

GLÜCKAUF

Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

Nr. 47

20. November 1915

51. Jahrg.

Über die Beanspruchungen der Frostmauer beim Schachtabteufen nach dem Gefrierverfahren.

Von Professor O. Domke, Aachen, Technische Hochschule.

Unter den mannigfachen ungeklärten statischen Fragen des Bergbaues ist die nach der erforderlichen Stärke der Frostwand beim Schachtabteufen nach dem Gefrierverfahren besonders bemerkenswert. Bekanntlich führt eine überschlägliche Berechnung¹ zu dem Ergebnis, daß die Dicke der Frostmauer mit wachsender Teufe stark zunimmt und endlich in einer bestimmten, von der Druckfestigkeit des gefrorenen Gebirges abhängigen Teufe unendlich groß werden muß. In noch größeren Teufen wäre das Gefrierverfahren überhaupt nicht mehr möglich. Die Frage ist in dieser Zeitschrift² sehr eingehend von Dr.-Ing. Walbrecker behandelt worden. Er kommt nach Ablehnung der erwähnten Formel und einer andern, die weiterhin noch besprochen werden wird, zu einer Näherungsformel, die er durch geeignete Überlegungen annehmbar zu machen versucht und die er an der angegebenen Stelle für beliebige Teufen empfiehlt.

Wenn auch einige Erfahrungen die neue Formel zu stützen scheinen, so ist die Behauptung ihrer Gültigkeit für andere Teufen an sich schon bedenklich, denn Erfahrungsformeln sollten nur innerhalb des Gebietes gebraucht werden, in dem sie erprobt sind. Noch mehr spricht gegen die neue Formel die Tatsache, daß die statischen Grundlagen der erwähnten Überschlagsformel zweifellos richtig sind und daher beachtet werden müssen.

Die folgenden Untersuchungen sollen einiges zur Klärung der Frage beitragen. Sie gelangen auf Grund gesicherter physikalischer Tatsachen und streng durchgeführter Überlegungen zu dem Ergebnis, daß man stets mit einer endlichen Frostmauerstärke auskommen kann, wenn auch der praktischen Möglichkeit durch die große erforderliche Wanddicke schließlich ein Ziel gesetzt wird.

Die Frostmauer sei als ein dicker Kreiszyylinder betrachtet, wobei also von der geringen Veränderlichkeit der Stärke mit der Teufe abgesehen wird. Jeder Querschnitt dieses Zylinders erfährt von dem darüber befindlichen Gewicht der Frostwand eine Pressung, die sich bei gleichförmiger Verteilung über den Querschnitt zu

$$\sigma_z = \gamma z \dots \dots \dots 1$$

ergibt. Hierin ist z die Teufe, γ das spezifische Gewicht des gefrorenen Gebirges und σ_z die Druckspannung in lotrechter Richtung. Für Schwimmsand kann man

$\gamma = 2,0$ t/cbm annehmen. Dazu führt folgende Überlegung: Das Raumgewicht des Gesteins, aus dem der Sand entstanden ist, beträgt etwa 2,65; 1 cbm Sand enthält im Mittel 40% Hohlräume, die durch Wasser ausgefüllt werden. Für Schwimmsand ergibt sich also das Gewicht

$$0,60 \cdot 2,65 + 0,40 \cdot 1,0 = 2,0 \text{ t/cbm.}$$

Auf den Zylindermantel wirkt ein Normaldruck p , der kleiner als σ_z in derselben Teufe sein muß; denn bezeichnet man mit ϱ den Reibungswinkel des Schwimmsandes, so ist nach der Lehre vom Erddruck

$$p = \gamma z \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varrho}{2} \right) = \frac{1}{2} \sigma_z \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varrho}{2} \right) \dots 2.$$

Größer würde dieser Druck nur dann werden, wenn der Frostzylinder aufquellen könnte, was aber als ausgeschlossen betrachtet werden muß.

Gewöhnlich nimmt man an, daß p gleich dem 1,3 bis 1,8fachen Druck einer Wassersäule von der Höhe z ist; wegen $\gamma = 2,0$ folgt hieraus

$$\operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varrho}{2} \right) = 0,65 \text{ bis } 0,90$$

$$\varrho = 12^\circ 20' \text{ bis } 3^\circ.$$

Welcher Druck wirklich zutrifft, würde durch geeignete Versuche sehr wahrscheinlich genauer festgestellt werden können.

Es fragt sich nun, welche Spannungsverteilung durch diese Belastung im Innern der Frostwand entsteht. Der Außenhalbmesser des Frostzylinders sei mit a , der Innenhalbmesser mit b und der Abstand eines beliebigen Punktes im Wandinnern von der Zylinderachse mit r bezeichnet. Auf ein unendlich kleines Ringstück von der Dicke dr , der Höhe dz und der Länge $r d\varphi$ (s. Abb. 1) wirken folgende Spannungen:

- in radialer Richtung: σ_r
- in tangentialer Richtung: σ_t
- in lotrechter Richtung: σ_z .

Die Spannungen sind sämtlich Normalspannungen; da Schubspannungen wegen der vollkommenen Symmetrie um die Zylinderachse nicht auftreten, so sind sie sogar Hauptspannungen. Dieser Ausdruck will besagen, daß unter ihnen die größte und die kleinste aller Normalspannungen vorkommen, die durch den Spannungszustand an diesem Punkt der Zylinderwand

¹ vgl. Heise-Herbst: Lehrbuch der Bergbaukunde, 1913, Bd. II, S. 252 und 253.
² Glückauf 1910, S. 1757/82.

bestimmt sind. Für die spätern Betrachtungen ist dieser Hinweis wichtig.

Mit wachsendem r ändern sich die Spannungen, und man erhält für die mit der Querschnittsebene gleichlaufenden Spannungen aus der Gleichgewichtsbedingung für Kräfte in radialer Richtung die einzige Gleichung:

$$\frac{d}{dr} (r \sigma_r) = \sigma_t$$

oder

$$r \frac{d\sigma_r}{dr} = \sigma_t - \sigma_r \dots \dots \dots 3.$$

Diese Bedingung muß also stets erfüllt sein, gleichviel wie das physikalische Verhalten des gefrorenen Gebirges ist. Sie reicht aber offenbar zur Ermittlung der beiden Unbekannten σ_r und σ_t nicht aus, und daher müssen zur weitem Bestimmung physikalische Tatsachen herangezogen werden.

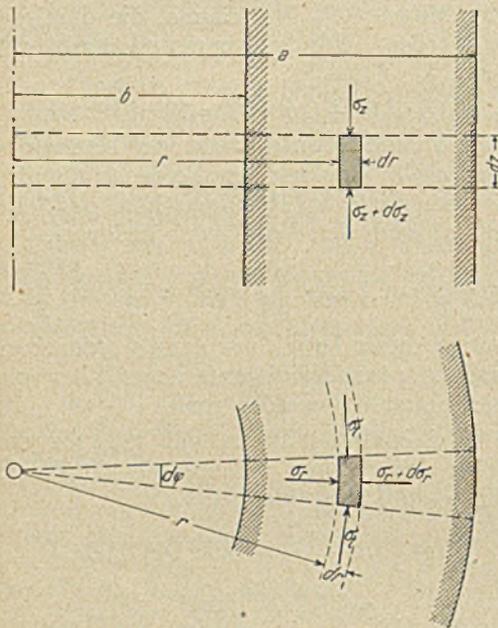


Abb. 1.

Das in Abb. 1 betrachtete Körperchen erfährt unter der Wirkung der angreifenden Spannungen Formänderungen, die im allgemeinen linear von diesen Spannungen abhängen. Diese Beobachtung, deren einfachste Form als das Hookesche Gesetz bekannt ist, führt zu den folgenden beiden Gleichungen:

$$E \frac{u}{r} = \sigma_t - \frac{\sigma_r + \sigma_z}{m} \dots \dots \dots 4a$$

$$E \frac{du}{dr} = \sigma_r - \frac{\sigma_t + \sigma_z}{m} \dots \dots \dots 4b.$$

Darin ist u die kleine Verschiebung des betrachteten Körperchens in radialer Richtung nach innen; E ist der Elastizitätsmodul des gefrorenen Gebirges, m die Poissonsche Zahl, die etwa zu 4 angenommen werden kann. Beide Werte sind konstant; auf ihre Größen kommt es für die nächsten Betrachtungen nicht an.

Somit haben sich eine neue Unbekannte, aber auch zwei Gleichungen mehr ergeben. Man kann aus den Gleichungen 3 und 4 die Spannungen σ_r und σ_t ausschalten und erhält dann eine Differentialgleichung für u , durch deren Auflösung man die Ausdrücke für die beiden ausgeschalteten Spannungen findet. σ_z wird hierbei im ganzen Querschnitt als gleich groß angenommen, und diese Annahme ist dann richtig, wenn sich die Formänderung in lotrechter Richtung für jeden Punkt des Querschnitts als konstant ergibt. Mathematisch lautet die Bedingung hierfür:

$$E \epsilon_z = E \frac{dw}{dz} = \sigma_z - \frac{\sigma_r + \sigma_t}{m} = \text{const.} \dots \dots 4c.$$

Die rechte Seite ist bei überall gleichem σ_z konstant, wenn

$$\sigma_r + \sigma_t = \text{const.} \dots \dots \dots 5.$$

Auf die Durchführung der Rechnung sei verzichtet, da sie sich in mehreren Lehrbüchern der Elastizitätslehre¹ findet, und sofort das Schlussergebnis angeben:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r &= A - \frac{B}{r^2} \\ \sigma_t &= A + \frac{B}{r^2} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 6.$$

Hier sind A und B zwei noch unbekannte Konstanten, die sogleich bestimmt werden sollen. Die Richtigkeit der Gleichungen 6 läßt sich leicht nachweisen. Zunächst erfüllen sie die Gleichung 5; die Annahme, daß σ_z über den Querschnitt konstant ist, war also richtig. Ferner genügen die Ausdrücke 6 der Gleichung 3 und den beiden Gleichungen 4a und b, denn die durch 4a bestimmte Funktion u der Veränderlichen r hat den durch 4b gegebenen Differentialquotienten.

Zur Bestimmung von A und B sind noch zwei Bedingungen zu erfüllen. An der Außenfläche des Zylinders muß $\sigma_r = p$ sein, an der Innenfläche $\sigma_r = 0$. Somit ist für:

$$\begin{aligned} r = a & \quad A - \frac{B}{a^2} = p, \\ r = b & \quad A - \frac{B}{b^2} = 0. \end{aligned}$$

Daraus erhält man:

$$B = \frac{p a^2 b^2}{a^2 - b^2} \quad A = \frac{p a^2}{a^2 - b^2}$$

und folglich die endgültigen Ausdrücke für die drei Normalspannungen:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r &= \frac{p a^2}{a^2 - b^2} \left(1 - \frac{b^2}{r^2} \right) \\ \sigma_t &= \frac{p a^2}{a^2 - b^2} \left(1 + \frac{b^2}{r^2} \right) \\ \sigma_z &= \gamma z \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 7.$$

Man sieht, daß die Tangentialspannung σ_t unter allen Umständen die größte ist, und daß sie nach der Innenwandung hin beträchtlich anwächst. Abb. 2 zeigt den Verlauf von σ_t und σ_r über die Wandungsdicke. Der

¹ z. B. Föppl Mechanik Bd. III, 5. Aufl. 1913, S. 299.

größte Wert von σ_t an der Innenseite ($r = b$) ist:

$$\max \sigma_t = \frac{2p a^2}{a^2 - b^2} \dots \dots \dots 8.$$

Soll also σ_t die zulässige Spannung k nicht überschreiten, so findet sich aus $\max \sigma_t = k$ der bei gegebenem Innenhalbmesser b erforderliche Außenhalbmesser a durch Auflösung der Gleichung 8 nach a aus folgender Beziehung:

$$a = \frac{b}{\sqrt{1 - \frac{2p}{k}}} \dots \dots \dots 9.$$

Wenn der Außendruck p den kritischen Wert $\frac{k}{2}$ erreicht, so muß demnach die Frostwand unendlich dick werden, und bei noch größerem Druck würde sie sich imaginär ergeben. Es zeigt sich also auch hier dasselbe sonderbare Ergebnis wie bei der bereits angeführten Überschlagsformel, nur daß es noch wesentlich ungünstiger ausfällt, denn die erreichbaren Teufen sind nur noch halb so groß, wie sie aus der Überschlagsformel folgen. Die geringste überhaupt mögliche Frostmauerstärke würde man hiernach erhalten, wenn man in Gleichung 9 statt der zulässigen Spannung k die Bruchfestigkeit K einsetzte. Die Folgerungen bleiben dieselben

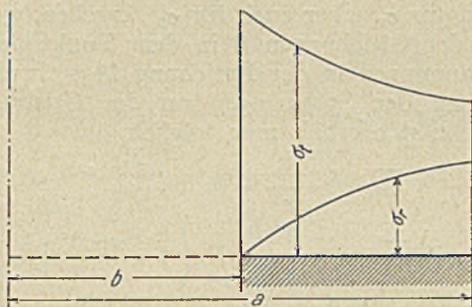


Abb. 2.

Die Formel 9 ist zur Berechnung dickwandiger Rohre schon Mitte des vorigen Jahrhunderts von Lamé und Clapeyron gegeben worden. Die sogenannte Formel von Dwellshauwers-Dery¹ stimmt mit ihr vollständig überein. Es liegt kein Grund vor, sie nicht nach ihrem ersten Entdecker zu benennen.

An der völligen Richtigkeit der Laméschen Formel besteht kein Zweifel; es sei nur darauf hingewiesen, daß Geschützrohre danach berechnet werden, und daß die Zweckmäßigkeit der sogenannten Ringgeschütze auf einer verständnisvollen Anpassung des Konstruktionshergangs an die Formel beruht. Wie kommt es nun, daß diese so bewährte Formel bei der Berechnung der Frostmauern zu versagen scheint, und daß namentlich bei größeren Teufen erfahrungsmäßig weit geringere Stärken genügen, als die Formel erfordert?

Mit der einfachen Ablehnung der Formel ohne genauere Untersuchung verschließt man sich offenbar den Weg zur bessern Erkenntnis der Spannungsverteilung in Frostmauern. Wenn man die wenigstens annähernde

Gültigkeit des linearen Formänderungsgesetzes auch bei höhern Spannungen zugibt, was späterhin als berechtigt gezeigt werden soll, so weisen die Erfahrungen bei Frostzylindern offenbar darauf hin, daß die sogenannte Bruchspannung K unter bestimmten Bedingungen gefahrlos überschritten werden darf, und es ist daraus zu schließen, daß eine schärfere Untersuchung der Bruchbedingungen zu einer richtigern Auffassung führen wird.

Man betrachte das Verhalten eines Eiswürfels unter der Druckpresse. Bei einer bestimmten Druckspannung K zerbricht der Würfel. Man nennt daher K die Bruchfestigkeit des Eises und schließt daraus, daß auch in einem Bauwerk stets Zerstörung eintritt, sobald eine der Druckspannungen die Größe K erreicht. Ist dieser Schluß berechtigt? Denkt man sich den Würfel allseitig von Wänden eingeschlossen und einem überall gleichen Druck ausgesetzt, so lehrt die Erfahrung, daß dann der Würfel durch keinen, auch noch so großen Druck zerstört werden kann; also ist die Größe des Druckes als solche nicht maßgebend.

Läßt man nun den Druck auf zwei einander gegenüberliegenden Seiten abnehmen, so wird der Würfel allmählich in einer Art von Fließen, ohne wirklich zu brechen, seine Form ändern, bis ein gewisser Gleichgewichtszustand erreicht ist. Dieses Verhalten des Eises ist unter dem Namen Plastizität wohl bekannt. Jedoch nicht nur das Eis, sondern überhaupt alle sonst spröden Gesteine haben diese Eigenschaft, wie die starken Faltungen der Gebirgsschichten beweisen, die nur unter dem hohen allseitigen Druck innerhalb der Erdrinde möglich waren, ohne daß das Gestein zermalmt wurde. Man darf daher auch von dem gefrorenen Gebirge ein ganz ähnliches Verhalten erwarten, und damit ist dem Wesen nach der Grund aufgeklärt, warum die Frostmauer höhere Spannungen verträgt als die sogenannte Bruchspannung.

