbindungen zur Spaltung gezwungen waren. Unter Druck wurden bei getrennten Versuchen reines Methan, Dampf von Teer, Naphthalin, Rohbenzol oder Paraffin eingeführt¹. In allen Fällen konnte beobachtet werden, daß die Außenflächen des Koks härter geworden waren, am meisten bei Anwendung von Methan. Dagegen blieb das innere Gefüge des Koks fast unverändert. Zugleich bedeckte sich aber auch das Innere der Retorte vollständig mit einer Kohlenstofflage, deren Dicke die auf dem Koks niedergeschlagene bei weitem übertraf. Nach diesen Versuchen scheint auch dieses Verfahren, dem Halbkoks kohlenstoffreiche Gase oder Dämpfe in einer hohen Temperaturzone zuzuführen, wenig Aussicht auf Erfolg zu haben, weil man, selbst wenn eine wesentliche Porenverengung durch Kohlenstoffniederschlag im Koksgefüge herbeigeführt würde, mit so starken Graphitansätzen auf den Retortenwänden zu rechnen hätte, daß die Betriebsicherheit ernstlich gefährdet wäre.

Nimmt man die Theorie, daß der Hartkoks seine Dichte nur dem Kohlenstoffniederschlag im Porengefüge und seine Härte nur der sich bildenden Graphithaut verdankt, als bewiesen an, so scheint damit die Möglichkeit, bei Tieftemperaturverkokung einen dichten, harten Koks zu erzeugen, ausgeschlossen zu sein, da das kennzeichnende Merkmal dieses Verfahrens gerade darin besteht, Spaltungen von Kohlenwasserstoffverbindungen zu verhüten und nur primär gebildete Kohlenwasserstoffverbindungen in Ölform zu gewinnen. Geht man aber mit der Temperatur eben so hoch, daß eine Zersetzung von Kohlenwasserstoffen in geringem Maße eintritt, so wird der Halbkoks kaum merklich verbessert, ein großer Teil der Kohlenwasserstoffverbindungen geht aber dann in den gasförmigen, bei gewöhnlicher Temperatur nicht kondensierbaren Zustand über, während die günstigste Temperatur für die Ammoniakbildung erst bei der Betriebsweise erreicht wird, die man nicht mehr als Tieftemperaturverkokung bezeichnen kann.

Einen weniger zerreiblichen, brauchbaren Destillationsrückstand gewinnt man bei der Destillation von geeigneten Stück- und Nußkohlen, wie sie z. B. in der drehbaren Retorte nach Thomas und beim McLaurin-Verfahren verwertet werden. Für die Verhältnisse in Deutschland, wo die Kokereien in erster Linie die Aufgabe haben, die Feinkohle durch Verkokung zu veredeln, erscheint es widersinnig, aufbereitete Nuß- oder Stückkohle einer Destillation zu unterwerfen. Man darf aber nicht vergessen, daß diese Verfahren ursprünglich zu dem Zweck erdacht worden sind, einen Hausbrand zu erzeugen, dessen Entzündlichkeit nicht herabgesetzt ist, dem aber die den Nebel der englischen Großstädte

hervorrufenden Rauch- und Rußbildner entzogen sind. Erst mit der ungeahnten Entwicklung der Kraftwagen und des Explosionsmotors hat man bei diesen Verfahren das Hauptgewicht auf die Ölgewinnung gelegt und den ersten Zweck, einen möglichst geeigneten Brennstoff für den Hausbrand zu erzeugen, zurücktreten lassen. Man steht in England aber noch heute auf dem durch den Krieg noch weiter befestigten Standpunkt, daß allen im Haushalt verwendeten Kohlen die Kohlenwasserstoffe vorher entzogen sein sollten. Für die durch Tieftemperaturverkokung behandelte Kohle hält man, da sie im Verhältnis mehr festen Kohlenstoff enthält als Rohkohle, einen wenn nicht höhern, so doch mindestens gleich hohen Preis für angemessen. Die erzielten Öle aber sollen nicht nur die Betriebs- und Anlagekosten des Verfahrens decken, sondern auch noch einen erheblichen Gewinn abwerfen.

Inwieweit sich die Tieftemperaturverkokung in Deutschland anwenden läßt, habe ich noch nicht nachprüfen können. Immerhin liegen hier bei den geschlossenen Hausöfen, in denen eine verhältnismäßig vollständige Verbrennung der Kohlenwasserstoffe erzielt wird, und den sich immer mehr verbreitenden Koks brennenden Zentralheizungsanlagen ganz andere Umstände vor als in England, wo man fast nur Kohle brennende offene Kaminfeuer kennt und sich auch nicht von ihnen trennen zu können scheint. Zu einer Destillation von Nuß- und Stückkohlen wird es daher in Deutschland wohl niemals kommen.

In England und auch in Amerika ist man neuerdings dazu übergegangen, gasreiche, des Aschenreichtums wegen sonst schwer zu verwertende Kohle mit hohem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen, besonders Kennelkohle, in Tieftemperaturverkokungsanlagen zu verwerten. Aber auch da scheitert die Wirtschaftlichkeit an der Unmöglichkeit, den Rückstand lohnend abzusetzen. Einwandfrei bewährt haben sich einige dieser Verfahren nur bei der Destillation bituminöser Schiefer, sogenannter Ölschiefer, namentlich in Schottland, bei denen eine Verwertung des Rückstandes als Brennstoff höchstens an Ort und Stelle in Frage kommt.

Die Aussichtslosigkeit, den Halbkoks versenden und wirtschaftlich verwerten zu können, führte die Coalite-Gesellschaft auf den Ausweg, ihn unmittelbar an der Erzeugungsstelle in Generatoren zu vergasen. Die erste derartige Anlage war allerdings bei meinem Fortgang aus England im Jahre 1918 noch nicht in Betrieb, obwohl ihr Bau schon 1914 in Angriff genommen worden war.

Die Möglichkeit, die Tieftemperaturverkokung in Verbindung mit Generatoranlagen zu betreiben, führte zur Kohlendestillation bei niedriger Temperatur im Generator selbst. Als erstes Beispiel dieser Verfahren muß die Anlage von McLaurin gelten. Diese Betriebsweise, die vielversprechende Aussichten zu bieten schien, hat aber insofern enttäuscht, als sich das Verfahren nur zur Verarbeitung von Stück- oder Nußkohlen eignet und Feinkohle hierbei höchstens zu einem Teil verwendet werden kann. Feinkohle allein läßt die aufsteigenden Gase nicht in gleichmäßiger Verteilung durch die Be-

¹ Die Elhführung von Rohgas scheiterte an technischen Schwierigkeiten.

schickung ziehen, so daß nur teilweise eine Destillation herbeigeführt und zugleich der Schacht des Generators durch Aufhängen der Beschickung verstopft wird.

Vielleicht bieten diejenigen Verfahren mehr Aussicht auf Erfolg, bei denen die Beschickung in einer Retorte destilliert und der als Rückstand verbleibende Halbkoks nach beendeter Destillation in der gleichen, nunmehr als Generator zu benutzenden Retorte durch entsprechende Umstellung der betreffenden Vorrichtungen vergast wird.

Zusammenfassung.

Anknüpfend an die schon früher behandelten drei englischen Verfahren zur Tieftemperaturverkokung

werden acht weitere Verfahren beschrieben, die in England und den Ver. Staaten teils ausgeführt, teils auch erprobt und teils nur vorgeschlagen worden sind. Sie kennzeichnen die Wege, auf denen sich die Tieftemperaturverkokung in diesen Ländern weiter entwickelt hat. Die Betriebsergebnisse einiger Anlagen werden, soweit Angaben darüber vorliegen, mitgeteilt.

Im Anschluß an die Beschreibung werden sämtliche elf Verfahren einer kritischen Betrachtung hinsichtlich ihrer Eignung für die Tieftemperaturverkokung unter Hinweis darauf unterzogen, daß die Bildung von genügend festem, absatzfähigem Halbkoks unmöglich erscheint, weil sie eine Zersetzung der primär gebildeten Kohlenwasserstoffe erfordern würde.

Die Tätigkeit des Materialprüfungsamtes im Betriebsjahr 1917¹.

Die Tätigkeit des Amtes auf kriegswirtschaftlichen Arbeitsgebieten ist auch in diesem Berichtsjahre sehr lebhaft gewesen; nähere Angaben hierüber können noch nicht gemacht werden. Die Arbeiten auf dem Gebiete des Kautschuks und seiner Ersatzstoffe sowie die Versuche mit Zellstoffriemen sind fortgesetzt worden. Die Papiergarnindustrie und die Verfahren zur Erlangung von Ersatz für Sohlen und Oberleder konnten durch die Mitwirkung des Amtes wesentlich gefördert werden.

Die Dauerversuche wurden wie bisher weitergeführt.

In der Abteilung für Metallprüfung wurden 610 (650) Aufträge erledigt. Von ihnen entfallen 101 (57) auf Behörden und 509 (593) auf Private. Bei weitem die Mehrzahl aller Untersuchungen diente wie im Vorjahr der Landesverteidigung; ihre Ergebnisse entziehen sich daher der Besprechung.

Die Abteilung für Baumaterialprüfung erledigte insgesamt 246 Anträge mit 8419 Versuchen gegen 276 Anträge mit 9807 Versuchen im Vorjahr. Von den 8419 Versuchen entfielen 6506, also der weitaus größere Teil, auf Bindemittel und 1913 Versuche auf Steine aller Art und Verschiedenes.

Ziegelsteine wurden meist nur auf Druckfestigkeit im trocknen Zustande und in einzelnen Fällen auf Säurebeständigkeit untersucht. Bei der letztgenannten Prüfung macht sich der Mangel an Werten bemerkbar, an Hand deren sich beurteilen läßt, ob Ziegelsteine noch als säurebeständig angesehen werden können oder nicht.

Die Bestrebungen der Ziegelindustrie, Normen für einheitliche Lieferung und Prüfung von gebrannten Steinen zu schaffen und hierdurch nicht nur minderwertige Rohstoffe vom Markte zu verdrängen, sondern auch die Ziegelerzeugnisse zu verbessern, guten Erzeugnissen zu angemessenen Preisen zu verhelfen und damit die gesamte Ziegelindustrie zu heben, haben insofern zu einem Erfolg geführt, als auf Veranlassung des Ministers der öffentlichen Arbeiten ein Ausschuß gebildet worden ist, der solche Normen an Hand eines vom deutschen Verein für Ton-, Zement- und Kalkindustrie vorgelegten Entwurfes beraten und festlegen soll.

Die Prüfung künstlicher Steine anderer Art als Ziegel, wie Kalksandsteine, Schlackensteine und Leichtsteine, be-

schränkte sich im wesentlichen auf die Feststellung der Druckfestigkeit.

Den verhältnismäßig größten Raum in den Versuchsarbeiten nahm die Prüfung von Bindemitteln (Portlandzementen, Eisenportlandzementen, Hochofenzementen und Kalken) sowie von Mörtel- und Betonmischungen ein.