Die Spannungsverteilung ist nun auch der Größe nach zu ermitteln. Aus der Lehre von den Spannungen sei das Ergebnis benutzt, daß sich in jedem Punkt eines belasteten Körpers ein kleiner Würfel konstruieren läßt, auf dessen Seiten nur Normalspannungen, also keine Schubspannungen, wirken. Diese ausgezeichneten Spannungen heißen Hauptspannungen¹; sie seien, der Größe nach geordnet, mit σ_1 , σ_2 und σ_3 bezeichnet. Die schärfere Untersuchung der plastischen Stoffe lehrt nun, daß bei ihnen das Fließen, also die Zerstörung der Gleichgewichtslage, eintritt, sobald der Unterschied der größten und der kleinsten Hauptspannung, nämlich $\sigma_1 - \sigma_3$, eine bestimmte Grenze überschreitet. Es erscheint zunächst befremdlich, daß nur diese Differenz maßgebend sein soll, und daß die sogenannte mittlere Hauptspannung σ_2 einflußlos ist. Aus der Lehre von den Spannungen ergibt sich aber, daß unabhängig von σ_2 der Ausdruck:

$$S = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$$

den Betrag der größten Schubspannung an dem untersuchten Körperpunkt darstellt. Die Bruchbedingung für plastische Stoffe läßt sich nunmehr sehr einfach so

¹ Für das folgende vgl. z. B. Grashof: Theorie der Elastizität und Festigkeit, 1878, S. 10/4.

¹ s. Walbrecker, a. a. O. S 1759.

aussprechen: Plastische Stoffe verlieren das Gleichgewicht oder fließen, sobald die größte Schubspannung ihre Schub- oder Gleitfestigkeit überschreitet. Wird die Grenze gerade erreicht, so wird eben noch Gleichgewicht möglich sein.

Wie läßt sich nun aus den in der Druckpresse ermittelten Bruchfestigkeiten die Schubfestigkeit bestimmen? Bei der Annahme, daß sich die Pressung gleichmäßig über den Würfelquerschnitt verteilt, besteht nur die eine Hauptspannung $\sigma_1 = K$, während σ_2 und σ_3 verschwinden. Die größte Schubspannung ist in diesem Fall nach obiger Formel $S = \frac{\sigma_1}{2} = \frac{K}{2}$. Bei rein plastischen Stoffen findet man hiernach die äußerste Gleichgewichtsbedingung an der Fließgrenze:

$$\sigma_1 - \sigma_3 = K \dots \dots \dots 10,$$

und hierin ist K die in der Druckpresse gefundene Bruchfestigkeit.

Ob das gefrorene Gebirge in diesem Sinne als rein plastisch betrachtet werden kann, ist nicht ganz sicher. Es ist möglich, daß der Unterschied der äußersten Hauptspannungen hier noch größer als die Würfel Festigkeit werden kann. Manches läßt darauf schließen; aber bis zu einer gründlichen Klärung der Frage durch Versuche soll die ungünstigste Annahme gemacht und als Grenzgleichgewichtsbedingung die Formel 10 zugrunde gelegt werden.

Als Zusatzbedingungen zu der Gleichgewichtsbedingung 3 sind jetzt das lineare Formänderungsgesetz, das bei kleinen Spannungen genau zutrifft, und an der Fließgrenze das soeben gefundene Gesetz vorhanden. Wahrscheinlich besteht ein allmählicher Übergang zwischen beiden; wie er verläuft, bedarf aber noch der Klärung. Da das lineare Formänderungsgesetz auch noch bei höhern Spannungen ganz gute Ergebnisse liefert, so sei vorausgesetzt, daß es bis zu der durch Gleichung 10 gegebenen Fließgrenze gilt. Eine solche einfache Annahme ist für diese Untersuchung hinreichend genau und vereinfacht die Rechnung erheblich.

Bei der Anwendung auf den vorliegenden Fall läßt sich hiernach sagen, daß im allgemeinen in den Außenringen der Frostmauer die Spannungsverteilung den Gleichungen 6 entspricht. Von einem gewissen Halbmesser s ab, wo der Unterschied der äußersten Hauptspannungen den Wert K überschreitet, wird das Fließen beginnen und so lange andauern, bis dieser Unterschied überall gerade gleich K ist. Das Gleichgewicht der Innenringe wird sich daher so einstellen müssen, daß an allen Stellen die Bedingung 10 erfüllt ist.

Hiernach ist die Größenordnung der Hauptspannungen festzustellen. Wie bereits hervorgehoben wurde, sind σ_t , σ_r und σ_z schon selbst Hauptspannungen. σ_r muß nun von dem Wert p an der Außenwand bis auf 0 an der Innenwand abnehmen, und da sich gezeigt hat, daß $p < \sigma_3$, so folgt allgemein: $\sigma_r < \sigma_2$. Andererseits ist die Tangentialspannung σ_t weitaus größer als σ_z . Überall ist daher σ_t die größte Hauptspannung, σ_r die kleinste, und für die Innenringe gilt mithin als Gleichgewichtsbedingung nach 10:

$$\sigma_t - \sigma_r = K \dots \dots \dots 11.$$

Diese Bedingung tritt in den innern Zonen der Frostmauer an Stelle der Gleichungen 4. Ihre Einsetzung in die Gleichgewichtsbedingung 3 ist hier besonders einfach; man erhält:

$$r \frac{d\sigma_r}{dr} = K$$

und daraus:

$$\sigma_r = C + K \ln r,$$

worin ln den natürlichen Logarithmus bezeichnet. Die Konstante C bestimmt man durch die Bedingung, daß an der Innenwand für $r = b$ die Spannung σ_r verschwindet:

$$0 = C + K \ln b.$$

Somit ergibt sich die Formel:

$$\sigma_r = K \ln \frac{r}{b} \dots \dots \dots 12$$

und mit Hilfe von 11:

$$\sigma_t = K \left(1 + \ln \frac{r}{b} \right) \dots \dots \dots 13.$$

Es ist sehr bemerkenswert, daß diese Spannungswerte, die also von $r = b$ bis $r = s$ gelten, gänzlich unabhängig von dem Außenhalbmesser a sind.

In den Außenzonen von $r = s$ bis $r = a$ werden die Spannungen durch die Formeln 6 dargestellt. An der Grenzscheide $r = s$ müssen beide Formelgruppen denselben Wert für σ_r , aber auch für σ_t , ergeben, weil die Gültigkeit der Gleichungen 6 in dem Punkt aufhört, wo die Spannungen in der Beziehung 11 stehen. Bei Hervorhebung der Spannungen an der Grenzscheide durch einen Strich erhält man folglich:

$$\sigma_r = A - \frac{B}{s^2} = K \ln \frac{s}{b}$$

$$\sigma_t = A + \frac{B}{s^2} = K \left(1 + \ln \frac{s}{b} \right).$$

Außerdem ist am Außenrande $\sigma_r = p$, also:

$$p = A - \frac{B}{a^2}.$$

Aus diesen drei Gleichungen können die Unbekannten A, B und s bestimmt werden und es ergibt sich:

$$B = \frac{1}{2} K s^2$$

$$A = K \left(\frac{1}{2} + \ln \frac{s}{b} \right) = p + \frac{B}{a^2}$$

$$p = \frac{1}{2} K + K \ln \frac{s}{b} - \frac{1}{2} K \frac{s^2}{a^2},$$

also:

$$\frac{p}{K} = \ln \frac{s}{b} + \frac{1}{2} \left(1 - \frac{s^2}{a^2} \right) \dots \dots \dots 14$$

$$\sigma_r = p + \frac{1}{2} K s^2 \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{r^2} \right) \dots \dots \dots 15$$

$$\sigma_t = p + \frac{1}{2} K s^2 \left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{r^2} \right) \dots \dots \dots 16.$$

Der Grenzhalmmesser s ist aus der transzendenten Gleichung 14 zu bestimmen und in die Gleichungen 15 und 16 einzusetzen.

Wie hiernach die Spannungen innerhalb einer Frostmauer verlaufen, ersieht man am besten an einem Beispiel. Es sei angenommen, daß der Außendruck p das 0,6fache der sogenannten Bruchfestigkeit K beträgt. Nach der Gleichung von Laré (9) würde auch bei unendlich dicker Frostwand die Bruchfestigkeit an der Innenseite überschritten werden, so daß die Anwendung des Gefrierverfahrens unmöglich zu sein scheint. An den Formeln soll gezeigt werden, daß eine dem Innendurchmesser gleiche Frostmauerstärke ($a = 2b$) in Wirklichkeit vollständig ausreicht (s. Abb. 3). Aus Gleichung 14 folgt: $s = 1,4b$, so daß nur der kleinere, innere Teil der Frostwand im Fließzustand ist. Die Tangentialspannung beginnt außen mit $\sigma_t = 1,1K$, steigt bei $r = s$ auf $1,35K$ und sinkt an der Innenwand auf K ; die Radialspannung steigt, mit dem Wert 0 beginnend, von innen nach außen stetig bis $\sigma_r = p = 0,6K$. Da ein erheblicher Teil des Außenmantels als starr zu betrachten ist, würde die Standfestigkeit bei den gewählten Abmessungen gesichert sein.

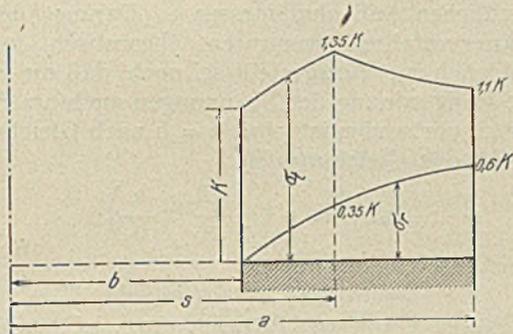


Abb. 3.

Man kann die Gleichung 14 einfacher auflösen und erhält einen allgemeineren Überblick, wenn man für bestimmte angenommene Lagen der Grenzscheide s das zulässige Verhältnis $p : K$ ermittelt. Mit p_1 sei der Außendruck bezeichnet, bei dem $s = b$ wird, wo also überhaupt noch kein Fließzustand besteht; ferner mit p_2 der Außendruck, bei dem $s = a$ wird, wo demnach die ganze Frostmauer im Fließzustand ist; endlich sei noch ein mittlerer Außendruck p_m bestimmt, bei dem die Grenzscheide s durch das geometrische Mittel der beiden Halbmesser a und b gegeben ist, also $s = \sqrt{ab}$. Dann ist nach Gleichung 14:

$$\frac{p_1}{K} = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{b^2}{a^2} \right) \dots \dots \dots 17$$

$$\frac{p_2}{K} = \ln \frac{a}{b} \dots \dots \dots 18$$

$$\frac{p_m}{K} = \frac{1}{2} \ln \frac{a}{b} + \frac{1}{2} \left(1 - \frac{b}{a} \right) \dots \dots \dots 19.$$

Setzt man noch die Frostwandstärke $a - b = \delta$, so erhält man hieraus die Zahlentafel 1:

Zahlentafel 1.

| | | | | | | |
|----------------------|------|------|------|------|------|----------|
| $\frac{\delta}{b} =$ | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 3,0 | ∞ |
| $\frac{a}{b} =$ | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 4,0 | ∞ |
| $\frac{p_1}{K} =$ | 0,28 | 0,37 | 0,42 | 0,44 | 0,47 | 0,50 |
| $\frac{p_m}{K} =$ | 0,33 | 0,60 | 0,76 | 0,88 | 1,08 | ∞ |
| $\frac{p_2}{K} =$ | 0,41 | 0,69 | 0,92 | 1,10 | 1,38 | ∞ |

Aus diesen Zahlenwerten geht hervor, daß die Frostmauerstärke stets endlich bleibt, wenn man Fließen zuläßt. Erst wenn p den äußersten Wert p_2 überschreitet, ist kein Gleichgewicht mehr möglich. Der Frostzylinder wird sich dann allmählich in den Schacht hineinschieben, bis sich das Verhältnis $a : b$ auf den Wert vergrößert hat, der die Gleichung 18 erfüllt. Die Berichte über solche Fließerscheinungen bei ausgeführten Frostmauern lassen darauf schließen, daß in diesen Fällen zu geringe Stärken gewählt worden sind, bei denen kein Gleichgewicht mehr bestehen konnte. Ratsam wird es hiernach sein, die Frostmauerstärken so zu wählen, daß nur der innere Teil in den Fließzustand kommt, etwa nach Gleichung 19. Da beim aktiven Gebirgsdruck $p < \sigma_z$ ist, so sieht man aus der Zahlentafel 1, daß keine größeren Frostwandstärken als das Doppelte des Innendurchmessers erforderlich sind, solange $\sigma_z = \gamma z$ kleiner als K bleibt. Innerhalb dieses Bereichs läßt sich die Gleichung 19 näherungsweise ersetzen durch die Formel:

$$\frac{\delta}{b} = 0,29 \left(\frac{p}{K} \right) + 2,30 \left(\frac{p}{K} \right)^2 \dots \dots 19a.$$

Aus ihr kann man bei bekanntem Außendruck und gegebener Festigkeit unmittelbar die Stärke finden, die für die Anwendung genügen würde. Die hierdurch dargestellte Abhängigkeit hat einen wesentlich andern Verlauf als die von Walbrecker auf Grund ziemlich willkürlicher Annahmen aufgestellte und durch Zeichnung erläuterte Formel¹. Während nach Walbrecker die Frostmauerstärken mit zunehmendem Druck immer langsamer wachsen, geht aus der Zahlentafel und aus Gleichung 19a gerade das Umgekehrte hervor. Prüft man das von Walbrecker angeführte Ausführungsbeispiel: $b = 3,4$ m, $a = 3,4 + 3,0 = 6,4$ m, so erhält man nach den Formeln 17 bis 19:

$p_1 = 0,36 K$ $p_m = 0,55 K$ $p_2 = 0,63 K$.
 Ist die angenommene Festigkeit $K = 70$ kg/qcm richtig, so würden die entsprechenden Außendrucke bei der Teufe von 315 m der
 0,80 1,22 1,40fachen
 Wasserdruckhöhe entsprechen, während Walbrecker das Verhältnis 1,7 voraussetzt. War die wirkliche Festigkeit größer², so würden diese Zahlen in demselben Ver-

¹ s. Glückauf 1910, S. 1762.
² Nach dem Aufsatz von Rogge: Das Gefrierverfahren, Zentralbl. d. Bauverw. 1915, S. 11, ist das Durchschnittsergebnis zahlreicher Versuche für wassergesättigten Sand bei $-15^\circ C$ eine Druckfestigkeit von 138 kg/qcm. An dieser Stelle sind auch für andere Gemische die Versuchswerte angeführt.

hältnis steigen. Es ist mit Sicherheit anzunehmen, daß entweder der Außendruck kleiner oder die Druckfestigkeit größer war, als Walbrecker voraussetzte, da sonst kein Gleichgewicht hätte bestehen können. Welcher Außendruck und welche Festigkeit bei einer Ausführung vorliegen, kann natürlich eine Formel niemals sagen; sie kann nur bei gegebenen Zahlenwerten dieser Größen eine bestimmte Antwort über die Spannungen geben.

Die Gleichungen 18 und 19 (vgl. auch die Zahlentafel 1) liefern auch für Außendrucke, die über die Bruchfestigkeit hinausgehen, endliche Wandstärken, und es könnte daher scheinen, als ob das Gefrierverfahren bei beliebigen Teufen ausführbar wäre¹. Diese Möglichkeit scheidet indes an praktischen Gründen, wie so gleich gezeigt werden soll.

Man erinnere sich, daß an der Innenseite des Frostzylinders die kleinste Hauptspannung $\sigma_r = 0$ ist, und daß somit wegen der Gleichgewichtsbedingung 10 die größte Hauptspannung den Wert K nicht überschreiten darf. Außer σ_t wirkt dort aber noch die senkrechte Druckspannung $\sigma_z = \gamma z$, und diese darf somit höchstens den Wert K erreichen. Wenn sich das Gewicht des darüber stehenden Frostkörpers gleichmäßig über den Querschnitt verteilt, so wäre die Grenzteufe h offenbar gegeben durch:

$$h = \frac{K}{\gamma}$$

Sie würde mit $\gamma = 2,0 \text{ t/cbm}$ und $K = 70$ bis 140 kg/qcm betragen:

$$h = 350 \text{ bis } 700 \text{ m.}$$

Nun sind aber günstigere Spannungsverteilungen denkbar; wenn sich der größere Teil des Zylindergewichts auf den äußern Frostmauerring aufsetzt, was ja den Gleichgewichtsbedingungen in keiner Weise widerspricht, so wird der Innenring entlastet, und es sind noch größere Teufen erreichbar. Die physikalischen Eigenschaften der Materialien machen sie in der Tat geeignet, solche günstige Möglichkeiten auszunutzen. Es läßt sich rechnerisch zeigen, daß im Fließzustande σ_z nicht mehr im ganzen Querschnitt gleich groß sein kann.