Zementplatten und Eisenbetonpfosten wiesen einige Zeit nach der Herstellung starke Beschädigungen in Gestalt von Rissen und Verkrümmungen auf. Die Art der Zerstörung wies auf Treiben des Zementes hin. Die Untersuchung ergab normale Zusammensetzung und erwies den Zement als normalbindend und raumbeständig. Der verhältnismäßig hohe Glühverlust in Verbindung mit dem hohen Kalkgehalt ließ aber darauf schließen, daß der Zement im frischen Zustande Treibneigung gehabt haben konnte. Er war also wahrscheinlich bei der Verarbeitung zu frisch und hatte die Treibneigung durch das Ablagern verloren.

In vielen Fällen wurden aus den untersuchten Zementen auch Betonmischungen im Amt hergestellt und dann meist auf Druckfestigkeit untersucht. Hierbei handelte es sich mehrfach darum, das günstigste Mischungsverhältnis der verwendeten Zuschlagstoffe festzustellen. An erhärteten Mörtel- und Betonproben, die entweder irgendwelche Beschädigungen aufwiesen oder sonst schlechtes Verhalten gezeigt hatten, waren die Ursachen des schlechten Verhaltens der Bauteile festzustellen. Die Prüfung erstreckte sich dann meistens auf Festigkeit und auf das Mischungsverhältnis.

Der Fußboden von Lagerschuppen, der aus Unterbeton und einer darüber liegenden Estrichschicht bestand, hatte nach nur geringer Benutzung stark gelitten. Die Untersuchung der zur Herstellung des Fußbodens verwendeten Rohstoffe ergab, daß diese einwandfrei und zur Herstellung eines guten Betons bzw. Estrichs geeignet waren. Die dem Fußboden entnommenen Proben von Unterbeton und Estrich wiesen geringes Raumgewicht auf, waren also wenig dicht und besaßen geringe Festigkeit. Hieraus konnte geschlossen werden, daß das schlechte Verhalten des Fußbodens auf mangelhafte Bauausführung zurückzuführen war.

Der Beton eines Fundamentes war im Laufe der Zeit stark zerstört und z. T. weich geworden. Der Antragsteller vermutete, daß das in der Baugrube stehende Wasser

¹ Auszugsweise nach dem Sonderabdruck aus den »Mitteilungen aus dem Materialprüfungsamt zu Berlin-Lichterfelde West« 1918, H. 5.

Bestandteile enthielt, die diese Zerstörung hervorgerufen hätten. Diese Annahme erwies sich als zutreffend, denn das Grundwasser entsprach einer gesättigten Gipslösung. Durch das lockere, poröse Gefüge des mageren Betons war der Zerstörungsvorgang begünstigt worden.

Eine in blauem Ton liegende Hohlgangsverbindung war mit Zementsteinen ausgemauert, die nach einiger Zeit rissig wurden und sich z. T. völlig zersetzten. Auch hier war die Zerstörung auf das mit der Ausmauerung in Berührung kommende Grundwasser zurückzuführen, das, wie die Untersuchung ergab, einen hohen Gehalt an schwefelsauren Salzen aufwies.

Der in Beton erbaute Werkkanal eines Kraftwerkes war im Laufe der Zeit sehr rissig geworden. Die Ursache konnte auf mangelhafte Beschaffenheit, geringe Dichte und Festigkeit des Betons und diese wieder auf die Verwendung ungeeigneten Zuschlagstoffes, Nichtinnehaltung des vorgeschriebenen Mischungsverhältnisses sowie auf nicht sach- und ordnungsmäßige Herstellung des Betons zurückgeführt werden. Beton von so geringer Dichte und Festigkeit wie der dem Werkkanal entstammende konnte der Einwirkung der Witterung und den Einflüssen der innern Spannungen nicht genügend widerstehen. Irgendwelche andere Einflüsse, welche die Zerstörung des Kanals hätten hervorgerufen können, kamen nicht in Frage. Weder das den Kanal durchfließende Wasser noch das in Frage kommende Grundwasser enthielt Bestandteile, die erfahrungsgemäß Zement oder Beton anzugreifen vermögen.

Mehrfach wurden Rohstoffe (Lehm, Ton, Kalk, Sand, Kies, Schlacke usw.) auf ihre Verwendbarkeit zu keramischen oder Mörtelzwecken geprüft. Hierbei wurden auch einzelne Stoffe, die als Zuschlagstoffe zur Bereitung von Beton Verwendung finden sollten, daraufhin geprüft, ob sie etwa schädliche, den Zement oder das Eisen angreifende Bestandteile enthielten. Die Untersuchung dieser Stoffe erstreckte sich vornehmlich auf das Vorhandensein oder den Gehalt an Gips, Schwefelkies, Schwefel, schwefelsauren Salzen und bei Kohlschlacke außerdem auf das Vorhandensein von Kalk in Stückform.

Die Seewasserversuche sind im Auftrage des Ministers der öffentlichen Arbeiten fortgesetzt worden. Für den Deutschen Ausschluß für Eisenbeton sind die Versuche mit Eisenbetonplatten auf Feuerbeständigkeit (Ergänzungsversuche zu den Brandproben mit Betonhäusern) sowie die Prüfungen von Zementmörteln aus verschiedenen Zementen auf Schwinden abgeschlossen und die Ergebnisse veröffentlicht worden. Neu eingeleitet wurden auf Beschluß des Ausschusses für Untersuchung von Hochofenschlacke Prüfungen von verschiedenen Hochofen- (Stück-) Schlackenarten auf Verwendbarkeit für Eisenbahnbettungszwecke.

In der Abteilung für Metallographie wurden 123 Anträge gegen 117, 109 und 160 in den drei Vorjahren erledigt. Die größere Mehrzahl der Anträge und Untersuchungen wurde im Auftrag der Militär- und Marinebehörden ausgeführt; eine Berichterstattung über diese Arbeiten ist zur Zeit nicht möglich. Über andere Untersuchungen sollen nachstehend einige Angaben gemacht werden.

Mehrfach wurden Kesselbleche eingesandt, bei denen Risse auftraten, die sich über die ganze Länge der Nietlochreihe erstreckten. Meist konnte nachgewiesen werden, daß in solchen Fällen das Verstemmen der Nieten unsachgemäß ausgeführt worden war. In der Umgebung der Nietköpfe waren im Blech tiefe Rillen vorhanden; das Kleingefüge zeigte dort starke Kaltreckung. Wird kaltgerecktes Eisen, dessen Kerbzähigkeit an und für sich gering ist, auf Temperaturen zwischen 100 und 300°C, die also gerade für

Kesselbleche im Betriebe in Frage kommen, angelassen, so sinkt die Kerbzähigkeit noch weiter, das Blechmaterial nimmt an diesen Stellen einen hohen Grad von Sprödigkeit an. Hierdurch kann der Bruch in hohem Maße begünstigt werden.

In einem Falle konnte durch örtliche Überhitzung hervorgerufene Sprödigkeit eines Kesselbleches nachgewiesen werden. In einem weiteren Falle mußte nach dem Ergebnis der Gefügeuntersuchung Walzen bei zu tiefen Temperaturen als Ursache des ungünstigen Verhaltens angenommen werden.

Bei dünnen Blechen machte sich eine allmähliche Verringerung der Festigkeit störend bemerkbar. Die Bleche waren im Betriebe wechselnden Temperaturen zwischen 100 und 600°C ausgesetzt worden. Die Untersuchung ergab, daß es sich um ursprünglich kaltgewalzte Bleche gehandelt hatte. Durch das häufige Anlassen bei Temperaturen zwischen 100 und 600°C war die durch das Kaltwalzen (Kaltrecken) erzielte Festigkeitssteigerung allmählich wieder herausgebracht worden.

Ein für einen bestimmten Zweck gebauter verschweißter Hochdruckkessel war infolge unvollkommener Schweißung in der Längsschweißnaht aufgerissen.

Ein im Betriebe aufgeplatztes Siederohr zeigte starke Ziehriefen und starke Schwankungen in der Wandstärke des Rohres. Der Bruch war längs einer durch Ziehriefen sehr geschwächten Stelle der Wandung erfolgt. Außerdem war das Rohrmaterial phosphorreich und enthielt stellenweise starke Anreicherungen an nichtmetallischen Einschlüssen. Demnach lagen sowohl Herstellungs- als auch Stoffehler vor, die das Rohr zur Verwendung für stark beanspruchte Siederohrkessel als nicht geeignet erscheinen lassen. Bei einem andern, ebenfalls im Betriebe aufgeplatzten Siederohr waren Herstellungs- oder Materialfehler nicht nachweisbar. Durch die metallographische Gefügeuntersuchung konnte stattgehabtes örtliches Erglühen (vermutlich im Betriebe) festgestellt werden. Hierauf ist wahrscheinlich auch das Aufplatzen des Rohres zurückzuführen.

Rostanfressungen an Siederohren waren wiederholt Gegenstand der Untersuchung. In keinem Fall konnte festgestellt werden, daß Materialfehler vorgelegen hatten, auf die der starke Rostangriff hätte zurückgeführt werden können; die Ursache des starken, meist örtlich auftretenden Rostangriffes war stets in äußern, vom Rohrmaterial unabhängigen Umständen, Betriebsverhältnissen usw. zu suchen.

Das Material einer explodierten Sauerstoffstahlflasche entsprach gerade noch den Bedingungen der deutschen Polizeiverordnung, betreffend den Verkehr mit verflüssigten und verdichteten Gasen. Die Bruchflächen der Bruchstücke wiesen Anlauffarben auf, die den Eindruck erweckten, als wären sie durch Flammenwirkung, vielleicht infolge einer Knallgasexplosion, verursacht worden.

Mehrfach wurden wieder gebrochene Stahlwellen aus Sonderstahl untersucht. Nächst der chemischen Zusammensetzung ist auf das Verhalten des Materials die vorausgegangene Wärmebehandlung von maßgebendem Einfluß. Besonders deutlich kommt dieser Einfluß bei der Kerbschlagprobe zum Ausdruck.

Während die kohlenstoffreichere Legierung mit 0,5% Kohlenstoff nach dem Ausglühen mit darauf folgender langsamer Abkühlung nur noch sehr geringe Schlagfestigkeit aufwies, die erst nach dem Vergüten und Anlassen bei 700°C auf den Anfangswert gebracht werden konnte, wurde die Legierung mit niedrigem Kohlenstoffgehalt (0,15% C) durch das Ausglühen bereits erheblich zäher. Durch Vergüten und Anlassen bei 700°C konnte keine weitere wesentliche Wirkung erzielt werden.

Eine andere kleine Welle bestand aus gewöhnlichem Flußeisen. Sie wies im Zustand der Einlieferung ins Amt hohe Sprödigkeit auf. Die Untersuchung ergab, daß die Sprödigkeit eine Folge von Kaltreckung (Auswalzen oder Ausschmieden bei zu niedrigen Wärmegraden) war.

Bei zwei im Betriebe gebrochenen Pleuelstangen lagen Dauerbrüche vor. Stofffehler konnten nicht nachgewiesen werden. Eine Pleuelstange bestand aus Stahlguß mit sehr grobkristallinischem und porigem Gefüge. Hier ist der Bruch vermutlich durch die vorhandenen Gefügefehler in hohem Maße begünstigt worden.

Ein gebrochener Kolbenzapfen für Schiffsmotoren enthielt 0,1% Phosphor. Für Maschinenteile, die starken stoßweisen Beanspruchungen ausgesetzt sind, ist ein derart hoher Phosphorgehalt als unzulässig zu bezeichnen, da er die Kerbzähigkeit des Materials unter das noch zulässige Maß herunterdrückt. Den gleichen Stofffehler wies auch ein Kettenglied aus Flußstahl auf; der Phosphorgehalt betrug hier sogar 0,15% P.

Auf der Bruchfläche eines Stahlgußstückes zeigten sich eigenartige helle Flecken. Es bestand der Verdacht, daß die Flecken von Verschiedenheiten im Gefüge oder in der chemischen Zusammensetzung (Seigerungen) herrührten. Die Untersuchung ergab, daß letzteres nicht der Fall war, sondern daß es sich um zusammengepreßte, aber nicht verschweißte Blasen Hohlräume im Material handelte, deren Wandungen beim Bruch des Gußstückes freigelegt worden waren. Ähnliche Erscheinungen wurden auch auf Bruchflächen von Zerreißstäben, die aus Stahlgußstückchen entnommen waren, beobachtet.

Auf die meist völlige Wirkungslosigkeit sogenannter »Stahlveredelungsmittel« ist bereits im vorigen Jahresbericht ausführlich hingewiesen worden. Auch im Berichtsjahr wurde wieder ein Mittel geprüft, das Flußeisen durch Eintauchen in das Mittel in Stahl umwandeln sollte. Wie vorauszusehen, war der Erfolg gleich Null, da keine Spur von Kohlenstoff aufgenommen wurde.

An verschiedenen im Betriebe gebrochenen Gußstückchen aus Grauguß konnten noch nachträglich starke, vermutlich vom Guß herrührende Spannungen festgestellt werden.

Im praktischen Betriebe waren eiserne, von verschiedenen Werken stammende Schwellen, die auf der gleichen Strecke unter gleichen Betriebsverhältnissen lagen, sehr verschieden stark gerostet. Die im Amt durchgeführte chemische und metallographische Untersuchung ergab, daß das verschiedene Verhalten nicht auf Materialverschiedenheiten zurückzuführen sei. Vergleichende Rostversuche mit allseitig abgeschmirgelten Probestückchen zeigten, daß das Eisen an sich bei allen Schienen unter gleichen Verhältnissen nahezu gleich stark rostete. Das verschiedene Verhalten im Betriebe konnte demnach nur in der verschiedenen Oberflächenbeschaffenheit der von verschiedenen Werken gelieferten Schienen zu suchen sein.

Die Art der Glühung (reduzierende oder oxydierende Flamme), Zeitdauer der Glühung, Abkühlungsgeschwindigkeit usw. haben auf die Art, Stärke und Haltbarkeit der Glühspanschicht maßgebenden Einfluß. Letztere aber ist für den Beginn des Rostangriffs ausschlaggebend. Es würde eine dankenswerte Aufgabe sein, diese Einflüsse, über die noch sehr wenig bekannt ist, klarzulegen.

Die Untersuchung kupferplattierter Bleche ergab, daß auf der einen Seite, an der die Kupferschicht nicht gut haftete, zwischen Kupfer und Eisen mikroskopisch kleine oxydische Einschlüsse lagen, während auf der andern Seite, auf der das Kupfer gut haftete, keine Einschlüsse auftraten.

Die stark verringerte Festigkeit von Trägern aus einer Aluminiumlegierung konnte auf tiefgehende Zersetzung des

Aluminiums zurückgeführt werden. An Laufradschaukeln aus Messing, die im Betriebe Anbrüche zeigten, waren ebenfalls Zersetzungserscheinungen nachweisbar. Ein Zinkblech war ebenfalls stark zersetzt. Alle diese Erscheinungen können nur eintreten, wenn Feuchtigkeit in tropfbar flüssiger Form vorhanden ist. Die gleichzeitige Berührung mit einem »edlern« Metall beschleunigt in hohem Maße die Zersetzung.

Das häufige Umschmelzen von Rotguß und Bronze bedingt erhebliche Verschlechterung der Legierungen. Die sich beim Umschmelzen bildenden Fäden und Häute von Zinnsäure verhindern das Zusammenfließen, machen infolgedessen den Guß porig und verringern die Festigkeit und Dehnung. Besonders deutlich kommen diese Nachteile des Umschmelzens bei der Aufarbeitung von Drehspänen usw. zum Ausdruck. Mehrfach konnten in gebrochenen Gußstückchen reichliche Mengen von Zinnsäure nachgewiesen werden. Meist stellte es sich heraus, daß zur Herstellung Altmaterial verwendet worden war. Durch Zusatz von Phosphor (als Phosphorkupfer oder Phosphorzinn) kann dem nachteiligen Einfluß wiederholten Umschmelzens entgegen gewirkt werden.

Die mit dem Verein deutscher Eisenhüttenleute gemeinsam durchgeführten Versuche zur Aufklärung der Wirkung eines Kupfergehaltes auf das Rostvermögen von Blechen werden voraussichtlich demnächst abgeschlossen; ein ausführlicher Bericht soll alsdann erstattet werden.

Eine größere Arbeit über den Einfluß der Berührung verschiedener Metalle auf den Rostangriff konnte trotz großen Mangels an Personal zum Abschluß gebracht werden. Sie wird demnächst in den »Mitteilungen« veröffentlicht.

In der Abteilung für allgemeine Chemie wurden 296 Anträge mit 652 Untersuchungen erledigt. Von den Anträgen entfielen 55 mit 183 Untersuchungen auf Behörden und 241 mit 469 Untersuchungen auf Private.

Wie in den frühern Jahren betraf wieder ein erheblicher Teil der Anträge die Untersuchung von Eisen- und Stahlproben. In mehreren Fällen war auf Grund der chemischen Analyse die Frage zu beantworten, ob eine als »Schnelldrehstahl« gekaufte Legierung diese Bezeichnung beanspruchen könne. Von besondern Eisenlegierungen, die im Berichtsjahr zur Untersuchung kamen, seien noch vanadinhaltige Federn und Ferromolybdänproben hervorgehoben.

Erheblich war im Berichtsjahr die Nachfrage nach Normalstahlproben. Es mag noch, infolge des Einspruches einer Firma, besonders hervorgehoben werden, daß bei den Normalstahlproben für die Manganbestimmung der Manganengehalt auf gewichtsanalytischem Wege bestimmt wird. Der so ermittelte Wert fällt gegenüber dem nach Vollhard-Wolffs Titrierverfahren gefundenen Manganengehalt erfahrungsgemäß niedriger aus, weil die in fast jedem Stahl oder Eisen vorhandenen Beimengungen von Chrom und Nickel, ferner von Vanadin und Kobalt einen Mehrverbrauch an Permanganat verursachen und daher einen zu hohen Manganwert ergeben. Daher muß betont werden, daß in Fällen, wo zwischen gewichtsanalytisch und maßanalytisch bestimmtem Manganengehalt ein Unterschied besteht, nur der erstere als richtiger Manganwert in Frage kommen kann.

Die chemische Prüfung von Metallen erstreckte sich in der Hauptsache auf die Ermittlung der Zusammensetzung von Kupfer, Zink, Nickel und Aluminium sowie auf Legierungen aus Weißmetall, Messing, Bronze, Lotmetalle u. a.

Eine als »Zinkrohling« eingereichte Probe enthielt rd. 90,5% Zink, an andern Metallen waren hauptsächlich Kupfer, Aluminium, Blei und etwas Zinn und Eisen vorhanden. In einer Aluminiumprobe wurden 90% Aluminium festgestellt, der Rest setzte sich zusammen aus Kupfer und Zinn zu

etwa gleichen Teilen und ferner aus geringen gewöhnlich im Aluminium sonst vorkommenden Bestandteilen wie Silizium und Eisen. Drei mit dem Stempel »Reinnickel« versehene Proben waren daraufhin zu prüfen, ob diese Bezeichnung zutraf. Bei sämtlichen Proben war dies nicht der Fall. Silberlote wurden auf ihren Silbergehalt untersucht. An Schiedsanalysen waren eine Probe Rotgußspäne auf ihren Kupfergehalt und eine Probe Zinklegierung auf ihre Zusammensetzung zu untersuchen.

Von Erzuntersuchungen verdient noch Erwähnung ein Magnetkies aus Kleinasien, der sich wegen seines hohen Eisen- und Schwefelgehaltes als ein wertvolles Rohgut erwies.

Von sonstigen Stoffen, deren Untersuchung von der Abteilung durchgeführt worden ist, seien angeführt: Schwefel, Ätznatron, Glaubersalz, Alaun, Bleiweiß, Ton, Leuchtgas, Heizstoffe verschiedener Art, Wasser- und Bodenproben, Schweißpulver, Lötpasten, Kesselsteinverhinderungsmittel, Holzessig, Leim, Kasein, Schmierpasten, Riemengleitschutzmasse, Kautschuk, Tinte u. dgl. Im einzelnen sei folgendes bemerkt:

Graphitproben waren auf ihren Gehalt an Asche und die Aschen auf ihren Gehalt an Quarzteilen zu prüfen. Die Bestimmung des Quarzgehaltes erfolgte durch Schmelzen der Aschen mit Ammoniumpyrosulfat bei etwa 420° und Entfernung der aufgeschlossenen Kieselsäure mittels stark verdünnter salzsäurehaltiger Fluorwasserstoffsäure (50 Vol. Salzsäure, $d = 1,06$, und 1,5 Vol. konzentrierter Fluorwasserstoffsäure).

In der Abteilung für Ölprüfung wurden 326 Proben zu 184 Anträgen untersucht (gegenüber 520 Proben zu 333 Anträgen im Vorjahr).

Von den Untersuchungen ist folgendes hervorzuheben:

Ein Normalbenzin genügte hinsichtlich Asphaltausfällungsvermögen usw. den bekannten für die Beschaffenheit von Normalbenzin erlassenen Vorschriften.

Bei den Treibölen (Mittel- oder Gasölen aus Erdöl) schwankte der Flüssigkeitsgrad nach Engler (bei 20° C) von 1,2 bis 1,5, der Flammpunkt (im geschlossenen Tiegel) von 71 bis 84°, das spezifische Gewicht von 0,85 bis 0,89. Die Mehrzahl der Öle war sehr kältebeständig (bei -15 oder -20° C noch fließend).

Wegen der Knappheit der gut gereinigten Mineralöle lag auch im Berichtsjahr eine große Reihe stark asphalthaltiger Mineralöle und sogenannter Teerfettöle zur Prüfung vor. Mehrere unter der Bezeichnung »Dampfzylinderöl« eingereichte Proben zeigten bei Zimmerwärme zähharzige bis weichpechartige Beschaffenheit und waren erst bei 40 - 50° C fließend. Die Verwendung solcher Erzeugnisse ist schon wegen des hohen Asphaltgehalts bedenklich, bietet aber auch, ganz abgesehen hiervon, große

Schwierigkeiten, wenn nicht besondere Vorwärmeeinrichtungen für die Lagerbehälter, die Schmiervorrichtungen und die Zuführungsleitungen vorhanden sind.