Bei allgemeiner Untersuchung des Sachverhalts wäre man genötigt, neben den Normalspannungen noch Schubspannungen hineinzuziehen, da die Veränderlichkeit der Spannungsverteilung in den einzelnen Querschnittsebenen berücksichtigt werden müßte. Das wäre eine ziemlich verwickelte Aufgabe. Um einen Überblick zu gewinnen, soll daher der Einfachheit halber der Fall zugrunde gelegt werden, in dem sich die ganze Mauer auf eine größere Teufe hin im Fließzustande befindet. Dann muß die Formänderung (Zusammenpressung) in lotrechter Richtung überall gleich groß sein, und man erhält somit bei Einsetzung der Werte aus den Gleichungen 12 und 13 in die Gleichung 4c:

$$\sigma_z = E \epsilon_z + \frac{K}{m} \left(1 + 2 \ln \frac{r}{b} \right) = C + \frac{2K}{m} \ln \frac{r}{b} \dots 20.$$

Da die lotrechte Zusammendrückung ϵ_z konstant, aber sonst unbekannt ist, sind alle konstanten Größen in eine einzige, C, zusammengefaßt worden. Man sieht aus dieser Gleichung, daß σ_z von innen nach außen wächst, wodurch die gehegte Vermutung bestätigt wird. Die

¹ Das nimmt auch Walbrecker an, a. a. O. S. 1761 unten.

Konstante C wird aus der Bedingung bestimmt, daß der gesamte Druck auf den Zylinderquerschnitt gleich dem Gewicht des darüberstehenden Frostzylinders ist. Nach einfacher Rechnung, auf deren Vorführung hier verzichtet werden kann, erhält man:

$$\sigma_z = \gamma z - \frac{K}{m} \left(\frac{2a^2}{a^2 - b^2} \ln \frac{a}{b} - 2 \ln \frac{r}{b} - 1 \right) \dots 21.$$

Das ergibt für den Innenrand der Frostmauer:

$$\sigma_{zb} = \gamma z - \frac{K}{m} \left(\frac{2a^2}{a^2 - b^2} \ln \frac{a}{b} - 1 \right) \dots 22$$

und für den Außenrand:

$$\sigma_{za} = \gamma z + \frac{K}{m} \left(1 - \frac{2b^2}{a^2 - b^2} \ln \frac{a}{b} \right) \dots 23.$$

Die Grenzteufe h, bei der $\sigma_{zb} = K$ wird, berechnet sich aus Gleichung 22:

$$h = \frac{K}{\gamma} \left[1 + \frac{1}{m} \left(\frac{2a^2}{a^2 - b^2} \ln \frac{a}{b} - 1 \right) \right] \dots 24.$$

Bei gegebenem Außenhalbmesser kann man hieraus h finden; umgekehrt aber auch zu jedem beliebigen h einen endlichen Außenhalbmesser a. Daraus folgt, daß das Gefrierverfahren, wenigstens theoretisch, in jeder Teufe möglich ist. Festgestellt sei noch, daß die vorausgesetzte Rangordnung der Spannungen auch am Außenrande noch vorhanden ist; mit $z = h$ nach Gleichung 24 ergibt sich aus Gleichung 23:

$$\sigma_{za} = K \left(1 + \frac{2}{m} \ln \frac{a}{b} \right).$$

Ferner ist nach Gleichung 18

$$\sigma_{ra} = p = K \ln \frac{a}{b}$$

und nach Gleichung 13

$$\sigma_{ta} = K \left(1 + \ln \frac{a}{b} \right).$$

Da m gewöhnlich zwischen 3 und 4 liegt¹, so ist stets:

$$\sigma_{ta} > \sigma_{za} > \sigma_{ra}.$$

Die Grundlagen der Rechnung bleiben also erhalten.

Eine klare Übersicht über die Abhängigkeit der Grenzteufe h von dem Verhältnis a : b gewinnt man am besten aus der Zahlentafel 2, die mit $m = 4$ aus Gleichung 24 berechnet worden ist. Der hierbei erforderliche Druck p ist mit $\gamma = 2,0 \text{ t/cbm}$ aus Gleichung 18 und aus den Werten für h berechnet worden.

Zahlentafel 2.

| | | | | | |
|-------------------------|------|------|------|--------|--------|
| $\frac{b}{a} =$ | 1 | 2 | 3 | 5 | 9 |
| $\frac{a}{b} =$ | 2 | 3 | 4 | 6 | 10 |
| $h: \frac{K}{\gamma} =$ | 1,21 | 1,37 | 1,49 | (1,67) | (1,91) |
| $\frac{p}{h} =$ | 1,14 | 1,60 | 1,85 | (2,14) | (2,41) |

¹ Kleinere Werte als 2 sind ausgeschlossen, da sie, wie aus Formänderungsbetrachtungen hervorgeht, eine Raumvergrößerung allseitig gedrückter Körper bedingen würden.

Ist z. B. $p = 1,6$ h, $\gamma h = 1,37$ K, so ist mit $\delta = 2b$ ($a = 3b$) gerade noch Gleichgewicht möglich. Die erreichbaren Teufen wären: mit $K = 70$ kg/qcm $h = 480$ m, mit $K = 140$ kg/qcm $h = 960$ m.

Da in Wirklichkeit das Verhältnis $\frac{p}{h}$ zwischen 1,3 und 1,8 liegt, so haben die Tafelwerte nur für $\frac{\delta}{b} = 1$ bis 3 Bedeutung; bei größern Frostwandstärken wird die Grenzteufe erreicht, ehe die ganze Mauer in den Fließzustand gelangt. Die eingeklammerten Werte sind daher nur Näherungen. Sie lassen jedoch erkennen, daß die praktische Ausführbarkeit des Gefrierverfahrens wegen der großen erforderlichen Abmessungen eine Grenze hat, wenn auch die Wandstärken niemals unendlich groß werden müssen. Es ist wohl möglich, daß die Grenzteufe bei genauerer Kenntnis der Materialeigenschaften noch weiter verschoben werden kann; die praktische Möglichkeit des Gefrierverfahrens bei beliebig großen Teufen muß jedoch bezweifelt werden.

Zuletzt mag noch erwähnt werden, daß die abgeleiteten Formeln vollkommene Kreiszyylinder voraussetzen. Die unregelmäßige Gestalt der Frostkörperquerschnitte wird in den Anwendungen dazu nötigen, die vorgeschlagenen Abmessungen angemessen zu vergrößern.

Zusammenfassung.

Der Fehler der üblichen Formeln zur Bemessung von Frostmauern beruht darauf, daß die Fließfähigkeit des gefrorenen Gebirges nicht in Betracht gezogen worden ist. Berücksichtigt man sie, so erhält man Abmessungen und Entwurfsformeln, die mit den Erfahrungen in Einklang stehen. Die Anwendung des Gefrierverfahrens findet eine Grenze in der Teufe, wo der senkrechte Druck des Frostzylindergewichts in einem von der Wandstärke abhängigen Verhältnis größer ist als die Bruchfestigkeit des gefrorenen Gebirges, wenn auch theoretisch jede beliebige Teufe mit endlichen Wandstärken erreicht werden kann.

Neuerungen in der Elektrometallurgie der Edelmetalle.

Von Professor Dr. Franz Peters, Berlin-Lichterfelde.

(Schluß.)

Elektrolytische Raffination.

Die elektrolytische Raffination der Edelmetalle zweckt meist die Scheidung des Silbers vom Gold sowie die weitere Reinigung des letztern. Ist der Gehalt an edeln Metallen im Verhältnis zu unedeln sehr klein, so kommen Verfahren, wie sie bei der elektrolytischen Kupferraffination üblich sind, in Betracht. Sie werden in ihren Grundzügen auch angewendet, wenn der Gehalt an Edelmetallen steigt, aber noch unter dem an unedeln bleibt.

Die Trennung der edeln von den unedeln Metallen.

Liegen Gold und Silber neben unedeln Metallen vor, so kann man mit letztern das Silber anodisch in Lösung führen und beide an der Kathode fallen, während man das Gold im Anodenschlamm gewinnt.

So hat Th. W. Bouchelle¹ eine auf der Lone-Star-Grube im Pis-Pis-Bezirk von Nikaragua erhaltene Legierung mit 14,6% Gold, 10,0% Silber, 2,0% Zink und 73,4% Kupfer in 50 × 30 cm großen Platten als Anode in einer 5% Schwefelsäure enthaltenden 17,6%igen Kupfervitriollösung bei 65° behandelt. Der Elektrolyt muß zweimal täglich geprüft und auf dieser Zusammensetzung gehalten werden. Eine Lauge, die wenig oder kein Kupfer enthält, löst das Silber aus der Anode nicht, eine mit weniger als 10% Kupfervitriol unvollständig. Der Elektrolyt wird durch Preßluft vom Boden der Zelle nach einem Verteilungsgerinne über die Zelle

gehoben, von dem er in einzelnen Strömen mit etwa 60 l/min Geschwindigkeit über jede aus Blei bestehende Kathodenplatte fließt. Die Elektroden sind 15 cm voneinander entfernt. Für 90 × 60 × 40 cm große Gefäße werden 50 Amp bei 2 V benutzt. Der Anodenschlamm sammelt sich in einem Kanevassack. Dieser muß dicht an die Anode anschließen, weil sonst der Schlamm in dem Sack herabsinkt und den Angriff des untern Anodenes durch den Elektrolyten erschwert, so daß er vorzeitig abfällt. Alle 24 st werden die Anoden entfernt und durch steife Bürsten vom Schlamm befreit. Letzterer enthielt 92–97%iges Gold. Das Silber geht in das Kathodenkupfer über, das ebenfalls täglich abgezogen wird. Es weist nur 0,001% Gold auf. Der Erlös für das Kupfer machte die Raffinationskosten, wobei die Wasserkraft allerdings frei war, mehr als bezahlt.

Silberlegierungen mit 90–91% Edelmetallgehalt raffiniert die Usine Généroise de Dégrossissage d'Or, wie H. Lacroix¹ mitteilt, nach dem Moebius-Verfahren in Gefäßen², die sich von denen für die Verarbeitung von Edelmetallegierungen mit höherm Kupfergehalt³ nur dadurch unterscheiden, daß die Sammelflasche für die Kathodenabfälle durch einen großen Steingutbehälter mit weitem Verbindungsansatz ersetzt ist. Man entnimmt ihm zweimal täglich das Silber, das von den Silber- oder Aluminiumkathoden durch abwärts

¹ Metall. Chem. Eng. 1914, Bd. 12, S. 442.

² Beschreibung und Abbildung in meinem frühern Bericht, Glückauf 1909, S. 553/4.

³ Glückauf 1915, S. 878. Die hier beschriebene Art des Umlaufs des Elektrolyten wird auch bei den silberreichen Legierungen angewendet.

arbeitende Schaber entfernt wird. Die Entleerung erfolgt, ähnlich wie die der Anodenflasche, in welche die Rückstände aus den die Anoden umgebenden Diaphragmen gelangen, wie früher¹ beschrieben. Nur ist die Flasche durch einen Trichter mit Kugelventil ersetzt, durch den der Inhalt des Sammelbehälters in einen fahrbaren Steinzeugbottich entleert wird.

Über die elektrolytische Raffination von Silberwismutlegierungen hat W. N. Lacey² vor dem 8. internationalen Kongreß für angewandte Chemie Mitteilungen gemacht. Nimmt man Zyanid als Elektrolyt, so läßt sich Silber mit weniger als 1% Wismut ziemlich fest haftend an der Kathode erhalten, wenn die Stromdichte im Anfang nicht über 0,14 Amp/qdm beträgt. Während der Elektrolyse nimmt die Stromdichte ab, die Badspannung zu. Letztere darf auf 6 V steigen. Beträgt sie 1,5 V, so braucht man für 1 kg gefälltes Silber etwa 0,4 KWst; für jedes weitere Kilogramm 0,25 KWst, für die Steigerung der Spannung um 1 V 0,11 KWst mehr. Nimmt man Nitrat als Elektrolyt, so muß die Stromdichte niedriger sein. Sie liefert trotzdem ein stärker und unregelmäßig mit Wismut verunreinigtes Silber. Wegen der niedrigern Badspannung genügen 0,13 KWst für 1 kg Silber bei 0,5 V. Jedes weitere Volt steigert den Kraftbedarf um 0,15 KWst.

Scheidung des Silbers vom Gold.

Als Vorteile der elektrolytischen Scheidung von Gold und Silber vor der chemischen durch kochende konzentrierte Schwefelsäure führt E. F. Kern³ an: 1. Erzeugung reinern Silbers, 2. vollständige Trennung von Selen und Tellur, die das Silber spröde machen, 3. geringern Verbrauch an Chemikalien, 4. kleinem Metallverlust wegen der geringern Zahl von Operationen, 5. Fortfall des Kupfervitriols als Nebenprodukt, 6. Zeitersparnis bei der Silbergewinnung, wenn mit hoher Stromdichte gearbeitet wird. Nachteile sind: 1. die höhern Anlagekosten; 2. Zinsverluste dadurch, daß man das Gold erst nach 48–60 st, statt nach 30 bei der Säurescheidung, in Barren erhält. Das niedergeschlagene Metall kann⁴ leicht von den Kathodenblechen abgezogen werden, wenn man diese mit einem Gemisch von Silbernitrat, Cuprinitrat und Salzsäure bestreicht.

Eine Abänderung der ältern Balbachschen Vorrichtung⁵ hat W. Thum angegeben. Die Elektroden sind etwas gegen die Wagerechte geneigt, so daß sich die unmittelbar unter der Anode entstehende, spezifisch schwerere Flüssigkeit leicht mit andern Teilen des Elektrolyten mischen kann. Diese Zelle wird u. a. von den Raritan Copper Works in ihrer Silberraffinerie⁶ benutzt. Sie ist später weiter verbessert worden. Bei der neuen Vorrichtung legt W. Thum⁷ das goldhaltige Rohsilber

als Platte auf Stäbe, die auf dem Kanevasboden eines Anodenkorbes liegen. Dieser hat unten in den Seiten- und Endwänden Löcher und steht auf einem Rost, der den Boden einer auf den Rand des Elektrolysiertbottichs aufgehängten Anodenzelle bildet. Diese ist ebenfalls unten in den Wänden durchlöchert. Auf dem geneigten Boden des Bottichs liegt eine als Kathode dienende Platte, z. B. aus Kohle. Statt daß der Anodenkorb heraushebbar aus der Anodenzelle ist, kann er mit ihr auch aus einem Stück hergestellt sein. Der aus angesäuerter Silbernitratlösung bestehende Elektrolyt wird in den Bottich bis etwas über die Löcher im Anodenkorb und -behälter eingefüllt. Ist er durch Aufnahme von Silber aus der Anode spezifisch schwerer geworden, so sinkt er durch den Kanevas zur Kathode nieder. Hat er dort Silber in lockern Kristallen abgesetzt, so steigt er wieder zur Anode nach oben, worauf sich derselbe Vorgang wiederholt. Das Gold bleibt als Schlamm auf dem Kanevasboden. E. F. Kern¹ gibt an, daß der irdene Trog, der auf säurefesten, isolierten Pfeilern steht, 1,2 m lang, 65 cm breit und 25 cm tief ist. Die aus 2 cm starken Achesongraphitstäben zusammengesetzte Kathode hat 0,7 qm Oberfläche. Die Anode besteht aus 20×30 cm großen Stücken von Rohsilber, die durch eine Silberplatte mit senkrechtem Stromzuleitungsansatz in Kontakt gebracht werden und zusammen 0,35 qm Oberfläche haben. Demnach entspricht einer Stromdichte an der Kathode von 2,2 Amp/qdm eine von 4,4 Amp an der Anode. Die Zellen werden zu 4–6 parallel geschaltet. Hat der Elektrolyt 4% Kupfer aufgenommen, so wird ein Teil durch frischen ersetzt. Die Zellenspannung beträgt 3,2–3,8 V, die Stromausbeute im Durchschnitt 88%, der Kraftverbrauch 110 Wst auf 100 g niedergeschlagenes Silber. Folgende Vorteile vor der ältern Moebius-Zelle werden angeführt: keine beweglichen Teile, wodurch an Arbeit und Vorrichtungen gespart wird; 32% gegen sonst 45% in der Anlage festgelegtes Silber; Zeitersparnis bei Entfernung des Silbers und Schlammes; Verringerung der Ausbesserungskosten; kein Einschmelzen von Anodenresten. Als Nachteile sind zu nennen: größerer Kraftverbrauch, da die Badspannung 3,5 statt 1,5 V beträgt; aus letztem Grund auch starke Reduktion von Salpetersäure zu Ammoniak; etwa sechsmal größerer Raumbedarf; langsamer Angriff der Anoden, da er nur auf der untern Seite erfolgt; größere Elektrolytmenge auf die Einheit des Anodengewichts. Die irdenen Tröge sind den hölzernen im allgemeinen vorzuziehen, weil sie dauerhafter sind und saubereres Arbeiten gestatten, da nicht organische, aus dem Holz stammende Verbindungen die Bildung zu feiner Silberkristalle veranlassen können, die schlechter zu waschen und schwieriger einzuschmelzen sind, und weil sich die Stromausbeute von 88–90% auf 93–96% steigern läßt.