Eine große Mineralölraffinerie hat nach einem besondern Verfahren Naßdampfzylinderöle hergestellt, die den in Friedenszeiten gebräuchlichen Ölen ebenbürtig sein sollen. Zwei solcher Erzeugnisse wurden eingehend untersucht, besonders aber in ihren Haupteigenschaften, Zähigkeit, Entflammbarkeit und Gehalt an benzin- und alkoholätherunlöslichem Asphalt, einem Vergleich mit den in den letzten fünf Jahren vor dem Kriege im Amt zur Untersuchung gelangten zahlreichen Naßdampfölen unterzogen. Hierbei ergab sich, daß die neuen Öle nicht aus dem Rahmen, in dem sich die vor dem Kriege hier geprüften Öle bewegen, herausfallen, abgesehen vom normalbenzinunlöslichen Asphalt, dessen Höhe aber nach den im Kriege gesammelten Erfahrungen zu Bedenken gegen die Verwendung keinen Anlaß bot.

Im Anschluß an die eingehende Untersuchung eines Dampfzylinderöls wurde auch der aus diesem Öl im Zylinder gebildete Rückstand auf Zusammensetzung geprüft. Das Ergebnis ließ darauf schließen, daß die Ursache für die Rückstandbildung, wie so oft, nicht in den Eigenschaften des verwendeten Öls, sondern in Betriebsverhältnissen lag, da der Rückstand, nicht aber das Öl Sand enthielt, der durch vermehrte Reibung Erhitzung, Oxydation und Verkohlung des Zylinderschmieröls bewirkt.

Bei sieben Braunkohlenproben schwankte der durch Ausziehen mit Benzol ermittelte Gehalt an Montanwachs zwischen 7 und 15% (bezogen auf wasserfreies Gut), zwei weitere enthielten nur 0,6 und 2%.

Für die Marineverwaltung wurde ein wissenschaftliches Gutachten über Entstehung, Nachweis, Entfernung und Verhütung explosibler Dampf-Luft-Gemische in Behältern ausgearbeitet.

Über die ausgeführten wissenschaftlichen Untersuchungen ist folgendes zu berichten:

Behufs Vereinfachung der Bestimmung des Flüssigkeitsgrades von Ölen wurde ein neues Metallviskosimeter entworfen, das mit kleinen Flüssigkeitsmengen zu arbeiten gestattet¹.

An Stelle der wasserlöslichen Mineralöle, die in Friedenszeiten hauptsächlich zum Bohren, Fräsen und Drehen verwendet wurden, benutzt man jetzt vielfach Ersatzmittel, die nur teilweise den zu stellenden Anforderungen entsprechen. Zur Unterscheidung der normal zusammengesetzten Bohröle von den Ersatzmitteln und zur Kennzeichnung der einzelnen Typen von Ersatzstoffen wurden geeignete Verfahren ausgebildet².

¹ vgl. Holde, Petroleum 1918, S. 505.

² vgl. Marcusson, Z. f. angew. Chem. 1917, S. 288.

Volkswirtschaft und Statistik.

Kohlengewinnung Großbritanniens im Kriege¹. Die britische Steinkohlengewinnung hat im Kriege eine stark absteigende Entwicklung genommen, die nur einmal, im Jahre 1916, durch einen Förderzuwachs von 3 Mill. t gegen das Vorjahr unterbrochen wurde. Im letzten Jahr war die Förderung bei 227,7 Mill. t um annähernd 60 Mill. t oder 20,77% kleiner als im letzten Friedensjahr. Am stärksten war der Förderrückgang in der Kriegszeit (1918) mit 31,50% im Nordbezirk, sodann mit 24,89% in Schottland. Für beide

¹ Nach Iron and Coal Trades Review 1919, S. 724.

Bezirke spielt die Kohlenausfuhr eine bedeutende Rolle, im besondern entstammten ihnen zum größten Teil die durch den Krieg in Wegfall gekommenen Bezüge Deutschlands und Rußlands an britischer Kohle. Wenn in Südwales, dem wichtigsten Kohlenausfuhrbezirk des Landes, die Förderung weit weniger, nämlich nur um 17,8% zurückgegangen ist, so hat das seine besondern Gründe. Einmal mußte der Bedarf der Admiralität an der ausschließlich in Südwales vorkommenden smokeless steam-coal unter allen Umständen befriedigt werden; sodann geht die Kohle von Südwales auch vor allem nach Frankreich und Italien, deren ausreichende Versorgung das gemeinsame Interesse

Förderung und Belegschaft des britischen Steinkohlenbergbaues im Kriege.

	Förderung		Belegschaft			
	1000 l. t	± gegen 1913 %	insges.	± gegen 1913 %	davon unter Tage	± gegen 1913 %
Ver. Königreich 1913	287 412		1 127 890		909 834	
1914	265 643	- 7,57	1 133 746	+ 0,52	915 381	+ 0,61
1915	253 179	- 11,91	953 642	- 15,45	754 673	- 17,05
1916	256 348	- 10,81	998 063	- 11,51	792 911	- 12,85
1917	248 473	- 13,55	1 021 340	- 9,45	811 510	- 10,81
1918	227 715	- 20,77	1 008 867	- 10,55	794 843	- 12,64
Bergbaubezirk						
Südwaes 1913	56 830		233 134		198 123	
1914	53 880	- 5,19	234 117	+ 0,42	199 324	+ 0,61
1915	50 453	- 11,22	202 655	- 13,07	169 779	- 14,31
1916	52 081	- 8,36	214 100	- 8,16	179 245	- 9,53
1917	48 508	- 14,64	219 718	- 5,75	184 633	- 6,81
1918	46 717	- 17,80	218 853	- 6,13	182 912	- 7,68
Schottland 1913	42 457		147 549		118 976	
1914	38 847	- 8,50	146 168	- 0,94	118 068	- 0,76
1915	35 597	- 16,16	121 854	- 17,41	96 104	- 19,22
1916	36 095	- 14,98	127 104	- 13,86	100 205	- 15,78
1917	34 246	- 19,34	130 027	- 11,88	102 205	- 14,10
1918	31 890	- 24,89	124 477	- 15,64	96 558	- 18,84
Nordbezirk 1913	58 676		247 011		198 292	
1914	52 384	- 10,72	248 251	+ 0,50	199 978	+ 0,85
1915	47 030	- 19,85	184 124	- 25,46	143 585	- 27,59
1916	47 270	- 19,44	191 338	- 22,54	150 050	- 24,33
1917	43 228	- 26,33	195 188	- 20,98	152 068	- 23,31
1918	40 194	- 31,50	196 173	- 20,58	151 353	- 23,67
York und Nordmidland 1913	72 952		257 252		203 996	
1914	66 808	- 8,42	260 870	+ 1,41	206 603	+ 1,28
1915	67 504	- 7,47	229 072	- 10,95	177 977	- 12,75
1916	68 006	- 6,78	239 331	- 6,97	187 140	- 8,26
1917	69 129	- 5,24	244 329	- 5,02	192 040	- 5,86
1918	61 274	- 16,01	230 654	- 10,34	186 093	- 8,78
Lancashire und Nordwaes 1913	28 131		123 927		97 898	
1914	26 200	- 6,86	123 909	- 0,01	97 904	- 0,01
1915	24 924	- 11,40	105 670	- 14,73	82 133	- 16,10
1916	24 908	- 11,46	111 052	- 10,39	87 145	- 10,98
1917	25 205	- 10,40	114 008	- 8,00	89 512	- 8,57
1918	22 673	- 19,40	112 815	- 8,97	88 365	- 9,74
Midland und Südbezirk 1913	28 284		118 247		91 973	
1914	27 431	- 3,02	119 638	+ 1,18	92 920	+ 1,03
1915	27 587	- 2,46	109 528	- 7,37	84 539	- 8,08
1916	27 900	- 1,36	114 371	- 3,28	88 532	- 3,74
1917	28 062	- 0,78	117 207	- 0,88	90 397	- 1,71
1918	24 875	- 12,05	116 002	- 1,90	88 945	- 3,29
Irland 1913	83		770		576	
1914	92	+ 10,84	793	+ 2,99	584	+ 1,39
1915	85	+ 2,41	739	- 4,03	556	- 3,47
1916	90	+ 8,43	767	- 0,39	594	+ 3,13
1917	96	+ 15,66	863	+ 12,08	655	+ 13,72
1918	92	+ 10,84	893	+ 15,97	617	+ 7,12

unserer Gegner zur Notwendigkeit machte. In den Fördergebieten, deren Kohlen vornehmlich für den Inlandmarkt in Betracht kommen, wie York und Nordmidland sowie Midland und Südbezirk, ist der Förderrückgang mit 16,01% und 12,05% einigermassen erheblich unter dem Durchschnitt geblieben.

Die Belegschaftszahl des britischen Kohlenbergbaues war im letzten Jahr bei 1 009 000 Mann um 119 000 Mann oder 10,55% kleiner als im Jahre 1913. Ihren Tiefstand in der Kriegszeit verzeichnete sie in 1915 bei 953 642 Mann. Etwas mehr als die Gesamtbelegschaft hat die Zahl

der Arbeiter unter Tage abgenommen; sie stellte sich im letzten Jahre auf 794 843, d. s. 115 000 oder 12,64% weniger als 1913.

In den einzelnen Bergbaugebieten war der Belegschaftsrückgang am stärksten im Nordbezirk mit 20,58%, es folgten Schottland mit 15,64%, York und Nordmidland mit 10,34%, Lancashire und Nordwaes mit 8,97% und Südwaes mit 6,13%. Der Förderanteil auf den Kopf der Gesamtbelegschaft und auf einen Arbeiter unter Tage zeigte im Krieg die folgende Entwicklung:

Jahr	Gesamtbelegschaft	Belegschaft	
		unter Tage	unter Tage
	l. t	l. t	
1913	254,82	315,89	
1914	234,31	290,20	
1915	265,49	335,48	
1916	256,85	323,30	
1917	243,28	306,19	
1918	225,71	286,49	

Danach war der Förderanteil auf den Kopf der Gesamtbelegschaft im letzten Jahre 29,11 t oder 11,42% kleiner als 1913, auf 1 Mann der Belegschaft unter Tage betrug die Abnahme mit 29,40 t unbedingt fast ebensoviel, verhältnismäßig war sie mit 9,31% etwas kleiner. Im laufenden Jahre hat sich diese rückläufige Bewegung des Förderanteils fortgesetzt, sie dürfte mit der vom 16. Juli ab erfolgten Einführung des Sieben-Stundentags eine weitere Verstärkung erfahren.

Patentbericht.

Anmeldungen,

die während zweier Monate in der Auslegehalle des Reichspatentamtes ausliegen.

Vom 23. Juni 1919 an:

24g. Gr. 5. S. 44 937. Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H., Siemensstadt b. Berlin. Brecher für Asche und Schlacke. 12. 2. 16.

38h. Gr. 2. D. 33 626. Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft, Berlin, und Dipl.-Ing. Fritz Seidenschur, Charlottenburg, Suarezstr. 30. Verfahren zum Konservieren von Holz. 8. 8. 17.

47d. Gr. 12. D. 34 869. Deutsch-Luxemburgische Bergwerks- und Hütten-A.G., Bochum. Seilbefestigungsvorrichtung ohne Kausche. 24. 8. 18.