Sind im Anodenschlamm Platinmetalle in solchen Mengen, daß sich ihre Gewinnung lohnt, so wird er nach dem Waschen und Trocknen unter Boraxglas und Sodasche geschmolzen, zu Anoden gegossen und nach Wohlwill² elektrolytisch raffiniert. Andernfalls kocht man ihn mit verdünnter Salpetersäure (2 T. : 3 T.

¹ s. Glückauf 1909, S. 554.

² Chem.-Ztg. 1912, Bd. 36, S. 1146; Metall. Chem. Eng. 1912, Bd. 10, S. 747; Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1913, Bd. 22, S. 301.

³ Metall. Chem. Eng. 1911, Bd. 9, S. 445.

⁴ Metall. Chem. Eng. 1911, Bd. 9, S. 637.

⁵ vgl. Glückauf 1906, S. 1622.

⁶ s. deren Beschreibung von F. D. Easterbrooks in Electrochem. Met. Ind. 1908, Bd. 6, S. 279, die auch Abbildungen der Zelle, des Anodenbehälters und der Verbindung der Kathode mit der Stromleitung enthält.

⁷ Amer. P. 969 921, erteilt am 13. Sept. 1910.

¹ Metall. Chem. Eng. 1911, Bd. 9, S. 445.

² s. S. 1137.

Wasser) und den unangegriffenen Rest mit konzentrierter Schwefelsäure.

Zur vollständigen Entfernung des Silbers aus seiner Legierung mit Gold hat sich nach J. Slaker¹ in den Münzen der Vereinigten Staaten ein Verhältnis von 47% Silber zu 40% Gold als vorteilhaft erwiesen. Die von Säcken umhüllten Anoden werden an Goldhaken aufgehängt. Man arbeitet in einer Lösung, die je 2% Silbernitrat und freie Salpetersäure enthält, mit 0,5–0,7 Amp/qdm, befreit alle 8 st die Kathode von dem lose anhaftenden Niederschlag und ergänzt den Silbergehalt des Elektrolyten in dem Maß, wie er abnimmt. Ist die Lösung unbrauchbar geworden, so elektrolysiert man mit Eisenanoden, die wegen Passivwerdens nicht angegriffen werden, und fällt den Rest des Silbers chemisch. Das Elektrolytsilber ist 99,9%ig und enthält in 100 000 T. nur 1 T. Gold. Die entsilberten Anoden werden weiter in 55° warmen Bädern, die 3% Gold als Chlorid und 10% Salzsäure enthalten und durch Hartgummipropeller gerührt werden, mit 7 Amp/qdm behandelt. Das an der Kathode erhaltene Gold ist 99,95%ig und weist nur noch etwas Silber auf. Nach einiger Zeit wird aus den Elektrolyten das Platin als Platinsalmiak gefällt. Die Silberchlorid und Gold enthaltenden Anodenschlämme werden nach Reduktion mit Zink wieder als Anoden benutzt.

Im New Yorker Probieramt werden² Goldlegierungen, die unter 90% Gold enthalten, zunächst elektrolytisch auf Silber verarbeitet, während die höherprozentigen unmittelbar raffiniert werden. Man gießt Anoden, die 25–40% Gold, 15% oder weniger unedle Metalle und als Rest Silber aufweisen, und behandelt sie nach dem Umhüllen mit Musselinsäcken in einem 2–3% Silbernitrat und 2–3% freie Salpetersäure enthaltenden Elektrolyten, der gerührt wird, mit 0,63 Amp/qdm. Die Lösung wird oft erneuert. Nach 8 Tagen werden die Kathoden einzeln herausgenommen und abgeschabt oder zusammen mit dem Niederschlag zu Barren mit 99,95% Silber verschmolzen. Das Gold mit den Platinmetallen bleibt in den Anodenbeuteln. In den Kathoden-niederschlag dürfen nicht mehr als 2 T. auf 100 000 T. gehen. Es wird nach dem Wohlwill'schen Verfahren weiter raffiniert. Die Münze in San Franzisko scheidet nach E. B. Durham³ güldisches Silber im salpetersauern Bad, den goldhaltigen Anodenrückstand im salzsauern, reduziert das Silberchlorid durch Zink und raffiniert wie vor. Die Anoden sollen möglichst auf 60 T. Silber 30 T. Gold und 10 T. anderer Metalle haben. Die Kathoden werden, um später den Niederschlag besser abziehen zu können, mit einem Gemenge von Silbernitrat, Cuprinitrat und Salzsäure bestrichen und getrocknet. Elektrolyt ist 3%ige Silbernitratlösung mit 1,5–2,5% freier Salpetersäure. Das lose an den Kathoden sitzende Silber wird täglich entfernt. Von den 21 Elektrolysezellen haben 18 hängende Elektroden. In ihnen arbeitet man bei 15 V mit 83 Amp/qm. In den 3 übrigen Zellen,

in denen Anodenreste, Anodenschlamm und das durch Zink reduzierte Silber verarbeitet werden, liegen am Boden Graphitkathoden. In ihnen wird mit 15 V und 143 Amp/qm elektrolysiert. Der Elektrolyt muß erneuert werden, wenn er 8% Kupfer aufgenommen hat. Aus dem verbrauchten Elektrolyten fällt man das Silber durch Kupfer, schmilzt es ein und gibt es bei der Raffination zu.

Die Gold-Silberlegierung, die aus den Zinkschlämmen der Zyanidlaugerei nach Schmelzen mit Borax und wiederholter Kupellation erhalten worden ist, verarbeitet die Waihi Gold Mining Co. in Neuseeland nach J. G. Goosman⁴ in einem 0,6% Salpetersäure aufweisenden Elektrolyten. Je 4 der 6 kg wiegenden Anoden werden in eine Zelle über ein Filtertuch eingesetzt, unter dem auf dem Boden die Silberkathode liegt. Auf 36 qdm Kathodenfläche kommen 100 Amp bei einer Badspannung von 3,16 V. Das von den Kathoden mit Holzkratzern abgeschabte Silber ergibt nach dem Waschen Barren von 97,8% Reinheitsgrad. Der Anodenschlamm liefert nach dem Kochen mit konzentrierter Schwefelsäure 99,7%iges Gold.

Der bei der elektrolytischen Kupferraffination erhaltene Schlamm⁵ wird nach vorläufiger chemischer Reinigung ebenfalls elektrolytisch raffiniert. Von den drei australischen Anlagen in Wallaroo, Lithgow und Port Kembla benutzen nach H. Schröder⁶ zwei die alte Moebius-Zelle, während die dritte die Balbach-Zelle gebraucht. In einer kleinen zweizelligen Anlage der erstern Art, die wöchentlich 85 kg Silber abzuscheiden gestattet, wurden 357 kg bei 43 Pf. Kosten für 1 kg niedergeschlagen. Dazu kommen noch 30 Pf. für das Schmelzen. In Lithgow wird nach G. H. Blakemore⁴ die aus dem Anodenschlamm der Kupferraffination erschmolzene Legierung⁵ mit 82–86% Ag und 16–12% Au nach Moebius in 10%iger Silbernitratlösung mit 150–200 Amp und 2–3 V (bei 28 qdm Anoden- und 40 qdm Kathodenfläche?) geschieden. Das als schwarzer Staub in Kalikosäcke fallende Gold wird durch siedende Salpetersäure vom Silber befreit.

Die Raffination von Rohgold.

Bei der elektrolytischen Scheidung von Rohgold nach Wohlwill⁷ unter Anwendung eines mit überschüssiger Salzsäure versetzten Elektrolyten muß, sobald der Silbergehalt der Anode über 6% beträgt, das sich an ihr bildende Silberchlorid zeitweise entfernt werden, weil sonst infolge der durch sein Haften bewirkten Verkleinerung der Anodenfläche die Stromdichte zu sehr steigt und sich infolgedessen Chlor entwickelt. Dies kann man, wie Wohlwill⁷ im Verein mit der

¹ Austral. Min. Stand. vom 26. Okt. 1910; Metall. Chem. Eng. 1911, Bd. 9, S. 47.

² Der bei der Verarbeitung von 0,1371% Silber und 0,0008% Gold enthaltendem Konverterkupfer in Great Falls gewonnene Schlamm weist nach W. T. Burns (Amer. Inst. Min. Eng.; Metall. Chem. Eng. 1913, Bd. 11, S. 607) 17,1870% Silber und 0,1200% Gold auf. Andere Zusammensetzungen s. Glückauf 1915, S. 846.

³ Austral. Min. Stand. vom 16. März 1910; Metall. Chem. Eng. 1910, Bd. 8, S. 427.

⁴ Eng. Min. J. 1910, Bd. 90, S. 769; Metallurgie 1911, Bd. 8, S. 189.

⁵ s. in meinem letzten Aufsatz, Glückauf 1915, S. 847.

⁶ vgl. meine früheren Berichte.

⁷ Amer. P. 961 294, erteilt am 21. Juni 1910.

¹ El. Wld. 1910, Bd. 55, S. 1647; Eng. Min. J. 1910, Bd. 90, S. 214; Chem.-Ztg. 1910, Bd. 34, Repert. S. 484.

² Metall. Chem. Eng. 1913, Bd. 11, S. 594; The Metal Ind. 1912, Bd. 16, S. 292.

³ Min. Eng. Wld. 1911, Bd. 35, S. 1010; Eng. Min. J. 1911, Bd. 92, S. 901; Trans. Am. Inst. Min. Eng. 1911, S. 811; Mines a. Minerals 1912, Bd. 32, S. 361; Chem.-Ztg. 1912, Bd. 36, Repert. S. 83.

Norddeutschen Affinerie A.G.¹ gefunden hat, vermeiden, wenn man mit asymmetrischem Wechselstrom elektrolysiert, der durch Kommutierung von Gleichstrom in ungleichen kleinen Zeitabschnitten, z. B. in $\frac{1}{50}$ und $\frac{3}{50}$ sek, erzeugt wird. Dieselbe Wirkung ergibt ein Wechselstrom, der in Parallel- oder noch besser Hintereinanderschaltung zum Gleichstrom an das elektrolytische Bad gelegt wird. Man arbeitet mit 500–1000 Amp/qm entweder in kalter Lösung, die mindestens 3% freien Chlorwasserstoff enthält, oder in 60–70° warmer bei Gegenwart von weniger als 1% Chlorwasserstoff oder Chloriden, die lösliche Goldsalze bilden.

Das Wohlwillsche Verfahren in seiner ältern Gestalt², bei dem die Chlorentwicklung unter geeigneten Verhältnissen höchstens zu Ende auftritt, das billiger als die chemischen Verfahren ist, reinstes Gold erzeugt und die Platinmetalle nutzbar macht, wird in den Vereinigten Staaten von Amerika in den Münzen von Philadelphia, Denver und San Franzisko³ für die Reinigung von Rohgold mit mehr als 940 Feine benutzt. Nach den zusammenfassenden Mitteilungen von E. F. Kern⁴ enthält der 50–70° warme Elektrolyt 3–4% Goldtrichlorid, 2 bis 5% freie Salzsäure vom spezifischen Gewicht 1,2, 1 bis 3% Natriumchlorid und bei Bleigehalt der Anoden noch 1–2% Schwefelsäure. Ihn durch kleine Propeller an einem Ende der Zelle zu bewegen, ist unvorteilhafter als die Benutzung eines treppenförmigen Aufbaues der Bottiche, weil der Anodenschlamm länger aufgeschwemmt bleibt und deshalb leichter zur Kathode gelangen kann. Die Stromdichte beträgt 9–13 Amp/qdm, die Spannung bei 20 mm Elektrodenabstand 1–1,3 V. An Kraft werden für 100 g Kathodengold etwa 35 Wst verbraucht. Enthalten die Anoden 6% Ag+Pb und mehr, so müssen, wenn die Spannung hoch und die Stromstärke schwach wird, Silberchlorid und Bleisulfat von ihnen abgekratzt werden. Will man die Goldchloridlösung, die zum täglichen Auffrischen des Elektrolyten⁵ dient, durch Elektrolyse von konzentrierter 60–70° warmer Salzsäure mit Diaphragma zwischen Goldelektroden bereiten, so muß man auf 1 Amp Anodenstromdichte 250 Amp an der Kathode anwenden, damit sich an ihr kein Gold abscheidet. Hat sich die Anodenflüssigkeit genügend angereichert, so ersetzt man sie durch die Kathodenflüssigkeit, während in den Kathodenraum frische Salzsäure kommt.

Wie oben erwähnt wurde, wird das Silberchlorid von der Anode selbsttätig abgestoßen, so daß die Anode bis zu 20% Silber enthalten kann, wenn man pulsierenden Gleichstrom verwendet. Zu dem Zweck schaltet man in Serie zu der Gleichstrom- eine einphasige Wechselstrommaschine (Frequenz etwa 60 in 1 sek) mit niedrigerer Spannung (z. B. 1 V). Durch diese Anordnung wird auch die Badspannung erniedrigt, die Unterdrückung der Chlorentwicklung an der Anode begünstigt, der Gehalt des Anodenschlammes an Gold herabgedrückt sowie die Benutzung einer höhern Stromdichte und einer niedrigeren Temperatur (35–45°) ermöglicht. Im New Yorker

Probieramt wendet man¹ pulsierenden Strom von 0,63 Amp/qdm auf mehr als 90% Gold enthaltende Goldsilberlegierungen an.

Die Münze von San Franzisko nimmt nach E. B. Durham² bei der Raffinierung von Rohgold und Rückständen von der Gold- und Silberraffination nach dem Wohlwillschen Verfahren den Goldgehalt der Anoden möglichst zu 90%, den Silbergehalt nicht gern über 7%, während für Kupfer ein größerer Spielraum zulässig ist. Sind auf dem dünnen Kathodenblech etwa 460 g Gold niedergeschlagen, so macht man diese Bleche in einem zweiten Satz von Porzellanzellen zu Anoden. Durch diese doppelte Raffination steigt der Feingehalt bis 999,7. Der Elektrolyt wird durch elektrolytisches Lösen von Gold mit 999 Feine in starker Salzsäure erhalten. Er weist 10–12% freie Salzsäure und 70 g Gold in 1 l in dem ersten, 60 g im zweiten Zellsatz auf. Unter 40 g darf der Goldgehalt nicht sinken, wenn nicht der Kathodenniederschlag locker werden soll. Ist der Kupfergehalt auf 4% gestiegen, so muß der Elektrolyt erneuert werden. Auf die Zelle mit 8 Kathoden kommen 180 Amp bei 1,1 V. Die Stromdichte beträgt 8 Amp/qdm. Man braucht die Anoden bis auf 10% auf und schmilzt dann wieder um. Das aus dem unbrauchbar gewordenen Elektrolyten gefällte Kupfer wird in Anoden gegossen und in 3%iger Kupfervitriollösung, die 3–4% freie Schwefelsäure enthält, mit 1 Amp/qdm raffiniert. Im Wiener Hauptmünzamt, das gleichfalls nach Wohlwill arbeitet, ist, wie H. Paweck³ mitteilt, eine Anlage eingerichtet, die jährlich 2 t Feingold liefert. Das Rohgold hat 980 Feine als untere Grenze. An Fremdmetallen enthält es 3‰–8‰ Platin, ferner Silber, Palladium, Spuren von Kupfer, etwas Iridium und Blei. Um letzteres abzuscheiden, erhält der Elektrolyt auf 10 l einen Zusatz von 200 ccm verdünnter Schwefelsäure (1:1). Bei 80 Amp (1000 Amp/qm) beträgt die Badspannung im Anfang 1,5 V, später 0,8–0,9 V. Sie steigt erst zu Ende, wenn sich schon Chlor entwickelt, wieder auf 1,3–1,5 V. Aus 15,5 kg Anodeneinsatz erhält man mit 80 Amp in 17 st 14 kg Feingold, während 700 g Anodenreste bleiben und 700–800 g Anodenschlamm fällt. Aus 320 kg gehen 1–2,5 kg Platin in Lösung.

H. Lacroix⁴ empfiehlt für die Ausführung des Wohlwill-Verfahrens zur Raffination von Rückständen des Handels mit 850–950 Feine die Vorrichtung der Usine Généroise de Dégrossissage d'Or⁵. Sie besteht aus Porzellan und hat Sammelflaschen aus Glas. Die Anoden hängen paarweise in jeder der beiden Diaphragmazellen an Silberhaken. Die Kathoden sind in drei Gruppen an die Zuleitungen angeklammert. Der Elektrolyt wird durch einen Schraubenpropeller derart bewegt, daß er an den Kathoden aufsteigt, durch Öffnungen oben in die Diaphragmen tritt und an den Anoden abwärts fließt. Die Geschwindigkeit beträgt auf 1 qm

¹ Metall. Chem. Eng. 1913, Bd. 11, S. 595.

² Eng. Min. J. 1911, Bd. 92, S. 950; Chem.-Ztg. 1912, Bd. 36, Repert. S. 83.

³ Vortrag vor dem Österr. Ing.- u. Architekten-Ver.; Chem.-Ztg. 1913, Bd. 37, S. 795.

⁴ Metall. Chem. Eng. 1914, Bd. 12, S. 442.

⁵ Abbildung und Beschreibung s. in meinem Bericht Glückauf 1909, S. 553 und 554. vgl. a. Chem.-Ztg. 1909, Bd. 33, S. 713.

¹ D. R. P. 207 555 vom 22. Sept. 1908.

² Glückauf 1905, S. 818.

³ Glückauf 1909, S. 553.

⁴ Metall. Chem. Eng. 1911, Bd. 9, S. 446.

⁵ im Verhältnis der in Lösung gegangenen Mengen Kupfer, Platin und Palladium.

Kathodenfläche 5–10 l/min, so daß die Kathodenlösung in 5–10 min erneuert wird. Die Diaphragmazellen, in denen die Flüssigkeitsoberfläche einige Millimeter niedriger als außen ist, verhindern, daß Silberchloridteilchen aus dem aufgewühlten Schlamm mechanisch zur Kathode geführt werden. Aus dem Elektrolyseerbottich fließt die Goldlösung in einen darunter stehenden Kasten. Aus diesem wird sie in den Verteilungsbehälter gepumpt. Vor dem Wiedereintritt in den Elektrolyseur wird sie durch Dampf erhitzt und durch Zusatz von Goldtrichlorid und Säure auf die normale Zusammensetzung gebracht. Die Stromdichte kann, je nach dem Kupfergehalt der Lösung, auf 12–14 Amp/qdm (Anode) getrieben werden. Gewöhnlich beträgt sie 11 Amp an den Anoden und 9 an den Kathoden. Mit dieser Stromdichte lassen sich 8½ mm dicke Anoden in 30 st raffinieren. Das Silberchlorid wird einmal täglich aus der Sammelflasche unten an der Vorrichtung entfernt. Beträgt die Feine des Anodengoldes unter 850, so wird das Silberchlorid durch Schaber, die nur beim Niedergang gegen die Anodentfläche drücken, abgestrichen. Die Verzinsung des in Anlagen nach diesem Verfahren festgelegten Kapitals erfordert nach Lacroix knapp 40% des Betrages, der bei dem Verfahren der Münze in San Franzisko¹ nötig ist.

Andere Verfahren mit löslichen Anoden.

Die folgenden Angaben, die galvanotechnische Verfahren² betreffen, verdienen auch die Beachtung des Hüttenmanns.

J. L. R. Brown³ macht darauf aufmerksam, daß Anodensilber von selbst 999 Feine sich mit einer dunkeln Haut bedecken kann, wenn das Zehntelprozent an Verunreinigungen in Zyanidlauge unlöslich ist, und daß dadurch Unzuträglichkeiten beim Versilbern entstehen.

Die Tatsache, daß Versilberungen auf den verschiedenen Arten von Neusilber verschieden gut haften, hat A. McWilliam und W. R. Barclay⁴ aufklärenden Versuchen veranlaßt. Gewöhnliche Handelslegierungen mit mehr als 14% Nickel sind von zweifelhafter Brauchbarkeit. Dagegen vertragen Legierungen mit 8, 10 und 12% Nickel (bei Gegenwart von je 57% Kupfer, Rest Zink) ausnahmsweise raue Behandlung, ohne daß selbst dicke Überzüge abblättern. Ganz allgemein löst sich der Überzug desto leichter los, je dicker er wird. Je weniger fest die Legierungen sind, desto weniger scheinen sie zum Versilbern geeignet zu sein.

¹ vgl. Glückauf 1909, S. 553 und oben, S. 1138.

² Eine reichhaltige Zusammenstellung der veröffentlichten Vorschriften bringt F. C. Frary in Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1913, Bd. 23, S. 25.

³ Metall. Chem. Eng. 1912, Bd. 10, S. 184.

⁴ Metall. Chem. Eng. 1911, Bd. 9, S. 95.

Amalgamieren der Legierung erhöht die Haftfestigkeit des Belags, anscheinend bei höherem Nickelgehalt weniger.

A. Mutscheller¹ hat bei Verwendung einer Lösung, die in 100 T. Wasser 5 T. KAg (CN)₂ und einen geringen Überschuß von KCN enthielt, an der Kathodenseite eine Anreicherung von Silber im Elektrolyten gefunden. Neuerdings zieht man für Silberbäder vielfach das Natriumcyanid dem Kaliumsalz vor. Der Grund dafür liegt nach C. F. Burgess und L. T. Richardson² vielleicht darin, daß von den im Betrieb entstehenden Karbonaten das des Natriums weniger zerließlich als das des Kaliums ist, so daß es weniger Veranlassung zu Fleckenbildungen in der Silberschicht, in die es eingeschlossen werden kann, gibt. Umgekehrt ist das Zyanid des Kaliums nur halb so hygroskopisch wie das des Natriums. Lösungen, in denen sich zu viel Karbonat gebildet hat, werden nach B. Wenzelmann³ durch Fällung mit Bariumcyanid aufgefrischt.

Aus Silbernitratlösung kann man nach H. Koelsch⁴ auch mit Spannungen über 1,4 V dichte Niederschläge erhalten, wenn man dem Elektrolyten Sauerstoff entwickelnde Stoffe (Peroxyde, Persalze) zufügt. Diese können im Bade selbst erzeugt werden. Arbeitet man mit mäßiger Stromdichte bei erhöhter Temperatur in bewegtem Elektrolyten, so scheidet sich das Silber vor andern Metallen ab und kann leicht vom Kupfer getrennt werden.

Die Fluosilikatlösung gibt nach E. F. Kern⁵ einen besser zusammenhängenden Kathodenniederschlag als die Nitratlösung. Beide Elektrolyte liefern bei 40° feinere und weniger vereinigte Kristalle als bei 20 oder 60°. Denselben Einfluß hat die Zugabe von 1 T. Gelatine zu 10 000–14 000 T. des Elektrolyten. Tannin, Iyrogallol und Resorcin sind als Zusatzstoffe ungeeignet. C. S. Barbour jun.⁶ macht darauf aufmerksam, daß auch bei Silberüberzügen der Glanz durch Zusatz von Schwefelkohlenstoff zum Elektrolyten erhöht wird, selbst wenn das Niederschlagen schnell erfolgt. Nach den Untersuchungen von E. B. Rosa, G. W. Vinal und A. S. McDaniel⁷ verursacht die Gegenwart organischer Stoffe im Elektrolyten Streifenbildung im Silberniederschlag.

Goldbäder erhalten zuweilen einen Zusatz von Arsen oder Blei. Die Meinungen darüber, welcher besser ist, sind nach Hogaboom⁸ geteilt.

¹ Metall. Chem. Eng. 1915, Bd. 13, S. 439.

² Vortrag vor der Amer. Foundrymen's Association und dem Amer. Inst. of Metals; Metall. Chem. Eng. 1913, Bd. 11, S. 610.

³ Brass Wld. a. Platers Guide 1910, Bd. 6, S. 87.

⁴ D. R. P. 263 264 vom 1. Jan. 1913.

⁵ Vortrag vor der Versammlung der Amer. Electrochem. Soc. in Niagara Falls; Electrochem. Metall. Ind. 1909, Bd. 7, S. 272.

⁶ The Metal Ind. 1914, Bd. 12, S. 109.

⁷ Bull. Bur. Stand. 1912, Bd. 9, S. 209.

⁸ Sitzung der Amer. Electrochem. Soc. in Atlantic City; Metall. Chem. Eng. 1913, Bd. 11, S. 285.

Geschäftsbericht der Harpener Bergbau-Aktien-Gesellschaft für 1914/15.

(Im Auszug.)

Vom 3. Kriegsmonat ab hat die Förderung der Gesellschaft wieder etwa drei Viertel der frühern Gewinnung erreicht dank dem Umstand, daß angesichts der Bedeutung des Kohlenbergbaues für eine glückliche Durchführung des Krieges und der günstigen Entwicklung der Lage auf den Kriegsschauplätzen von einer Einziehung der unter Tage

beschäftigten Landsturmpflichtigen abgesehen werden konnte.

Die anfängliche Stockung im Absatz einzelner Kohlen- und Kokssorten wich bald einer lebhaften Nachfrage in allen Erzeugnissen. Im besondern waren die Bemühungen, neue Verwendungszwecke für Koks zu finden, von Erfolg

gekrönt, so daß ein erheblicher Teil der Lagerbestände abgestoßen werden konnte.

Vom 1. April ab wurden die Richtpreise für Kohle und Preßkohle um durchschnittlich 2 \mathcal{M} erhöht, für Koks um 1,50 \mathcal{M} für 1 t ermäßigt. Mit dem 1. September trat eine weitere Erhöhung der Kohlen- und Preßkohlenpreise um 1 \mathcal{M} ein, der Preis für Koks wurde um 1,25 \mathcal{M} und für Koks um 2 \mathcal{M} in die Höhe gesetzt. Diese Preissteigerungen stellen indes keinen ausreichenden Ausgleich dar für die durch die Verminderung der Förderung, die Steigerung der Löhne und die Verteuerung vieler Hilfsstoffe bedingte Erhöhung der Selbstkosten.

Die Beteiligungsziffer der Gesellschaft betrug am Ende des Geschäftsjahres für Kohle 7 788 800 t, für Koks 2 050 000 t, für Preßkohle 417 620 t.

Bei der Gewerkschaft Siebenplaneten stellte sich die Beteiligungsziffer für Kohle auf 337 600 t, für Koks auf 64 600 t und für Preßkohle auf 132 360 t.

Die Gewerkschaft Victoria, welche bisher über die Abnahme ihrer Erzeugnisse ein besonderes Abkommen mit dem Rheinisch-Westfälischen Kohlen-Syndikat getroffen hatte, ist dem neuen Syndikat mit einer Beteiligungsziffer von 750 000 t Kohle und 300 000 t Koks beigetreten.

Der reine Verkaufspreis für Kohle zeigt eine Erhöhung von 1,27% gegen das Vorjahr, für Koks eine Ermäßigung von 14,14%, für Preßkohle eine Erhöhung von 4,04%.

Die Kohlenförderung der Gesellschaft einschl. der Gewerkschaften Siebenplaneten und Victoria betrug 6 454 559 t, der Bestand am 30. Juni 1914 belief sich auf 36 430 t. Es gelangten zum Verkauf 4 033 857 t, zur Koksbereitung 1 500 074 t, zur Brikettbereitung 415 235 t, zum Selbstverbrauch usw. 511 140 t, zus. 6 460 306 t. Als Bestand verblieben 30 683 t.

An Koks wurden 1 170 422 t hergestellt, an Preßkohlen 443 989 t. Der Selbstverbrauch berechnete sich auf 7,92% der Förderung.

Die Belegschaft der Gesellschaft betrug im Jahresdurchschnitt 24 330 Mann, die Arbeitsleistung 0,917 t, der durchschnittliche Arbeitslohn 5,31 \mathcal{M} für 1 Mann und Schicht.

Es wurden verausgabt an Löhnen 43,94 Mill. \mathcal{M} , für Grubenholz 5,26 Mill. \mathcal{M} , für Ruhrwasser 584 883 \mathcal{M} , für Pferdeförderung 945 533 \mathcal{M} .

Die Gewinnungskosten der Kohle, auf 1 t der reinen Förderung berechnet, stellten sich im Durchschnitt für alle Zechen auf 9,19 \mathcal{M} , die Generalkosten betragen 1,11 \mathcal{M} , die Selbstkosten berechnen sich somit auf 10,30 \mathcal{M} .

Die Herstellungskosten für Koks betragen im Durchschnitt 1,64 \mathcal{M} einschl. Frachten auf Kohlen und Reparaturen der Öfen. Die Herstellungskosten für Preßkohle betragen im Durchschnitt 3,64 \mathcal{M} für 1 t bei einem Zusatz von 6,47% Brai.

Über die Betriebsergebnisse usw. der einzelnen Zechen unterrichten die Zahlentafeln 1-3.

Der durchschnittliche Erlös betrug für Kohle 12 \mathcal{M} (11,85), für Koks 14,75 \mathcal{M} (17,18), für Preßkohlen 13,92 \mathcal{M} (13,38).

Die Gesamteinnahme stellte sich für Kohle auf 47,76 Mill. \mathcal{M} , für Koks auf 19,41 Mill. \mathcal{M} und für Preßkohle auf 6,04 Mill. \mathcal{M} , zusammen 73,21 Mill. \mathcal{M} , denen eine Gesamtausgabe¹ von 58,17 Mill. \mathcal{M} gegenübersteht, so daß sich ein Überschuß von 15,03 Mill. \mathcal{M} ergibt. Hierzu kommt noch der Rohgewinn der Abteilung Schifffahrt mit 1,61 Mill. \mathcal{M} und aus den Teeröfenanlagen mit 4,58 Mill. \mathcal{M} , woraus sich ein Überschuß von 21,22 Mill. \mathcal{M} errechnet.

Unter Hinzurechnung des letztjährigen Rechnungsvortrages, des Gewinnes der Abteilung Eisenkonstruktion,

des Gutes Geeste und der Ziegeleianlagen sowie der Einnahmen aus Mieten, aus der Wasserleitung und aus Zinsen, und nach Absetzung der Generalkosten, außergewöhnlichen Kosten und Abschreibungen verbleibt ein Reingewinn von 7,72 Mill. \mathcal{M} gegen 9,50 Mill. \mathcal{M} im Vorjahr.

Zahlentafel 1.

| Zeche | Kohlenförderung | | | | Selbstverbrauch | | | |
|-------------------|-----------------|------------------|-----------|------------------|-----------------|-------------------|-----------|-------------------|
| | 1913/14 | | 1914/15 | | 1913/14 | | 1914/15 | |
| | insgesamt | auf 1 Arbeitstag | insgesamt | auf 1 Arbeitstag | insgesamt | von der Förderung | insgesamt | von der Förderung |
| | t | t | t | t | t | % | t | % |
| Heinr. Gustav | 371918 | 1261 | 321572 | 1101 | 35113 | 9,44 | 29691 | 9,23 |
| Amalia | 277089 | 939 | 207328 | 695 | 13620 | 4,92 | 13303 | 6,42 |
| Prinz von Preußen | 157340 | 538 | 132877 | 447 | 9945 | 6,32 | 9697 | 7,30 |
| Caroline | 238025 | 814 | 175259 | 589 | 14997 | 6,30 | 12536 | 7,15 |
| Neu-Iserlohn I | 316258 | 1068 | 236208 | 785 | 29796 | 9,42 | 28972 | 12,27 |
| Neu-Iserlohn II | 347884 | 1169 | 258495 | 859 | 28132 | 8,08 | 29084 | 11,25 |
| Vollmond | 268288 | 903 | 205783 | 686 | 27555 | 10,27 | 25385 | 12,34 |
| Siebenplaneten | 325458 | 1114 | 255830 | 853 | 25504 | 7,86 | 29027 | 11,35 |
| von der Heydt | 333903 | 1151 | 276373 | 938 | 26878 | 8,05 | 27722 | 10,03 |
| Julia | 490138 | 1699 | 424532 | 1439 | 20291 | 4,14 | 21622 | 5,09 |
| Recklinghausen I | 521702 | 1811 | 405174 | 1372 | 18436 | 3,53 | 16851 | 4,16 |
| Recklinghausen II | 508031 | 1752 | 419722 | 1418 | 24543 | 4,83 | 39324 | 9,37 |
| Hugo I | 458953 | 1577 | 359178 | 1247 | 20998 | 4,57 | 20519 | 5,71 |
| " II | 310416 | 1099 | 224457 | 775 | 16853 | 5,43 | 15692 | 6,99 |
| " III | 244426 | 843 | 185460 | 641 | 9226 | 3,77 | 8515 | 4,59 |
| Gneisenau | 554569 | 1869 | 442308 | 1482 | 33757 | 6,09 | 48792 | 11,03 |
| Scharnhorst | 434211 | 1462 | 286179 | 954 | 17633 | 4,06 | 18724 | 6,54 |
| Preußen I | 342125 | 1138 | 274313 | 910 | 13950 | 4,08 | 15463 | 5,64 |
| " II | 398256 | 1339 | 303470 | 1020 | 19510 | 4,90 | 16794 | 5,53 |
| Kurl | 444137 | 1467 | 342237 | 1137 | 24164 | 5,44 | 30452 | 8,90 |
| Roland | 233396 | 785 | 221035 | 737 | 17281 | 7,40 | 16966 | 7,68 |
| Victoria | 630141 | 2066 | 496739 | 1629 | 13362 | 2,12 | 30216 | 6,08 |

Zahlentafel 2.

| Zeche | 1913/14 | | 1914/15 | |
|-------------------|--|---|--|---|
| | Durchschnittl. Zahl der Belegschaft ¹ | Arbeitsleistung auf 1 Mann u. Schicht t | Durchschnittl. Zahl der Belegschaft ¹ | Arbeitsleistung auf 1 Mann u. Schicht t |
| Heinrich Gustav | 1 561 | 0,833 | 1 305 | 0,859 |
| Amalia | 1 112 | 0,858 | 840 | 0,818 |
| Prinz von Preußen | 587 | 0,845 | 479 | 0,811 |
| Caroline | 1 001 | 0,859 | 749 | 0,843 |
| Neu-Iserlohn I | 2691 | 0,883 | 1 029 | 0,778 |
| " II | | 0,920 | 1 060 | 0,851 |
| Vollmond | 1 110 | 0,829 | 884 | 0,791 |
| Siebenplaneten | 1 293 | 0,880 | 1 062 | 0,821 |
| von der Heydt | 1 313 | 0,937 | 1 054 | 0,946 |
| Julia | 1 728 | 0,993 | 1 492 | 0,966 |
| Recklinghausen I | 1 524 | 1,185 | 1 177 | 1,151 |
| " II | 1 970 | 0,906 | 1 601 | 0,895 |
| Hugo I | 3 575 | 1,040 | 1 186 | 1,009 |
| " II | | 0,913 | 877 | 0,879 |
| " III | | 0,990 | 584 | 1,029 |
| Gneisenau | 2 200 | 0,927 | 1 723 | 0,894 |
| Scharnhorst | 1 634 | 0,973 | 1 072 | 0,942 |
| Preußen I | 1 305 | 0,975 | 1 044 | 0,936 |
| " II | 1 568 | 0,923 | 1 189 | 0,897 |
| Kurl | 1 436 | 1,095 | 1 136 | 1,073 |
| Roland | 923 | 0,902 | 805 | 1,041 |
| Victoria | 2 517 | 0,897 | 2 002 | 0,890 |

¹ Einschl. Siebenplaneten und Victoria.¹ Einschl. techn. Beamte.