50c. Gr. 5. Z. 9643. Gerhard Zarniko, Hildesheim, Bahnhofspl. 10. Trommelmühle. 31. 5. 16.

50c. Gr. 5. Z. 9988. Gerhard Zarniko, Hildesheim, Bahnhofspl. 10. Trommelmühle. 14. 5. 17.

59c. Gr. 10. A. 30 664. Adolf Abraham, Charlottenburg, Windscheidstr. 2. Heberleitung mit selbsttätiger Entlüftung; Zus. z. Anm. A. 29 484. 11. 6. 18.

80c. Gr. 12. Sch. 52 765. Carl Schneider, Ribnitz (Mecklbg.). Beheizungseinrichtung für Schachtöfen. 15. 3. 18.

87b. Gr. 2. G. 46 375. Deutsche Oxhydric A.G., Sürth (Rhein). Steuerung für Preßluft-Werkzeuge mit Rohrschieber. 11. 3. 18.

Vom 26. Juni 1919 an:

5a. Gr. 2. S. 46 213. Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H., Siemensstadt b. Berlin. Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Bohrlöchern. 12. 1. 17.

40b. Gr. 1. Sch. 50 426. Dr.-Ing. Max Schlotter, Berlin-Wilmersdorf, Duisburgerstr. 9. Legierung zum Hintergießen von Galvanos und zur Herstellung von Stereotyp- und Lettermetall. 26. 8. 16.

59b. Gr. 2. S. 47 568. Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H., Siemensstadt b. Berlin. Entlüftungsvorrichtung für Kreiselpumpen. 18. 12. 17.

Änderung in der Person des Inhabers.

Folgende Patente (die in der Klammer angegebenen Zahlen nennen mit Jahrgang und Seiten der Zeitschrift die Stelle ihrer Veröffentlichung) sind auf die genannten Firmen übertragen worden:

1a. 246 072 (1912, 849) Adolf Friedrich Müller, Münster (Westf.), Junkerstr. 21.

50c. 234 483 (1911, 848) Ernst Hoffmann, Maschinenfabrik, Niederschlema (Sa.).

Gebrauchsmuster-Eintragungen,

bekannt gemacht im Reichsanzeiger vom 23. Juni 1919.

5a. 706 724. Karl Baingo, Laurahütte (O.-S.). Kohlebohrer nebst Bohrschaft. 23. 4. 19.

5d. 706 391. Louis Nettlenbusch, Gelsenkirchen, Glückaufstr. 56. Vorrichtung für den Anschluß von Abbau-strecken an Bremsberge. 19. 4. 19.

24b. 706 542. Gebrüder Pierburg, Berlin-Tempelhof. Ölzerstäuber. 20. 3. 19.

24b. 706 594. Georg Müller, Köln-Sülz, Sülzburgstr. 207. Industrieölföuerung bzw. -ofen mit gleichzeitiger Erhitzung der sekundären und der primären Zerstäubungs-luft durch die Abgase mit Hilfe eines Rekuperators. 30. 4. 19.

24c. 706 163. Regnier Eickworth, Dortmund, Kaiser-Wilhelm-Allee 49. Brenner für Gasfeuerungen. 19. 12. 17.

26d. 706 096. Schumann & Co., Leipzig-Plagwitz. Dampf- und Gasreiniger. 17. 3. 19.

47d. 706 539. E. Nacks Nachfolger, Kattowitz (O.-S.). Seilkupplung. 9. 11. 18.

59a. 706 841. Robert Helmke, Nordhausen. Endloser Zugmittelantrieb für Kolbenpumpen. 5. 5. 19.

59a. 706 842. Robert Helmke, Nordhausen. Spindel-antrieb für Kolbenpumpen. 5. 5. 19.

78e. 706 030. Elektro-Chem. Fabrik Dr. Voigt & Co., Seifhennersdorf (Sa.). Elektrischer Minenzünder in Ring-form. 2. 4. 19.

78e. 706 372. Hermann Schweinitz, Beuthen (O.-S.), Parkstr. 2. Torfsitnadel für Sprengungen mit flüssiger Luft. 21. 12. 15.

81e. 706 027. Gebr. Hinselmann, Essen. Geschlossene Rutsche für die Verwendung bei der Abbauförderung (Roll-löchern). 28. 3. 19.

81e. 706 863. Ferdinand Garelli jr., Saarbrücken, Heu-druckstr. 63. Gliederförderband. 19. 10. 18.

Verlängerung der Schutzfrist.

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

1a. 651 411. Georg Schwidtal, Waldenburg (Schl.). Kolbensetzmaschine. 17. 2. 19.

5b. 657 722. Maschinenfabrik »Westfalia« A.G., Gelsen-kirchen. Sprengpumpe usw. 16. 5. 19.

10a. 648 245. Rudolf Wilhelm, Altenessen (Rhld.). Vorrichtung für die Ableitung der nicht absaugfähigen Gase usw. 7. 5. 19.

10a. 669 586. Hermann Mack, Hamm (Westf.). Dampf-strahlgebläse. 26. 5. 19.

12a. 649 679. Carl Kallenbach, Kaiserslautern, Malz-straße 9. Kühler für Dämpfe usw. 3. 6. 19.

47g. 657 355. Drägerwerk Heinr. & Bernh. Dräger, Lübeck. Absperrventil. 30. 5. 19.

47g. 671 852. Drägerwerk Heinr. & Bernh. Dräger, Lübeck. Verschlussventil usw. 24. 5. 19.

59a. 649 759. Fa. Rudolph Barthel, Chemnitz. Saug-korb usw. 27. 5. 19.

59a. 650 935. Gerhard Heyen, Wilhelmshaven. Tuch-membrane usw. 21. 5. 19.

59e. 640 857. Carl Dreyer, Bielefeld, Sicker III/104. Rotationspumpe usw. 30. 5. 19.

61a. 660 355. Deutsche Gasglühlicht A.G. (Auer-gesellschaft), Berlin. Behälter für die Austauschmasse usw. 7. 5. 19.

61a. 660 356. Deutsche Gasglühlicht A.G. (Auer-gesellschaft), Berlin. Zwischenstück für geschlossene At-mungsapparate. 7. 5. 19.

61a. 660 648. Deutsche Gasglühlicht A.G. (Auer-gesellschaft), Berlin. Gasschutzmaske. 16. 5. 19.

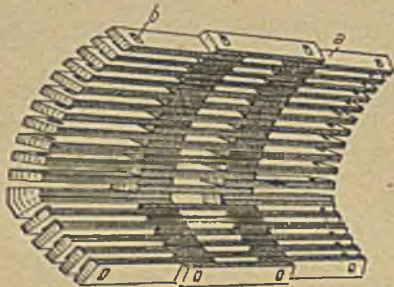
61a. 660 650 bis 660 657, 660 660 bis 660 662, 661 275 bis 661 277 672 374 bis 672 381, 674 020, 680 867 und 695 834. Drägerwerk Heinr. & Bernh. Dräger, Lübeck. Gasmasken, Atmungsapparate usw. sowie Teile solcher Masken, Apparate usw.

78e. 668 387. Waldemar Ossowski, Hindenburg (O.-S.). Besatznadel. 20. 5. 19.

- 81e. 649 608. Fa. August Berrischen, Gesenkschmiede, Buer (Westfl.). Stoßverbindung für Förderrinnen. 7. 5. 19.
- 81e. 657 796. Otto Nootbaar, Gleiwitz, Neudorferstr. 4. Umschaltklappe. 21. 3. 19.
- 81e. 658 388. Franz Méguin & Co. A.G., Dillingen (Saar). Brückengerüst usw. 21. 5. 19.
- 81e. 658 389. Franz Méguin & Co. A.G., Dillingen (Saar). Brückengerüst usw. 21. 5. 19.
- 81e. 658 670. Franz Méguin & Co. A.G., Dillingen (Saar). Behälter zur Aufnahme des Abfallkoks usw. 21. 5. 19.
- 81e. 658 671. Franz Méguin & Co. A.G., Dillingen (Saar). Anordnung eines fahrbaren Wagens usw. 21. 5. 19.
- 81e. 658 672. Franz Méguin & Co. A.G., Dillingen (Saar). Form der Schaufel bei Verladevorrichtungen usw. 21. 5. 19.
- 81e. 668 801. Georg Schwidtal, Waldenburg (Schl.). Doppelwipper. 17. 4. 19.

Deutsche Patente.

5e (4). 313 172, vom 2. Juni 1917. Hans Neubauer in Stein-Zehrowitz (Böhmen). *Auskleidung von Stollen, Strecken, Querschlägen usw. aus gitterartig aneinandergereihten Eisenbetonplatten.* Für diese Anmeldung wird gemäß



dem Unionsvertrage vom 2. Juni 1911 die Priorität auf Grund der Anmeldung in Österreich vom 19. Mai 1914 beansprucht.

Bei der Auskleidung sind die in der Richtung der Bauwerkachse verlegten Platten *a* an den Überlappungsstellen mit in Aussparungen *b* eingelegten querliegenden Eisenbewehrungen versehen.

5d (3). 313 126, vom 20. April 1918. Hermann Kruskopf in Dortmund. *Vorrichtung zur Bekämpfung von Grubenexplosionen in Bergwerken.* Zus. z. Pat. 285 796. Längste Dauer: 4. Februar 1926.

In den Strecken oder sonstigen Grubenräumen sind z. B. an der Zimmerung mit Durchtrittsöffnungen versehene Tragmittel, z. B. Drahtgeflechte, so aufgehängt, daß sie pendeln können. Auf die Tragmittel werden Papier- oder Gewebbahnen gelegt oder Behälter gesetzt, die zur Aufnahme des Löschmittels (z. B. unverbrennbaren Gesteinstaubes) dienen. Bei einer Explosion werden die Papier- oder Gewebbahnen bzw. die Behälter zerstört, indem sie verbrennen, zerreißen oder zerbrechen, wobei das Löschmittel durch die Öffnungen des Tragmittels in den freien Streckenraum fällt oder fließt.

12e (2). 313 127, vom 16. August 1917. Richard Forster, Apparatebau für Chemische Groß-Industrie in Berlin. *Vorrichtung zum Abscheiden von Wasser, Staub und sonstigen flüssigen oder festen Beimengungen aus Luft oder Gasen.*

In einem Behälter sind mehrere einzeln ausschaltbare Filterkörbe kolonnenartig übereinander auswechselbar angeordnet. Der Behälter hat am untern Ende für den ausgeschiedenen Staub usw. einen Sammeltrichter, der so angeordnet ist, daß die Luft oder die Gase nicht durch ihn hindurchströmen können.

21h (11). 313 202, vom 12. Mai 1917. Alexander Ordon in Beuthen (O.-S.). *Fassung für Ofen Elektroden mit Schutzumkleidung.*

Die Schutzumkleidung der aus Platten zusammengesetzten Fassung besteht aus einem hitze- und feuerbeständigen Stoff und überdeckt die Stoßfugen der Platten, an denen eine Zerstörung durch die Ofenhitze zuerst eintritt. Die Umkleidung kann ebenfalls aus Platten hergestellt sein; diese Platten werden zur Ermöglichung gegenseitigen Übergreifens mit Ansätzen oder Ausnehmungen versehen.