Zahlentafel 3.

| Zeche | Koks | | | | Preßkohlen | | | |
|-------------------|----------------|---------------------------------|----------------|---------------------------------|----------------|---------------------------------|----------------|---------------------------------|
| | 1913/14 | | 1914/15 | | 1913/14 | | 1914/15 | |
| | Erzeugung t | Herstellungskosten auf 1 t M |
| Heinrich Gustav | 16980 | 2,27 | 57765 | 1,28 | 47512 | 3,41 | 39980 | 3,63 |
| Amalia | 65015 | 1,70 | 28223 | 2,58 | — | — | — | — |
| Prinz v. Preußen | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Caroline | 40552 | 2,23 | 36479 | 2,70 | 71370 | 3,78 | 69738 | 4,29 |
| Neu-Iserlohn I | 73395 | 1,60 | 75305 | 2,16 | — | — | — | — |
| „ II | 80987 | 1,47 | 63229 | 1,77 | 20330 | 3,69 | 31988 | 4,20 |
| Vollmond | 11786 | 1,94 | — | — | 70166 | 3,93 | 66981 | 4,38 |
| Siebenplaneten | 38822 | 1,69 | 25613 | 2,32 | 128073 | 3,43 | 95954 | 3,86 |
| von der Heydt | — | — | — | — | 74686 | 3,60 | 83463 | 3,89 |
| Julia | 68576 | 1,40 | 65306 | 1,54 | — | — | — | — |
| Recklinghausen I | 30530 | 1,86 | 62416 | 1,64 | — | — | — | — |
| Recklinghausen II | 66371 | 1,63 | 63176 | 1,85 | — | — | — | — |
| Hugo I | — | — | 14375 | 1,85 | — | — | — | — |
| „ II | 54118 | 1,54 | 33121 | 1,64 | — | — | — | — |
| „ III | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Gneisenau | 144475 | 1,36 | 106800 | 1,70 | — | — | — | — |
| Scharnhorst | 85383 | 1,53 | 72535 | 1,78 | — | — | — | — |
| Preußen I | 116810 | 1,45 | 81730 | 1,84 | — | — | — | — |
| „ II | 89035 | 1,52 | 78595 | 1,79 | — | — | — | — |
| Kurl | 156254 | 1,25 | 113738 | 1,82 | — | — | — | — |
| Roland | — | — | — | — | 41506 | 3,35 | 55885 | 3,38 |
| Victoria | 226623 | 0,98 | 191716 | 1,52 | — | — | — | — |

Für Neuanlagen wurden im verflossenen Geschäftsjahr insgesamt 12,84 (im Vorjahr 13,84) Mill. M verausgabt. Davon entfallen auf die eigenen Grubenbetriebe

11,47 Mill. M, auf die Abteilung Schifffahrt 7000 M, auf die Gewerkschaft Siebenplaneten 365 000 M, auf die Gewerkschaft Victoria 862 000 M, auf Gut Geeste 133 000 M.

Die öffentlichen Lasten der Gesellschaft zeigen mit Einbeziehung einiger sonstiger Abgaben an Staat und Gemeinden sowie anderer Aufwendungen die in Zahlentafel 4 wiedergegebene Entwicklung.

Für die Lebens- und Altersversicherung der Beamten, zu welcher der Zuschuß der Gesellschaft 50 % der Prämie beträgt, war eine Summe von 143 000 M aufzuwenden, während die allgemeine Unfallversicherung der Beamten (außer der berufspflichtigen Versicherung), für welche die Prämie von der Gesellschaft allein getragen wird, eine Ausgabe von 18 000 M erforderte. Der Beitrag der Gesellschaft zur Angestelltenversicherung belief sich auf 22 000 M. Die freie ärztliche Behandlung der Familienangehörigen der ganzen Belegschaft sowie der Beamten verursachte eine Ausgabe von 168 000 M.

Die Aufwendungen für eigene Kleinkinderschulen, verbunden mit Krankenpflegestationen, die sich auf einer Reihe von Zechen der Gesellschaft befinden, betragen 45 000 M. Die Schulen waren im Durchschnitt von 1275 Kindern besucht. In dem »Kaiser-Wilhelm- und Kaiserin-Auguste-Viktoria-Kinderheim« in Bad Sassendorf wurden im abgelaufenen Geschäftsjahr 440 Arbeiterkinder je vier Wochen kostenlos verpflegt. Die Ausgaben für diese Anstalt stellten sich auf 18 000 M.

Milchsausschank-Einrichtungen befinden sich auf den meisten Zechen der Gesellschaft; außerdem wird auch Selters- und Mineralwasser abgegeben; die Abgabe erfolgt zum Selbstkostenpreis. Im verflossenen Jahr wurden 208 000 l Milch, 260 000 l Selters- und Mineralwasser sowie 5000 l Fleischbrühe verabreicht.

Die Bekämpfung der Wurmkrankheit unter den Bergarbeitern erforderte im vergangenen Jahr eine Ausgabe

Zahlentafel 4.

| | 1895/96 | 1900/01 | 1905/06 | 1910/11 | 1913/14 | 1914/15 |
|---|------------------|----------------|----------------|----------------|------------|-----------|
| | bis 1899/1900 | bis 1904/05 | bis 1909/10 | bis 1914/15 | | |
| (Mittel) | | | | | | |
| A. Gesetzliche Aufwendungen | | | | | | |
| 1. Steuern | 464 501 | 1 114 067 | 1 745 275 | 2 363 442 | 2 536 008 | 2 778 985 |
| auf 1 t Förderung | 0,11 | 0,21 | 0,25 | 0,31 | 0,31 | 0,43 |
| im Verhältnis zum Aktienkapital | 1,1 | 1,9 | 2,3 | 2,8 | 3,0 | 3,3 |
| 2. Soziale Versicherung der Belegschaften (einschl. Arbeiterbeiträge) | 2 014 766 | 3 353 749 | 5 128 050 | 5 805 532 | 6 258 494 | 4 896 864 |
| auf 1 t Förderung | 0,48 | 0,64 | 0,74 | 0,77 | 0,76 | 0,76 |
| im Verhältnis zum Aktienkapital | 4,8 | 5,7 | 6,7 | 6,8 | 7,4 | 5,8 |
| auf ein vollbeschäftigtes Belegschaftsmitglied | 121 | 149 | 186 | 207 | 202 | 201 |
| auf 100 M Bruttolohnsumme | 9,50 | 10,95 | 11,68 | 11,60 | 10,97 | 10,96 |
| von den gesamten Produktionskosten | 7,6 | 8,7 | 8,8 | 8,5 | 8,1 | 7,9 |
| vom Erlös aller Bergwerksprodukte | 5,6 | 6,1 | 5,5 | 6,3 | 6,0 | 6,0 |
| 3. Sonstige | 32 050 | 49 361 | 108 269 | 167 021 | 184 522 | 193 547 |
| Summe der gesetzl. Aufwendungen | 2 511 317 | 4 517 177 | 6 981 594 | 8 335 995 | 8 979 024 | 7 869 396 |
| auf 1 t Förderung | 0,59 | 0,86 | 1,01 | 1,10 | 1,10 | 1,22 |
| im Verhältnis zum Aktienkapital | 6,0 | 7,7 | 9,1 | 9,8 | 10,5 | 9,3 |
| B. Freiwillige Aufwendungen | 244 127 | 636 400 | 1 040 158 | 1 287 255 | 1 159 499 | 2 093 979 |
| auf 1 t Förderung | 0,06 | 0,12 | 0,15 | 0,17 | 0,14 | 0,32 |
| im Verhältnis zum Aktienkapital | 0,6 | 1,1 | 1,4 | 1,5 | 1,4 | 2,4 |
| Summe aller Aufwendungen | 2 755 444 | 5 153 577 | 8 021 752 | 9 623 250 | 10 138 523 | 9 963 375 |
| auf 1 t Förderung | 0,65 | 0,98 | 1,16 | 1,27 | 1,24 | 1,54 |
| im Verhältnis zum Aktienkapital | 6,6 | 8,8 | 10,5 | 11,13 | 11,9 | 11,7 |
| von den gesamten Produktionskosten | 10,4 | 13,4 | 13,8 | 14,2 | 13,1 | 16,1 |
| vom Erlös aller Bergwerksprodukte | 7,7 | 9,4 | 10,2 | 10,5 | 9,7 | 12,2 |

für ärztliche Untersuchungen, Desinfektionsanlagen und Unterstützungen an die Wurmkranken und deren Familien von 86 000 *fl.*

Die Zahl der eigenen Beamten- und Arbeiter-Wohnhäuser der Gesellschaft vermehrte sich auf 2130, sie enthalten 852 Beamten- und 6571 Arbeiterwohnungen. Die Bauvorschüsse an Arbeiter zum Bau von eigenen Häusern betragen noch 385 000 *fl.* An Grundeigentum besaß die Gesellschaft am 30. Juni 1915 2310 ha 97 ar 68 qm.

Über die Abteilung Schifffahrt entnehmen wir dem Bericht die folgenden Ausführungen: Der Rheinwasserstand im verflossenen Geschäftsjahr kann im allgemeinen als sehr günstig bezeichnet werden; nur in den Monaten Oktober, November und Dezember war er etwas niedriger, und in den Monaten Januar und April trat für kurze Zeit Hochwasser ein. Die Schifffahrt wurde jedoch weder durch den niedrigen Wasserstand noch durch das Hochwasser nennenswert behindert, sie konnte vielmehr das ganze Jahr hindurch flott betrieben werden, so daß eine Belastung der Schienenwege durch Kohlenbeförderung infolge geschlossener Schifffahrt nicht nötig wurde. Nach Ausbruch des Krieges ruhte der Schifffahrt- und Verladebetrieb der Gesellschaft bis gegen Ende August fast vollständig, da einerseits keine Kohle zum Hafen kam und andererseits in

den oberrheinischen Häfen keine Wagen zur Beladung gestellt wurden. Nachdem am 22. August die Lieferungen zu den Ruhrhäfen wieder aufgenommen worden waren, konnte auch der Betrieb in der Schifffahrt und an den Verladeplätzen in beschränktem Maß wieder erfolgen; von September ab hatte die Gesellschaft 8 Schleppdampfer in Betrieb. Unter Berücksichtigung der gesteigerten Hilfsstoffpreise waren die Kahnfrachten und Schlepplöhne wie in den Vorjahren sehr niedrig. Die Gesellschaft beförderte mit ihren Schleppdampfern in eigenen Kähnen 592 548 t, in fremden Kähnen 333 687 t, zusammen 926 235 t.

In dem Preßkohlenwerk in Gustavsburg wurden 71 065 Preßkohle hergestellt und versandt.

Auf Gut Geeste hat sich der ganze Betrieb durch den Krieg, besonders in der zweiten Hälfte des abgelaufenen Geschäftsjahres, recht schwierig gestaltet, weil von den frühern 21 Beamten 15 und von 89 Arbeitern 54 zum Heeresdienst eingezogen wurden und die Preise für die Hauptfuttermittel erheblich gestiegen sind. Am Schluß des Geschäftsjahres waren vorhanden: 132 Stück Rindvieh, 38 Pferde, 3648 Zucht- und Mastschweine. Während des Geschäftsjahres sind 7897 Stück Schweine geschlachtet worden.

Volkswirtschaft und Statistik.

Gewinnung von Steinkohle und Roheisen im Donezbecken im 1. Halbjahr 1915. Nach den vorläufigen Feststellungen des »Statistischen Bureaus des Kongresses der Montanindustriellen Südrußlands« betrug die Förderung von mineralischem Brennstoff im 1. Halbjahr 1915 im Donezbecken 798,74 Mill. Pud gegen 912,63 Mill. Pud in der entsprechenden vorjährigen Zeit, d. i. eine Abnahme um 113,89 Mill. Pud oder 12,5%.

| | Gewinnung | | Abnahme 1915 gegen 1914 | |
|----------------------|-----------|---------|-------------------------|------|
| | 1914 | 1915 | 1000 Pud | % |
| | 1000 Pud | | 1000 Pud | % |
| Steinkohle | 741 070 | 658 450 | 82 620 | 11,2 |
| Anthrazit | 171 560 | 140 290 | 31 270 | 18,2 |
| zus. | 912 630 | 798 740 | 113 890 | 12,5 |
| Koks | 146 480 | 131 060 | 15 420 | 10,5 |

Die Förderung von Anthrazit hat im 1. Halbjahr 1915 verhältnismäßig die größte Verminderung erfahren. Unter den zahlreichen Gründen dafür sind vor allen Dingen die Verminderung der Zahl der Arbeiter und die Schwierigkeiten im Versand der Kohle auf der Eisenbahn zu nennen. Es betrug in den einzelnen Monaten des ersten Halbjahrs:

| Monat | Förderung | | Versand auf der Eisenbahn an Steinkohlen, Anthrazit, Koks und Preßkohlen | | Arbeiterzahl am Ende des Monats | |
|-------------------|-----------|---------|--|---------|---------------------------------|---------|
| | 1914 | 1915 | 1914 | 1915 | 1914 | 1915 |
| | 1000 Pud | | 1000 Pud | | | |
| Januar | 173 560 | 140 190 | 128 320 | 117 000 | 213 000 | 178 000 |
| Februar | 160 000 | 136 970 | 119 500 | 94 200 | 202 000 | 175 000 |
| März | 168 000 | 111 370 | 123 460 | 100 720 | 178 000 | 155 000 |
| April | 110 000 | 137 210 | 85 900 | 120 000 | 179 000 | 179 000 |
| Mai | 151 000 | 139 000 | 113 300 | 121 110 | 187 000 | 178 900 |
| Juni | 150 070 | 134 000 | 117 340 | 110 000 | 200 000 | 160 000 |
| zus. | 912 630 | 798 740 | 687 820 | 663 030 | — | — |

Der Versand an mineralischem Brennstoff nahm in der Berichtszeit gegen den gleichen Zeitraum des Vorjahres um 24,79 Mill. Pud oder 3,6% ab, an Steinkohle wurden 13,95 Mill. Pud = 3% und an Anthrazit 9,26 Mill. Pud weniger versandt. Für den Bedarf der Eisenbahnen wurden 272,77 Mill. Pud Donezkohe gegen 205,45 Mill. Pud abgeführt, d. i. 67,32 Mill. Pud = 3,3% mehr.

An Roheisen wurden in der ersten Hälfte d. J. 83,80 Mill. Pud oder 14,40 Mill. Pud weniger erblasen, und die Herstellung von Halbfertigerzeugnissen ging ebenfalls um 13,90 Mill. Pud auf 74,10 Mill. Pud zurück.

Roheisenerzeugung der Ver. Staaten von Amerika im 1. Halbjahr 1915.

| Jahr | Halbjahr | | Ganzes Jahr |
|------|------------|------------|-------------|
| | 1. t | 2. t | |
| 1907 | 13 478 044 | 12 303 317 | 25 781 361 |
| 1908 | 6 918 004 | 9 018 014 | 15 936 018 |
| 1909 | 11 022 346 | 14 773 125 | 25 795 471 |
| 1910 | 14 978 738 | 12 324 829 | 27 303 567 |
| 1911 | 11 666 996 | 11 982 551 | 23 649 547 |
| 1912 | 14 072 274 | 15 654 663 | 29 726 937 |
| 1913 | 16 488 602 | 14 477 699 | 30 966 152 |
| 1914 | 12 536 094 | 10 796 150 | 23 332 244 |
| 1915 | 12 233 791 | | |

In der ersten Hälfte dieses Jahres war die Roheisenerzeugung der Ver. Staaten mit 12,2 Mill. t annähernd so groß wie in dem entsprechenden Zeitraum von 1914; der Unterschied betrug rd. 300 000 t = 2,41%; gegen die zweite Jahreshälfte von 1914 ergibt sich dagegen eine Zunahme um 1,44 Mill. t = 13,32%.

Über die Verteilung der Roheisenerzeugung der Union auf die einzelnen Staaten gibt die nachstehende Zahlentafel Auskunft.

| Staaten | Zahl der Hochöfen | | | Roheisenerzeugung | |
|-------------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------|------------|
| | in Betrieb am 31. Dez. 1914 | am 30. Juni 1915 | | 1. Halbjahr | |
| | | insgesamt | davon in Betrieb | | 1914 |
| | | | | l. t | l. t |
| Massachusetts .. | 1 | 2 | — | | |
| Connecticut | 1 | 3 | 1 | 4 292 | 3 087 |
| New York | 12 | 27 | 16 | | |
| New Jersey | 1 | 5 | 1 | 818 425 | 921 566 |
| Pennsylvanien .. | 63 | 158 | 96 | 5 207 051 | 5 199 421 |
| Maryland | 2 | 5 | 2 | 101 605 | 85 673 |
| Virginien | 3 | 22 | 5 | 164 796 | 105 244 |
| Georgien | — | 4 | — | | |
| Texas | — | 2 | — | | |
| Alabama | 18 | 48 | 20 | 902 186 | 868 341 |
| West-Virginien .. | 1 | 4 | 1 | | |
| Kentucky | 1 | 6 | 1 | 136 742 | 79 228 |
| Mississippi | — | 1 | — | | |
| Tennessee | 4 | 18 | 5 | 113 137 | 82 992 |
| Ohio | 31 | 74 | 50 | 2 865 367 | 2 964 211 |
| Illinois | 7 | 26 | 12 | 1 045 905 | 801 951 |
| Indiana | 4 | 10 | 10 | | |
| Michigan | 9 | 14 | 8 | 851 700 | 854 375 |
| Wisconsin | 3 | 8 | 4 | | |
| Minnesota | — | 1 | 1 | 195 991 | 130 514 |
| Missouri | 1 | 2 | 1 | | |
| Kolorado | 2 | 6 | 2 | | |
| Oregon | — | 1 | — | 128 897 | 137 188 |
| Washington | — | 1 | — | | |
| Kalifornien | — | — | — | | |
| zus. | 164 | 448 | 236 | 12 536 094 | 12 233 791 |

Die folgende Zusammenstellung läßt die Verteilung der Roheisengewinnung auf die verschiedenen Roheisenarten erkennen.

| | 1. Halbjahr | |
|---------------------------------|--------------|--------------|
| | 1914 l. t | 1915 l. t |
| Bessemer-Roheisen | 4 378 098 | 4 238 587 |
| Basisches Roheisen | 5 010 647 | 5 259 614 |
| Gießereiroheisen | 2 454 540 | 2 207 375 |
| Dehnbares Eisen | 383 139 | 278 512 |
| Schmiedbares Eisen | 197 483 | 138 789 |
| Spiegeleisen und Ferromangan .. | 86 154 | 90 310 |
| Anderes Roheisen | 26 033 | 20 604 |
| zus. | 12 536 094 | 12 233 791 |

Marktbericht.

Vom amerikanischen Kohlenmarkt. In dem gegenwärtigen Kriegsjahr unterscheidet sich auch die Lage der amerikanischen Kohlenindustrie erheblich von der früherer Jahre. Zwar hat das Hartkohlegeschäft infolge Zusammenhaltens der großen Bergwerksgesellschaften immer noch eine gewisse Stetigkeit zu behaupten gewußt, wenngleich auch dieser Zweig in den beiden letzten Jahren wegen zunehmenden Wettbewerbs der außenstehenden Zechenbesitzer wenig Befriedigung gewährt hatte. In der Weichkohlenindustrie ist infolge übergroßer Erzeugung der Wettbewerb noch ungleich schärfer, und seit Jahren hatten bei kaum einen Nutzen gewährenden Preisen gegenüber steigenden Gestellungskosten sehr trübe Verhältnisse bestanden. Gerade die Weichkohlenindustrie hat nun hauptsächlich dem Krieg eine entschiedene geschäftliche Besserung zu danken, während die Kohlenindustrie der Ver-

Staaten insgesamt durch ihn in fühlbarer Weise beeinträchtigt wird. Hat sich amerikanische Weichkohle schon früher im Wettbewerb mit englischer und deutscher Kohle in einige Auslandmärkte Eingang zu verschaffen gewußt, so hat sich durch den Krieg die Auslandnachfrage bedeutend erweitert und die Lage der Weichkohlenindustrie entschieden günstiger gestaltet. Aus der gleichen Ursache scheint hier für den Winter eine Kohlennot zu drohen, da es schon jetzt an genügenden Arbeitern fehlt, um die Förderung auf der gewünschten Höhe zu erhalten. Nicht nur hat die Einwanderung stark nachgelassen, sondern der Krieg hat auch eine sehr umfangreiche Rückwanderung nach Europa veranlaßt. Kommt zu dem Mangel an Arbeitskräften in nächster Zeit, wie befürchtet, noch ein solcher an Beförderungsmitteln hinzu, so lassen sich entschieden höhere Preise für den Winter nicht nur für Weich-, sondern auch für Hartkohle erwarten. Für die Anthrazitindustrie war die letzte Zeit auch in anderer Beziehung von Bedeutung. Seit dem großen Arbeiterausstand im Jahre 1902 sind die Preise von pennsylvanischer Hartkohle wiederholt gestiegen. Wurde von den Gesellschaften den Arbeitern zur Vermeidung größerer Schwierigkeiten eine geringere Lohnaufbesserung gewährt, so war es üblich, daß zum Ausgleich der Verkaufspreis eine noch einmal so große Erhöhung erfuhr. Als unlängst der Staat Pennsylvanien für seine Kohlenindustrie eine neue Steuer einführt, wurde diese sofort in gleicher Weise auf die Käufer abgeladen. Die dadurch in der Öffentlichkeit hervorgerufene Unzufriedenheit gegen den »Hartkohlentrust« gab der Staats- wie der Bundesregierung Anlaß zu gerichtlichem Einschreiten. Durch Verfügung des Bundesobergerichts wurde die Interessengemeinschaft schließlich angewiesen, den Zechenbetrieb von dem Kohlenversand geschäftlich abzusondern, was inzwischen auch durch Gründung von Verkaufsgesellschaften geschehen ist, soweit solche noch nicht bestanden hatten. Doch nun hat die Aufsichtsbehörde für die Eisenbahnen des Landes, die zwischenstaatliche Verkehrskommission, nach eingehender Untersuchung der einschlägigen Verhältnisse die von den Anthrazitbahnen für Beförderung der Hartkohle von der Grube nach dem Verladeplatz am Hafen geforderten Frachtsätze für ungehörig hoch erklärt. Um den Preis des Heizstoffs zugunsten der Verbraucher zu beeinflussen, hat die Behörde eine Ermäßigung der betreffenden Frachtsätze angeordnet, die sich von 15–50 c/t von 2240 lbs. bewegt. Die neuen Frachtsätze, die am 1. Oktober in Kraft treten sollten, sind bis zum 1. Dezember vertagt worden, und inzwischen bereiten die Bahngesellschaften einen heftigen Kampf gegen die auf 8 Mill. \$ im Jahr berechnete Kürzung ihrer Einnahmen vor; sie wollen unter Umständen den Schutz der Gerichte anrufen. Für die kleineren Bahnen, besonders die Ontario & Western, die Erie und die Delaware Hudson, würde die Durchführung der Maßnahme anscheinend auch eine Härte bedeuten. Die großen Bahnen dürften sich dagegen weniger auf eine angebliche Ungerechtigkeit berufen können, denn im Fall der Philadelphia & Reading-Bahn hat die Behörde ein Reineinkommen für die Jahre 1904–1908 von 37,94 % des Aktienkapitals und für die Zeit von 1909–1913 von 25,66% durchschnittlich im Jahr nachgewiesen, bei der Lehigh-Valley-Bahn von 17,31 und 14,41%. Allerdings waren die angeführten Zeitabschnitte sehr günstig für die gesamte Hartkohlenindustrie, da zu der Zeit volle Preise mit uneingeschränkter Erzeugung Hand in Hand gingen. Seitdem hat sich jedoch auch das Geschäft der großen Hartkohle-Bahn- und Grubengesellschaften erheblich verschlechtert. Die Philadelphia & Reading befördert im Jahr gegen 12 Mill. t Hartkohle, und die ihr aufgebene Fracht-

kostenermäßigung würde ihre Jahreseinnahme um etwa 1,8 Mill. \$ vermindern.

Die oben erwähnte Entscheidung und die sich darauf gründende Erwartung niedrigerer Hartkohlenpreise hat wesentlich zu flauer Nachfrage während dieses Sommers beigetragen. Lebhafter dürfte sich mit Eintritt kalter Witterung die Nachfrage nach der hauptsächlich dem Hausbedarf dienenden Hartkohle gestalten. Dem minder lebhaften Geschäft in den meisten Monaten dieses Jahres ist auch die Hartkohlenförderung angepaßt worden, so daß für die erste Hälfte dieses Jahres Verschiffungen von 31,59 Mill. t gemeldet wurden, gegen 32,94 und 34,85 Mill. t in der gleichen Zeit der beiden vorhergehenden Jahre. Im letzten Jahr sind in Pennsylvania 81,09 Mill. l. t verkauft worden, im Wert von 188 Mill. \$, gegen 81,71 Mill. l. t im Wert von 195 Mill. \$ im Vorjahr. Schon im letzten Jahr ist die Hartkohlenförderung durch milde Witterung bis in die Wintermonate hinein, allerdings auch durch Verminderung der Ausfuhr nach Kanada, beeinträchtigt worden. Der Versand von Anthrazit von der Grube nach dem Verladeplatz am Hafen hat im Juli 4,93 (5,39) Mill. l. t betragen, im August 5,33 (5,48) Mill. l. t und im September 5,51 (6,24) Mill. t. Für die ersten neun Monate d. J. stellt sich die Gesamtmenge auf 47,37 Mill. t gegen 50,06 Mill. t in 1914, so daß das diesjährige Minderangebot bereits 2,6 Mill. t beträgt. Wenn große Bahnen, wie die Pennsylvania und die New York Central, mit Einlegen großer Vorräte sich vorzusehen bemühen, so geschieht das auch in Voraussicht neuer Arbeiterschwierigkeiten, die mit Beendigung des Kohlenjahres (am 31. März) deshalb zu erwarten sind, weil dann der im Frühjahr 1913 mit dem Arbeiterverband der United Mine Workers abgeschlossene Lohnvertrag sein Ende erreicht. In Arbeiterkreisen ist eine allgemeine Bewegung im Gang, höhere Arbeitslöhne bei kürzerer Arbeitszeit durchzusetzen bzw. durch Ausstände und Androhung solcher zu erzwingen. Schon jetzt haben sie sich auf folgende Forderungen geeinigt: zweijähriger Lohnvertrag, 20% Lohnaufbesserung, achtstündige Arbeitszeit mit um die Hälfte höherer Bezahlung für Übersichten, Anerkennung ihres Verbandes, was den Zechenbesitzern u. a. das Recht nehmen würde, selbst Arbeiter zu wählen und anzustellen, und Beseitigung der von den Arbeitgebern eingesetzten Schlichtungsbehörde, die den Arbeiterführern ein Dorn im Auge ist. Wollten die Zechenbesitzer die Forderungen wegen Lohn und Arbeitszeit bewilligen, so würde ein Arbeiter, der jetzt für neunstündige Arbeit 1,80 \$ erhält, für acht Stunden 1,92 \$ beziehen.

In der Weichkohlenindustrie hat sich eine Wandlung vollzogen, die vor nicht langer Zeit für unmöglich gehalten worden wäre. Während früher ein übermäßiges Angebot den Markt überwältigt hatte, scheint jetzt auch in Weichkohle Mangel zu drohen, und auch die Preislage weist eine Besserung auf, die weiter fortschreiten dürfte. Diese Wandlung ist eine der Wirkungen des europäischen Krieges, der dem hiesigen Weichkohlenmarkt eine noch nicht erlebte rege Auslandnachfrage zuführt, während er gleichzeitig der hiesigen Industrie allwöchentlich mehr Arbeiter entzieht. Die schwierige Lage des Weichkohlenmarktes hatte schon im letzten Jahr durch verminderte Förderung ihren Ausdruck gefunden, und zwar hat Pennsylvania allein rd. 26 Mill. sh. t Weichkohle weniger an den Markt gebracht als in dem vorhergehenden Jahr, während in Ohio und in Kolorado wegen Streiks nur etwa halb soviel bituminöse Kohle gefördert worden ist als in 1914. Insgesamt wird für letztes Jahr eine Weichkohlenförderung von 422 (478) Mill. sh. t gemeldet, und die gedrückte Preislage zeigt sich in der Angabe, daß der Wert der Förderung von 565 Mill. \$

in 1913 auf 493 Mill. im letzten Jahr zurückgegangen ist. Die Durchschnittszahl der in 1914 in der Weich- und Hartkohlenindustrie beschäftigten Arbeiter betrug 583 000, die durchschnittlich nur an 195 Tagen des Jahres tätig waren, mit der Folge, daß sich die Förderung durchschnittlich auf 1 Mann auf nur 724 sh. t belaufen hat, gegen noch 837 in 1913. Wenn sich trotzdem die tägliche Durchschnittsförderung für 1 Mann von 3,61 sh. t in 1913 auf 3,71 in 1914 gesteigert hat, so ist das nicht einer angestrengten Tätigkeit der Arbeiter als vielmehr den neuzeitlichen Betriebseinrichtungen zuzuschreiben. Seit dem letzten Jahr hat sich durch Rückwanderung nach der europäischen Heimat die Zahl der Bergleute derart verringert, daß allein im Pittsburger Bezirk gegenwärtig 15 000 Arbeiter in den Kohlengruben dringend benötigt werden. Während sich die Zechenbesitzer bemühen, die gute Geschäftsgelegenheit, die sich durch vermehrte Nachfrage, besonders vom Ausland, und erhöhte Preise bietet, nach Kräften auszunutzen, verlassen allwöchentlich Hunderte von ausländischen Arbeitern den Bezirk, um zu ihren Fahnen zu eilen, während sich ein anscheinlicher Prozentsatz anderer Arbeiter von der beschwerlichen und gefährlichen Arbeit bei verhältnismäßig niedrigem Lohn in den Kohlengruben andern Industrien zuwendet, die sich gegenwärtig infolge riesiger Kriegsstellungen seitens der Verbündeten großer Regsamkeit erfreuen und daher willens sind, hohe Löhne zu bezahlen. In den Munitionswerken erhalten z. Z. geschulte Arbeitskräfte Löhne bis zu 1 und 1,50 \$ für 1 st.