24b (3). 291 029, vom 17. Juni 1914. Martin Roellig in Stettin. *Verfahren und Vorrichtung zum Betrieb von Feuerungen, die gleichzeitig mit festem und flüssigem Brennstoff in einem oder mehreren miteinander in Verbindung stehenden Verbrennungsräumen befeuert werden können.*

Während des Öffnens der Türen oder Klappen, die zur Beschickung oder Bedienung der Feuerung mit festem Brennstoff dienen, soll in der Einrichtung zur Verfeuerung des flüssigen Brennstoffes der Querschnitt für den Durchtritt der Verbrennungsluft oder der Luftdruck vermehrt oder die zugeführte Menge des flüssigen Brennstoffes verringert oder zwei oder mehr dieser Mittel sollen gleichzeitig angewendet werden. Bei der geschützten Vorrichtung sind die Einrichtungen, welche die Veränderungen in der Feuerung für den flüssigen Brennstoff hervorrufen, so mit den Türen oder Klappen der Feuerung für den festen Brennstoff verbunden, daß sie beim Öffnen und Schließen der letztern selbsttätig eingestellt werden.

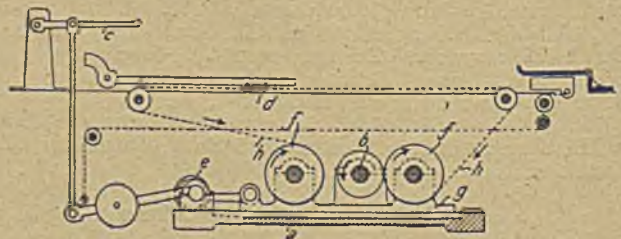
24c (10). 313 060, vom 17. Oktober 1916. Wilhelm Hoeller in Oberdollendorf (Rhein). *Düse mit Spreizflächen zum Mischen von Gas und Luft für Gasfeuerungen nach Patent 269 164.* Zus. z. Pat. 269 164. Längste Dauer: 27. Dezember 1926.

Die Wandungen des flachen Mischraumes der Düse sind mit pyramiden- oder halbkegelförmigen Ablenkörpern versehen, die mit der Spitze gegen den Gas-Luftstrom gerichtet sind. Durch die Ablenkörper sollen Vorzündungen und Staubablagerungen verhindert werden.

27e (9). 313 111, vom 25. Mai 1918. Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz). *Verfahren zur selbsttätigen Regelung von Kreiselverdichtern.* Für diese Anmeldung wird gemäß dem Unionsvertrage vom 2. Juni 1911 die Priorität auf Grund der Anmeldung in der Schweiz vom 15. Mai 1918 beansprucht.

Die bei Eintritt in den instabilen Betriebszustand auftretenden vereinzelt Stöße des Fördermittels sollen dazu benutzt werden, die Regelungsvorrichtungen des Verdichters so einzustellen, daß das Auftreten sich fortlaufend wiederholender Stöße verhindert wird und die Stabilität der Förderung erhalten bleibt.

35a (9). 313 218, vom 30. November 1917. Hugo Brauns in Dortmund. *Vorrichtung zum selbsttätigen Ausführen des Wagenwechsels auf Förderkörben.*

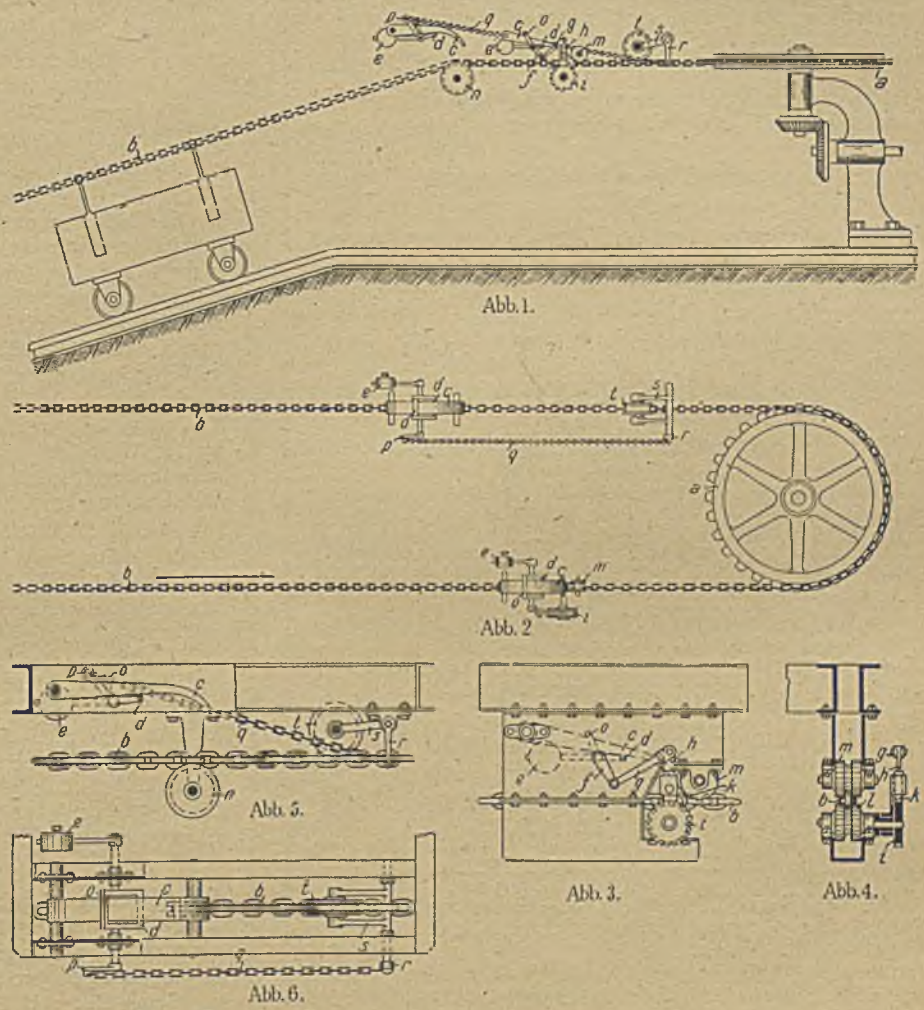


Die Enden des Seiles oder der Kette *h*, woran der zum Aufschieben der Wagen auf die Förderkörbe dienende Schieber *d* befestigt ist, sind an Seil- oder Kettentrommeln *f* befestigt, die auf dem auf der Führung *a* verschiebbaren Rahmen *g* gelagert sind. Zwischen den beiden Seil- oder Kettentrommeln *f* ist die Achse *b* eines ortfesten Motors so angeordnet, daß auf den Achsen der beiden Trommeln

befestigte Reibscheiben durch Verschieben des Rahmens *g* abwechselnd gegen eine auf der Achse *b* befestigte Reib-scheibe gedrückt werden können. Infolgedessen kann der Schieber *d* durch Verschieben des Rahmens *g* hin und her bewegt werden. Dieses Verschieben kann z. B. durch ein Exzenter *e* bewirkt werden, dessen auf der Gleitführung *a* gelagerte gewichtbelastete Achse mit Hilfe eines am Füllort angebrachten Hebels gedreht werden kann.

20 a (14). 312 871, vom 7. Mai 1918. Xaver Meixels-berger in Ränkam b. Furth im Wald (Oberpfalz). Kettenfangvorrichtung für Förderbahnen.

Vor und hinter der über Tage liegenden zwangläufig angetriebenen Antriebscheibe *a* für die Kette *b* der Kettenbahn sind oberhalb der Kette Fanghebel *c* drehbar gelagert. Diese Hebel werden im normalen Betriebe durch den Hebel *d*, auf den das Gewicht *e* wirkt, in der wagerechten Lage gehalten, in der sie mit der Kette außer Berührung sind. Auf der Achse des Hebels *d*, auf dem der vor der Scheibe *a* oberhalb des volllaufenden Trumms der Kette liegende Fanghebel aufruft, ist der nach abwärts gerichtete Hebel *f* (s. die Abb. 3 und 4) befestigt, der durch die Zugstange *g* mit dem oberen Arm des zweiarmligen Hebels *h* verbunden ist, an dessen unterm Arm - die mit dem Sperrade *i* in Eingriff stehende Klinke *k* gelenkig befestigt ist. Auf der Achse des Sperrades *i* ist das Kettenrad *l* befestigt, über das die Förderkette *b* läuft. Das Gegenrad *m* sichert dabei den Eingriff der Kette. Die Verzahnung des Sperrades *i* ist so gerichtet, daß bei einem durch einen Kettenbruch veranlaßten Rückwärtslauf des Vollauftrumms der Förderkette die Klinke *k* und damit der Hebel *h* sowie der Hebel *d* durch das Rad gedreht werden und der Fanghebel, indem er hinabfällt, in die Kettenglieder eingreift. Ein Ausweichen der Kette wird dabei durch die an der Fangstelle gelagerte Führungswelle *n* verhindert. Damit der Fanghebel sicher in die Kette eingreift, ist auf der Drehachse des Hebels *d* der sich über den Fanghebel legende Hebel *o* befestigt, der bei der Bewegung des Hebels *d* durch die zurücklaufende Kette auf den Fanghebel drückt. Außerdem ist zu demselben Zweck der das Gewicht *e*



tragende Hebel so ausgebildet, daß das Gewicht bei der Bewegung des Hebels *d* nach oben überkippt und auf den Fanghebel schlägt. Auf der Achse des hinter der Scheibe *a* liegenden, bei Kettenbruche das leerlaufende Förderketten-trumm festhaltenden Fanghebels ist der Hebel *p* befestigt, der durch die Kette *q* mit dem Hebel *v* verbunden ist. Die auf dessen Achse befestigten Hebel *s* tragen eine Rolle *t*, die auf der Förderkette *b* aufruft. Beim Reißen der letztern fällt die Rolle *t* herab, wobei sich der Hebel *d* so dreht, daß der Fanghebel frei wird und oberhalb der Führungs-rolle *n* in die Förderkette greift. Dabei wird in der oben beschriebenen Weise die Wirkung des Fanghebels durch den Hebel *c* und das Gewicht *e* gesichert.

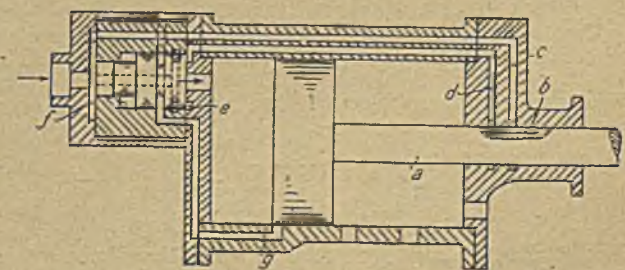
40 a (1). 313 122, vom 26. August 1915. Det Norske Aktieselskab for Elektrokemisk Industri Norsk-Industri-Hypotekbank in Kristiania. Verfahren zum Verarbeiten sulfidischer Erze und erzartiger Hütten-erzeugnisse unter Gewinnung des an Metall gebundenen Schwefels. Für diese Anmeldung wird gemäß dem Unions-

vertrage vom 2. Juni 1911 die Priorität auf Grund der An-meldung in Norwegen vom 29. Juni 1915 beansprucht.

Die zu verarbeitenden sulfidischen Erze o. dgl. sollen in geschmolzenem Zustande bei so hoher Temperatur mit einem gegen Schwefel indifferenten Gase behandelt werden, daß das Schmelzerzeugnis in seine Komponenten zersetzt und Schwefel in elementarer Form unter Zurücklassung eines mehr oder weniger metallischen Steines verflüchtigt wird.

46 d (5). 313 113, vom 5. März 1918. Hugo Klerner in Gelsenkirchen. Antriebsvorrichtung für Schüttel-

rutschen mit einseitig wirkendem Motor, dessen Kolben von der Last zurückbewegt wird. Zus. z. Pat. 285 734. Längste Dauer: 28. Februar 1927.



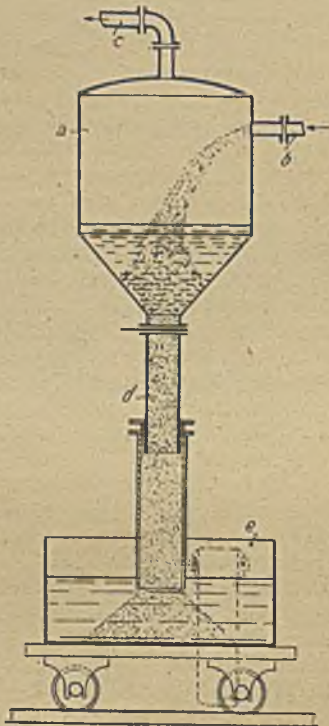
In der Kolbenstange *a* des Motors ist eine Nut *b* vorge-sehen, durch die zwei in dem vordern Zylinderdeckel aus-gesparte Kanäle *c* und *d* dann miteinander verbunden werden,

wenn der Kolben auf seiner durch das Gewicht der Schüttelrutsche bewirkten Rückwärtsbewegung den Auspuffkanal *g* für den hintern Zylinderraum geschlossen hat. Der Kanal *c* mündet in die Druckmittelzuführungsleitung *f* und der Kanal *d* in eine vor dem Steuerkolben des Motors vorgesehene Ringnut *e*, so daß die letztere erst dann mit Frischluft gespeist oder der Motor umgesteuert wird, wenn der Auspuffkanal *g* durch den Arbeitskolben geschlossen ist.

59b (1). 313 206, vom 16. Dezember 1917. Maffei-Schwartzkopff Werke G. m. b. H. in Berlin. *Kreiselrad mit kegelförmigen Schaufeln*.

Die Achsen der Schaufeln des Rades stehen radial und die Krümmungshalbmesser der Kegelflächen nehmen nach dem Radumfang hin zu.

81e (17). 313 232, vom 4. Dezember 1917. Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H. in Siemensstadt bei Berlin. *Saugluftförderer für Schüttgut*.



An den Sammelbehälter *a* des Förderers, der mit der Förderleitung *b* und der Saugluftleitung *c* in Verbindung steht, ist das fernrohrartig ausgebildete Fallrohr *d* angeschlossen, dessen unteres Ende in den zur Aufnahme des Schüttgutes dienenden fahrbaren Behälter *e* taucht. Der letztere ist mit Wasser gefüllt, das durch den äußern Luftdruck in das Fallrohr gedrückt wird. Der Behälter *e* kann mit einer einstellbaren Überlauföffnung versehen sein.

81e (30). 313 233, vom 22. Januar 1918. Deutsche Maschinenfabrik A.G. in Duisburg. *Abfuhrrollgang*.

Eine oder mehrere Rollen des Rollganges sind so seitlich verschiebbar gelagert, daß sie zur Herstellung einer Lücke für das Durchfallen der Abfallstücke des zu schneidenden Walzgutes aus dem Bereich des Rollganges geschoben werden können.

Bücherschau.

Die Werkzeugstähle und ihre Wärmebehandlung. Von Dr.-Ing. Rudolf Schäfer. Berechtigte deutsche Bearbeitung der Schrift: »The heat treatment of tool steel« von Harry Brearley, Sheffield. 2., durchgearb. Aufl.

265 S. mit 212 Abb. Berlin 1919, Julius Springer. Preis geb. 16 \mathcal{M} .

Abgesehen von einer kleinen Änderung im Titel des Buches und einigen Verbesserungen und Erweiterungen, von denen sich die letzteren auf Ergänzung der einschlägigen Literatur bis auf die heutige Zeit sowie Vermehrung der Abbildungen beziehen, ist der Text unverändert geblieben. Eine gründlichere und vollkommene Ausgestaltung des Werkes soll der Zeit nach dem Kriege vorbehalten werden.

Unter Bezugnahme auf die Besprechung der ersten Auflage¹ sei es den in Betracht kommenden Kreisen wiederum warm empfohlen. Winter.

Austauschbare Einzelteile im Maschinenbau. Die technischen Grundlagen für ihre Herstellung. Von Otto Neumann, Oberingenieur des Verbandes Ostdeutscher Maschinenfabrikanten. 164 S. mit 78 Abb. Berlin 1919, Julius Springer. Preis geh. 7 \mathcal{M} , geb. 9 \mathcal{M} zuzügl. 10% Teuerungszuschlag.

Das Buch verdankt seine Entstehung den Erfahrungen, die bei uns unter den Kriegsverhältnissen zwar nicht erworben worden, aber doch erst zu allgemeinerer Verbreitung gelangt sind. Es dürfte besonders heute, wo es sich darum handelt, unsere Wirtschaft neu aufzubauen und durch wissenschaftliche Betriebsführung sowie zweckmäßige Spezialisierung und Normalisierung äußerste Sparsamkeit und billigste Herstellung zu erzielen, für den Techniker ein wertvolles Hilfsmittel sein. In dankenswerter Weise ist das gesamte, bisher in der Fachliteratur verstreute Material gesammelt und mit den vom Verfasser während seiner Tätigkeit in der Praxis erworbenen Erfahrungen veröffentlicht worden.

Der erste Teil des Buches handelt über das Tolerieren mit allen nötigen technischen Vorarbeiten, wie Feststellen der zweckmäßigen Toleranzen, Anfertigung der Toleranzzeichnungen, Arbeitsstufeneinteilung und Bestimmung der Arbeitsfolge, über Spannvorrichtungen, Bohrlehren und andere Hilfsvorrichtungen für die Massenherstellung. Im zweiten Teil behandelt der Verfasser die Grenzlehren und kommt zum Schluß auf die wirtschaftlichste Ausnutzung der Werkzeugmaschinen. Neben seiner leicht faßlichen planmäßigen Darstellung liegt der Hauptwert des Buches für den Praktiker in der Durcharbeitung zahlreicher durch Skizzen erläuteter Übungsbeispiele.

M.

Die Verordnung über die schiedsgerichtliche Erhöhung von Preisen bei der Lieferung von elektrischer Arbeit, Gas und Leitungswasser vom 1. Februar 1919 nebst den zugehörigen weiteren Bestimmungen. Erläutert von Geh. Bergrat Paul Zickursch und Rechtsanwalt Dr. R. Kauffmann, beim Reichskommissar für die Kohlenverteilung. 100 S. Berlin 1919, Julius Springer. Preis geh. 5 \mathcal{M} .

Das Buch bringt nach einer Einleitung, die sich kurz über die Entstehungsgeschichte und den wesentlichen Inhalt der Verordnung vom 1. Februar 1919 verbreitet, zunächst den Wortlaut der Verordnung und der wichtigsten zu ihrer Ausführung vom Reichswirtschaftsamt und dem Reichskommissar für die Kohlenverteilung erlassenen Bestimmungen. Sodann folgen nochmals die einzelnen Paragraphen mit eingehenden Erläuterungen, in welche die Leitsätze des Reichskommissars für die Kohlenverteilung mit andern Bestimmungen hineinverarbeitet sind. Daran schließt sich die Anordnung des Reichswirtschaftsamtes über das Verfahren vor den Schiedsgerichten, die ebenfalls erläutert wird. Den Schluß bilden die umfangreichen

¹ s. Glückauf 1904, S. 360.

vorläufigen Listen der Beisitzer bei den Schiedsgerichten für die Erhöhung von Preisen bei der Lieferung von elektrischer Arbeit, Gas und Leitungswasser. Das Buch wird für alle Beteiligten ein willkommener Ratgeber sein.

Schl.

Zeitschriftenschau.

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

Mineralogie und Geologie.

Kupfererze. Von Waagen. (Schluß.) Bergb. u. Hütte. 1. Juli. S. 225/32. Die Ursachen für den Niedergang des Kupfererzbergbaues in Österreich-Ungarn. Untersuchung der Frage, ob die Länder Mitteleuropas künftig in der Lage sein werden, ihren Kupferbedarf aus eigener Erzeugung zu decken, wobei die kurz beschriebenen Vorkommen in Serbien, Bulgarien, Mazedonien, Rumänien und in der Türkei in die Betrachtung einbezogen werden.

Bergbautechnik.

Die Zinn- und Wolframbergbaue von Schönfeld und Schlaggenwald in Böhmen. Von Kudielka. Mont. Rdsch. 1. Juli. S. 400/3*. Geographische und geschichtliche Angaben. Mineralogische Beschreibung der Wolframerze. Die geologischen Verhältnisse des Vorkommens. (Schluß f.)

Die AEG. - Gesteinhandbohrmaschine Type TDK 3. Von Sauer. Kali. 1. Juli. S. 218/20*. Eingehende Beschreibung einer zum Bohren in Kohle, Salzen, Kali und dgl. bestimmten Drehbohrmaschine, die bei einem Gewicht von 13 kg für eine elektrische Leistung von 0,5 PS ausgeführt wird.

Thiemannsche Eckverbindungsplatten für eiserne Kappen und eiserne oder hölzerne Stempel. Von Grahn. Bergb. 3. Juli. S. 526/8*. Beschreibung der Platten unter Hinweis auf ihre Vorzüge in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht.

Accidents in the use of rescue apparatus. The future of the Proto apparatus. Von Logan. Coll. Guard. 20. Juni. S. 1489/90*. Unfälle infolge fehlerhafter Bauart und infolge von Verletzungen des Gerätes. Vorschläge zur Verringerung des Gewichtes und zur Verhütung der Erhitzung der Luft.

Zementierungsarbeiten bei Ölbohrungen. Von Halder. Petroleum. 1. Juli. S. 966/71*. Beschreibung der verschiedenen Verfahren, besonders des Zementierens, zur Abdichtung der Bohrlöcher gegen das Eindringen von Wasser aus ihnen in die Ölfelder.

The evolution and development of the Kent coalfield. Von Ritchie. (Forts.) Ir. Coal Tr. R. 20. Juni. S. 837. Die finanzielle Entwicklung der im Jahre 1907 gegründeten East Kent Contract & Financial Company, Limited. (Forts. f.)

Das Subunternehmersystem bei der Grubengesteinsarbeit im Ruhr-Lippe-Bergbau. Von Pieper. (Schluß.) Bergb. 3. Juli. S. 525/6. Die Kosten der im Subunternehmerbetrieb ausgeführten Gesteinsarbeiten. Grubengesteinsarbeit im Eigenbetrieb, ihre Nachteile und Vorteile.

The examination of coal in relation to coal washing. Von Blyth und O'Shea. Coll. Guard. 20. Juni. S. 1477/8. Erläuterung des Begriffs »Aschengehalt im Koks«.

Prüfung der Flöze auf ihre Reinheit. Art der Probe- nahme. §Beschreibung von zwei Arten zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes. Erörterungen darüber, welche Teile des Flözes zur Wäsche geschickt werden sollen. Fehlerquellen und deren Beseitigung. Behandlung großer Proben.

Die Absaugung der Füllgase im Kokereibetrieb. Von Ohnesorge. St. u. E. 3. Juli. S. 749/52*. Besprechung der verschiedenen Möglichkeiten zur Unschädlichmachung der Koksofenfüllgase unter Hinweis auf die der Lösung dieser Aufgabe entgegenstehenden großen Schwierigkeiten.

Markscheiderische Studien. Von Jung. Bergb. u. Hütte. 1. Juli. S. 219/25*. Ableitung der Formeln für den totalen Punktfehler des Zugsendes von Rittinger- und Theodolitzügen. Lösung zweier Markscheideraufgaben.

Dampfkessel- und Maschinenwesen.

Verdampfungsversuche mit Unterwind-Dampf- gebläsen. Von Stauf. Z. Bayer. Rev. V. 30. Juni. S. 95/9. Versuche an Feuerungen der Firma L. A. Riedinger in Augsburg und der Deutschen Evaporator-A.G. in Berlin mit dem Hauptergebnis, daß Unterwindgebläse bei Verwendung von feinkörnigem und griesigem Brennstoff zur Erhöhung der Rost- und Dampfleistung, nicht aber der Wirtschaftlichkeit des Betriebes beitragen.

Das Ausblasen von Ruß und Flugasche im amerikanischen Dampfkesselbetriebe. Von Pradel. (Schluß.) Braunk. 5. Juli. S. 183/7*. Beschreibung weiterer Arten von Rußbläsern für verschiedene Wasserrohrkessel. Bläser für Steilrohrkessel. Die Dampfzulassung zum Bläser. Die Unterhaltungskosten.

Berechnung und Betriebsverhältnisse der Oberflächenkondensatoren unter Berücksichtigung der in den Kondensator eindringenden Luft. Von Hoefer. Z. d. Ing. 5. Juli. S. 629/35*. Ableitung von Gleichungen für die Berechnung von Oberflächenkondensatoren unter Berücksichtigung der eindringenden Luft. Einfluß der Bauart des Kondensators. Einfluß der Wärmedurchgangszahlen auf die Luftleere. Luftgewicht und Kühlwassermenge. (Schluß f.)

Maßnahmen für Einsparung und Ersatz von Sparstofftreibriemen. Von Steinmetz. Verh. Gewerbefleiß. April. S. 111/25*. Allgemeines über Verwendung und Beanspruchung von Treibriemen. Die gewöhnlich für Treibriemen verwandten und die zum Ersatz herangezogenen Stoffe und ihre dem Gebrauchszweck angepaßte Bewahrung.

Elektrotechnik.

Der eiserne Nulleiter beim Umbau und Ausbau von Ortsnetzen. Von Lewin. Mitteil. El.-Werke. Juni. H. 1. S. 152/9*. Einfluß des Nulleiters aus Ersatzmetall auf die Spannungsverhältnisse von Netzen aus Sparmetall. Umwandlung eines Zweileiter- in ein Dreileiternetz. Umbau eines Drehstromnetzes von Dreileiter auf Vierleiter.

Die Wendezone bei Wellenwicklungen. Von Thomäen. E. T. Z. 3. Juli. S. 321/2*. Für die Breite der Wellenzone in geschlossener Form abgeleitete Gleichung, die für Wicklungen mit gleich und ungleich langen Spulenköpfen gilt. Untersuchung des Einflusses, den die Weglassung einzelner Bürsten auf die Lage und Breite der einzelnen Wendezonen hat.

Hüttenwesen, Chemische Technologie, Chemie und Physik.

Die Verarbeitung von Kobalt-Nickellaugen. Von Barth. Metall u. Erz. 22. Juni. S. 267/73. Kurze

Darstellung der Behandlung von Kobalt-Nickel- und ebenso von Kupfer-Nickelerzen und Erörterung der Frage, wann und aus welchen Gründen die Verarbeitung in salzsauern und in schwefelsauern Laugen zweckmäßig ist.

A proposed metallurgical process for the treatment of vanadinite for the recovery of lead and vanadium. Von Conley, Chem. Metall. Eng. 15. Mai. S. 514/8*. Beschreibung eines Verfahrens zur Gewinnung von Blei und Vanadiumoxyd aus dem Mineral Vanadinit unter Anwendung von Natriumoxyd, Natriumhydroxyd, Kohlenstoff und Kalk.

Sintering zinc residues. Von Stock. Chem. Metall. Eng. 15. Mai. S. 525/8*. Beschreibung eines der bei der Bartlesville Zinc Co. in Bartlesville, Okla., angewendeten Verfahren zur Gewinnung von Gold, Silber, Kupfer, Zink und Blei aus Retortenrückständen der Zinkgewinnung.

Gasmeßgeräte zur Ermittlung der aus Zinkmuffeln entweichenden Gasmengen. Von Mühlhaeuser. Metall u. Erz. 22. Juni. S. 273/9*. Beschreibung von Einrichtung und Verwendung der in Betracht kommenden Meßgeräte.

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. 3. Juli. S. 325/8*. Versuche über das Altern an gewöhnlichem käuflichem Material. Untersuchungen an Kohlenstofflegierungen, die sich auf die magnetischen Eigenschaften, den Einfluß von Erschütterungen und Erwärmungen sowie die Magnetisierbarkeit von Proben ungleichmäßigen Materials erstreckt haben. (Forts. f.)

Die spezifischen Wärmen der Gase für feuerungstechnische Berechnungen. Von Neumann. St. u. E. 3. Juli. S. 746/9*. Zusammenstellung neuerer Werte in 4 Zahlentafeln, und zwar für Kohlensäure, schweflige Säure, Wasserdampf, Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenoxyd, Luft und Wasserstoff. Bemerkungen zu den Zahlentafeln und Erörterung der Grundlagen, auf die sich die Zahlen für Stickstoff und Luft stützen. (Schluß f.)

Die fossilen Brennstoffe und ihre Verwertung in den Kriegsjahren 1914-1918. Von Fürth. Z. angew. Chem. 1. Juli. S. 201/7. Zusammenstellung und Kennzeichnung der wichtigsten Aufsätze, in denen die Rohstoffe und die trockne Destillation der Brennstoffe behandelt worden sind. (Forts. f.)

Über die Zusammensetzung von Braunkohlenteeren. Von Strache und Dolch. Mont. Rdsch. 1. Juli. S. 409/11. Ergebnisse einer an der Versuchsanstalt für Brennstoff usw. der Technischen Hochschule in Wien durchgeführten Untersuchung des im Laboratorium hergestellten Urteers aus Braunkohle. (Forts. f.)

Methode zur Bestimmung der aromatischen Kohlenwasserstoffe in Leuchtöldestillaten mittels Essigsäureanhydrid. Von Tausz. Petroleum. 1. Juli. S. 961/5. Vergleich des Verfahrens mit andern Arbeitsweisen an Hand von Beispielen.

Gesetzgebung und Verwaltung.

Steuerrechtsfragen bei Übertragung des Bergwerkseigentums, Kuxübertragungen und Zulußerhebungen. Von Werneburg. Kali. 1. Juli. S. 213/8. Kurze Erörterungen über die Rechtsgeschäfte, auf die der § 114 ABG. Anwendung findet. Anwendbarkeit des Zuwachssteuergesetzes bei der Übertragung von Bergwerks-

eigentum. Entscheidungen des Oberverwaltungsgerichts hierzu. Anwendbarkeit des Umsatzsteuergesetzes bei Konsolidation und realer Feldesteilung. Zuwachssteuer bei Übertragung von Kuxen. Standpunkt des OVG. (Schluß f.)

Volkswirtschaft und Statistik.

Die Bedeutung der bedrohten Gebiete für die deutsche Industrie. Von Tießen. Z. d. Ing. 5. Juli. S. 621/8*. Erläuterungen zu den nach Art der Einheitskarten aufgestellten Schaubildern, welche die Wichtigkeit der infolge des Friedensvertrages abzutretenden Gebiete und der linksrheinischen Rheinlande in Erzeugung und Verbrauch der Güter für das übrige Deutschland darstellen.

Die Auswertung unserer Naturschätze und der deutsche Kohlenbergbau. Von Herbst. Techn. Bl. 5. Juli. S. 165/6. Allgemeine Betrachtungen über Kohlenverwertung und Schonung unserer Kohlenvorräte. Erörterungen über die Möglichkeit der Inangriffnahme minderwertiger Lagerstätten im Steinkohlenbergbau, die sich besonders auf Mächtigkeit, Kohlenbeschaffenheit, Lagerstätten in der Nähe des Ausgehenden eines Steinkohlenbeckens, Gebirgsdruck, Wärmeentwicklung und Gefährdung durch Grubengas erstrecken. (Forts. f.)

Die Erzeugung von Stahl und Eisenbahnschienen der österreichisch-ungarischen Werke. Von Schuster. Mont. Rdsch. 1. Juli. S. 403/6. Statistische Angaben über die Stahlerzeugung in den Jahren 1900 bis 1918 und die Eisenbahnschienenherstellung von 1890 bis 1918.

Verkehrs- und Verladewesen.

Die Reichseisenbahnen. Von Quatz. St. u. E. 3. Juli. S. 737/44*. Betrachtungen über die gegenwärtigen Verhältnisse bei den Eisenbahnen der deutschen Gliedstaaten. Vorschläge zur praktischen Durchführung der Umgestaltung der Staats- in Reichseisenbahnen unter Hinweis auf die damit verbundenen Vorteile.

Die Oberschlesische Schmalspurbahn. Von Stambke. Z. Oberschl. Ver. H. 3/4. S. 33/52*. Entstehung. Rechtliche Grundlagen. Linienführung. Grundbesitzverhältnisse. Bautechnische Grundlagen. Stationen. Fahrzeuge und Werkstatanlagen. Betrieb und Verwaltung. Wirtschaftsführung. Personal. Verkehr. Betriebsergebnisse.

Personalien.

Beurlaubt worden sind:

Der Bergassessor Ernst Fulda I aus Familienrück-sichten vom 15. Juli ab auf 12 Monate,

der Bergassessor Mohr bis Ende März 1922 zur Fortsetzung seiner Tätigkeit bei den A. Riebeck'schen Montanwerken, A.G. zu Halle (Saale),

der Bergassessor Johannes Müller auf ein Jahr zur Übernahme einer Hilfsarbeiterstelle bei den Kalibergwerken Krügershall und Salzmünde,

der Bergassessor Hermann Schrader vom 15. Juli ab auf ein Jahr zur Übernahme der Stelle eines Hilfsarbeiters bei dem Geschäftsführer des Arbeitgeberverbandes der Oberschlesischen Bergwerks- und Hüttenindustrie zu Kattowitz (O.-S.).

Der Diplom-Bergingenieur Hartung ist als Bergverwalter beim Zwickauer Brückenberg-Steinkohlenbauverein in Zwickau angestellt worden.