Unter diesen Umständen werden auch in der Weichkohlenindustrie die Klagen über Arbeitermangel immer lauter und allgemeiner, und dazu gesellen sich noch solche über den zunehmenden Mangel an Beförderungsmitteln. Die Bahnen des Landes haben gegenwärtig hohen Anforderungen zu genügen, nicht nur infolge des sich allmählich bessernden Güterverkehrs, sondern auch zur Verfrachtung einer Riesenernte sowie zur Bedienung der gewaltigen Mengen Rohstoffe benötigenden Kriegswerke. Größte Bahnen haben die leitenden Weichkohlegesellschaften des Pittsburger Bezirks benachrichtigt, daß sie für die nächste Zeit nur auf etwa 60% der üblichen Wagengestellung rechnen dürfen. Andererseits sind die großen Bahnen selbst dabei, sich durch Aufstapeln von Kohlenvorräten dagegen zu sichern, daß etwa im kommenden Frühjahr die Versorgung mit Heizstoffen gänzlich stocken mag. Denn mit dem 31. März 1916 geht auch der Lohnvertrag mit dem Verband der Weichkohlenarbeiter zu Ende, und auch von diesen wird zweifellos der Versuch gemacht werden, unter Umständen durch einen Streik bessere Arbeitsbedingungen zu erzwingen. Andererseits leiden die Zechenbesitzer verschiedener Staaten unter ungünstiger Gesetzgebung, die ihnen größere Lasten auferlegt und demgemäß ihre Reineinnahmen verringert. So behaupten die Zechenbesitzer von West-Virginien, ihren Grubenbetrieb einstellen zu müssen, wenn sie die von den Bahnen geforderten und von der Bundesbehörde genehmigten, um 15 c/t höhern Frachtsätze für Verschiffung von Kohle nach dem Norden und Westen des Landes erlegen sollen. Doch von größter Bedeutung für die gesamte Weichkohlenindustrie ist die Zunahme der Nachfrage für ihr Erzeugnis aus Europa, aus Südamerika und andern bisher von englischer und deutscher Kohle abhängigen Teilen der Welt. Bereits hat sich die Monatsausfuhr auf über 1 Mill. t gesteigert, und wären genügend Schiffe vorhanden, so würden bereits monatlich 1½ - 2 Mill. t zur Ausfuhr gelangen. Die Höhe der ozeanischen Frachtsätze hält die Auslandnachfrage in Schranken, doch sollte sich der Krieg in Europa bis in das nächste Jahr fortsetzen und sich die für europäische und andere Länder vorausgesagte bittere Kohlennot ein-

stellen, so dürfte die Nachfrage nach amerikanischen Heizstoffen noch alle bisherigen Erwartungen übersteigen.

(E. E., New York, Mitte Oktober 1915.)

Patentbericht.

Anmeldungen,

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

Vom 4. November 1915 an.

5 c. B. 76 348. Nachgiebiger eiserner Stempelfuß für Holzstempel beim wandernden Grubenausbau. Bohr- und Schrämkronenfabrik, G. m. b. H. Sulzbach (Saar). 16. 3. 14.

40 a. T. 19 848. Verfahren und Vorrichtung zum Verdichten von Zinkdämpfen durch Hindurchleiten der letztern durch eine Anzahl enger Schlitze oder Öffnungen. Charles Victor Thierry und Jean Michel Joseph Thierry, Paris; Vertr.: Dr. B. Alexander Katz und Dipl.-Ing. E. Bierreth, Pat.-Anwälte, Berlin SW 48. 6. 6. 14.

78 c. St. 20 253. Sprengstoff, besonders zu Initialzündungen. Dr. Arthur Stähler, Berlin-Steglitz, Am Markt 3. 16. 1. 15.

80 a. K. 53 186. Presse mit zwei gegeneinander beweglichen, an im Druck regelbaren und an eine gemeinsame Führungsstange angelenkten Schwinghebeln gelegerten Stempeln. Wilhelm Köppern, Winz b. Hattingen (Ruhr). 19. 11. 12.

81 e. M. 53 683. Sicherheitsvorrichtung an Lagerbehältern für feuergefährliche Flüssigkeiten. Martini & Hüneke, Maschinenbau-A.G., Berlin. 17. 9. 13.

81 c. W. 45 253. Koksverladewagen mit stoßartig bewegter, rostartiger Schaufel; Zus. z. Anm. W. 44 572. Rudolf Wilhelm, Altenessen, Vereinsstr. 37. 29. 5. 14.

Vom 8. November 1915 an.

21 h. E. 20 642. Elektrode für elektrische Öfen. Elektrotechnische Werke, G. m. b. H., Berlin. 18. 7. 14.

40 a. H. 66 690. Verfahren zum mechanischen Umwenden von Erzen beim Rösten. Karl Hildebrandt, Lipine (O.-S.). 8. 6. 14.

Zurücknahme von Anmeldungen.

Folgende an dem angegebenen Tage im Reichsanzeiger bekannt gemachte Anmeldungen sind zurückgenommen worden.

12 l. D. 30 390. Verfahren zum mechanischen Umformen von Steinsalz. 19. 8. 15.

21 h. A. 24 556. Verfahren und Vorrichtung zum elektrischen Schweißen. 11. 5. 14.

26 d. B. 78 657. Streudüsenwascher mit mehreren übereinander liegenden Kammern, in denen die Flüssigkeit zerstäubt wird; Zus. z. Anm. B. 75 873. 17. 5. 15.

27 b. M. 50 345. Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens zum Verdichten von Luft; Zus. z. Anm. M. 50 044. 28. 5. 14.

27 c. D. 29 815. Gehäuse für Kreiselgebläse oder -pumpen. 23. 4. 14.

35 a. H. 61 813. Pneumatische Fördereinrichtung für beliebige geneigte, unterirdische Förderbahnen, bei der der abwärtsgehende Förderwagen Preßluft in einen Sammelbehälter zur spätern Verwendung zurückpumpt. 6. 7. 14.

Gebrauchsmuster-Eintragungen,

bekannt gemacht im Reichsanzeiger vom 8. November 1915.

10 a. 638 054. Koksofen für mit eingegossenem, das Verstreichen nicht hindernden Hänge- und Verstärkungsbügel. Fa. Andreas Kloth, Dortmund. 9. 10. 15.

10 a. 638 298. Koksofen für mit Planiertür ohne Planiertrahmen. Peter Bremer, Linden (Ruhr), Bergstr. 6. 19. 10. 15.

20 d. 638 041. Radsatz im besondern für Grubenwagen. Reinhard Friedemann, Ölsnitz (Erzgeb.). 2. 10. 15.

27 c. 638 086. Hochdruck-Schrauben-Ventilator. Deutsche Bergbaumaschinen-Gesellschaft m. b. H., Zälzenze (O.-S.). 27. 2. 14.

74 b. 638 004. Elektrische, mittels Akkumulator betriebene Grubenlampe. Bruno Zytzkowski. Berlin, Amsterdamerstr. 5. 20. 3. 13.

Verlängerung der Schutzfrist.

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

5 d. 531 441. Köpelförderung usw. Schmidt, Kranz & Co., Nordhäuser Maschinenfabrik, A. G., Nordhausen. 9. 10. 15.

20 a. 586 991. Laufwerk für Hängebahnen. Unruh & Liebig, Abteilung der Peniger Maschinenfabrik und Eisengießerei, A. G., Leipzig-Plagwitz. 4. 10. 15.

47 g. 528 954. Ventilring für Wasserhaltungsmaschinen usw. Rudolph Warmbt, Waldenburg (Schles.). 12. 10. 15.

Löschung.

Das Gebrauchsmuster

5 b. 634 372. Fräser zum Bohren von Löchern in Gestein ist gelöscht worden.

Deutsche Patente.

1 a (1). [288 491, vom 19. Februar 1915. Hans Branchant in Dillingen (Saar). *Doppelsetzmaschine mit doppelt wirkendem Kolben.*

Der Kolben der Maschine, der in senkrechter Richtung auf- und abwärts bewegt wird, ist in einem geschlossenen Gehäuse geführt, dessen einander gegenüberliegende Wandungen Öffnungen haben, die in der Höhenlage um die Kolbenbreite gegeneinander versetzt sind, und von denen jede das Innere des Gehäuses mit einem der Unterfässer, d. h. mit einem der unter den beiden Setzsieben liegenden Räume der Maschine verbindet.

1 a (10). 288 391, vom 25. November 1913. Julius Plzak in Prag. *Verfahren und Vorrichtung zur Entwässerung von gewaschener Feinkohle in Entwässerungstürmen unter Zuhilfenahme von Druckluft.*

Nach dem Verfahren sollen gespannte Gase oder Luft etwa in der Mitte der in den Türmen befindlichen gewaschenen Feinkohlenschicht in diese eingeführt werden. Bei den in dem Patent geschützten Vorrichtungen werden die Gase oder die Luft mit Hilfe von unten oder von oben her in die Türme eingeführter Rohre so in die in den Türmen befindliche Feinkohle eingeblasen, daß sie sich gleichmäßig über den Turminhalt verteilen.

1 a (25). 288 390, vom 18. Dezember 1913. Hernád-völgyi Magyar Vasipar Részvény-Társaság in Budapest (Ungarn). *Verfahren und Vorrichtung zur Aufbereitung, besonders zur Behandlung von Stauberzen mittels Schwimmmethoden.*

In einem allseitig geschlossenen, im Innern unter Luftdruck stehenden Bottich soll die Trübe in einem Kreislauf gehalten werden, und der die metallischen Teilchen der Trübe enthaltende Schaum soll mit Hilfe des Luftdrucks dem Bottich an einer Stelle entnommen werden, an der die Bewegungsgeschwindigkeit der Flüssigkeit am geringsten ist. Bei der in dem Patent geschützten Vorrichtung wird der Kreislauf der Trübe in dem Bottich durch ein Rührwerk oder eine Kreiselpumpe in Verbindung mit in dem Bottich eingebauten Zwischenwänden erzeugt.

1 a (25). 288 462, vom 15. Februar 1914. Gunnar Sigge Andreas Appelqvist und Einar Olof Eugen Tydén in Stockholm. *Verfahren und Vorrichtung zur Aufbereitung von Erzen o. dgl. mittels Schaumswimmmethoden, wobei das zerkleinerte Erz o. dgl. nach Zusatz eines Schwimmmittels in einer Flüssigkeit verrührt wird.*

Das zerkleinerte, mit einem Schwimmmittel, z. B. Öl, in Flüssigkeit verrührte Erz soll in ein oder mehrere Gefäße eingebracht werden, in denen die Schaumbildung in vollständiger Ruhe, d. h. von Strömungen ungestört, stattfindet. Sobald die Schaumbildung vollzogen ist, wozu gewöhnlich nur eine kurze Zeit erforderlich ist, soll die obere Schicht, welche die Erzteilchen enthält, z. B. durch Saugen entfernt und der zurückbleibende Abfall aus dem

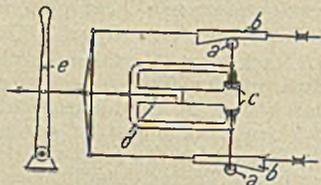
Gefäß oder den Gefäßen ausgegossen oder abgelassen werden. Die im Patent geschützte Vorrichtung hat eine Anzahl im Kreise angeordneter, an einer senkrechten Achse befestigter Gefäße, die durch Drehen der Achse nacheinander an Einrichtungen zum Füllen der Gefäße, zum Entfernen des Schaums und zum Entleeren der Gefäße vorbeigeführt werden. Die Einrichtung zum Füllen der Gefäße besteht aus einer Spiralpumpe, durch die bei jeder Umdrehung eine solche Menge mit Flüssigkeit und Schmiermittel verrührtes Erz gefördert wird, wie zum Füllen eines Gefäßes erforderlich ist. Zum Entfernen des Schaums dient eine oberhalb der Gefäße angeordnete Haube, an die eine Saugvorrichtung angeschlossen ist. Das Entleeren der Gefäße wird dadurch bewirkt, daß der Boden der Gefäße selbsttätig nach unten geklappt wird.

12 e (2). 288 223, vom 30. April 1914. Rud. Böcking & Cic. Erben Stumm-Halberg und Rud. Böcking, G. m. b. H. in Halbergerhütte, Brebach. *Verfahren, um Filteranlagen für brennbare Gase bei Gegenwart von selbstentzündlichem Staub zwecks Reinigung u. dgl. gefahrlos zugänglich zu machen und sie nach dem Reinigen wieder gefahrlos in Betrieb zu setzen.*

Nach dem Verfahren sollen vor der Reinigung der Filteranlagen die in diesen vorhandenen brennbaren Gase und nach der Reinigung der Anlagen vor deren Inbetriebsetzung die in den Anlagen vorhandene Luft durch nicht brennbare Gase, z. B. durch Rauchgase, die vorher zum Überhitzen der zu filtrierenden Gase verwendet werden können, aus der Anlage ausgespült d. h. entfernt werden.

14 g (3). 288 394, vom 8. Mai 1913. Siemens-Schuckert-Werke, G. m. b. H. in Siemensstadt bei Berlin. *Vorrichtung zur Verhütung unzulässiger Geschwindigkeitsänderungen.*

Gemäß der Erfindung wird die Bewegung des Steuerhebels der Maschine, die gegen unzulässige Geschwindigkeitsänderungen geschützt werden soll, in Abhängigkeit von der Stellung des Hebels gehemmt. Da durch die Stellung des Steuerhebels die Geschwindigkeit der Maschine mehr oder weniger genau bestimmt ist und durch die Größe der Hemmung der Bewegung des Hebels der Geschwindigkeitsänderung eine Grenze gesetzt ist, so erfolgt die Geschwindigkeitsänderung in Abhängigkeit von der Größe der Geschwindigkeit der Maschine. Zur Erzielung des beabsichtigten Zwecks kann der Steuerhebel *e* der Maschine mit dem Kolben *d* einer Dämpfungspumpe verbunden werden, in deren Umlaufkanäle Ventile *c* eingeschaltet sind, die vom Steuerhebel *e* mittels Kurvenstücke *b* gesteuert werden, an denen mit den Ventilen verbundene Rollen *a* anliegen.



21 d (26). 288 374, vom 12. Dezember 1914. Siemens-Schuckert-Werke, G. m. b. H. in Siemensstadt bei Berlin. *Belastungsausgleich elektrischer Anlagen, bei denen die Pufferwirkung eines Energiespeichers durch eine Vorrichtung so beeinflusst wird, daß die Energieabgabe aus dem Netz einen gleichmäßigen Wert hat.*

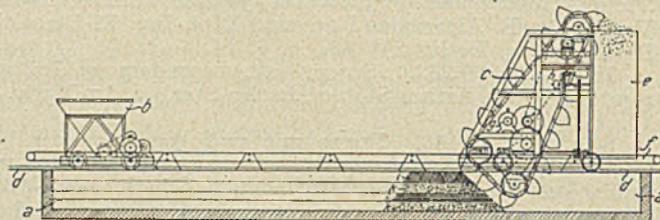
Die die Pufferwirkung des Energiespeichers beeinflussende Regelvorrichtung wird bei dem Ausgleich nach jedem Arbeitsvorgang (-spiel) selbsttätig auf einen gleichmäßig zu haltenden Wert der Energieabgabe eingestellt, der einen höhern oder niedrigeren Wert hat, wenn der Ladezustand des Energiespeichers schwächer bzw. stärker ist, als er vor dem Arbeitsvorgang (-spiel) war. Das zum Einstellen der Regelvorrichtung dienende Organ ist für gewöhnlich gesperrt und wird nur vor Beginn jedes Arbeitsvorgangs vorübergehend freigegeben, so daß es von einem Ladezustand des Energiespeichers messenden Vorrichtung verstellt werden kann. Zwischen dieser Vorrichtung bzw. der Regelvorrichtung und dem zum Einstellen der letzteren dienenden Organ kann ein elastisches Glied ein-

geschaltet sein, so daß die Meßvorrichtung auch dann arbeitet, wenn das genannte Organ gesperrt ist.

26 d (8). 288 450, vom 24. Mai 1914. Badische Anilin- und Soda-Fabrik in Ludwigshafen (Rhein). *Verfahren zur Absorption von Kohlenoxyd aus Gasgemischen, die frei von Sauerstoff sind, mittels ammoniakalischer Kupferoxydulösungen.*

Den Gasgemischen soll, bevor sie mit den Lösungen behandelt werden, so viel Sauerstoff zugeführt werden, daß eine Abscheidung von Kupfer aus den Lösungen völlig oder nahezu völlig vermieden wird.

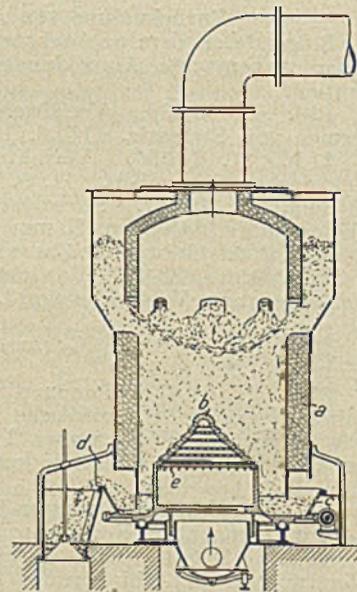
40 a (1). 288 376, vom 23. November 1913. Tellus A.G. für Bergbau und Hüttenindustrie in Frankfurt (Main). *Maschinelle Mischeinrichtung für Erze und sonstiges Gut.*



Die Einrichtung besteht aus einer Mischgrube *a*, einem Wagen *b*, einem Becherwerk *c* und einem über der Mischgrube verlegten Gleis *d* für den Wagen und das Becherwerk. Durch den Wagen wird das zu mischende Gut im gewünschten Verhältnis in übereinanderliegende wagerechte Schichten *ik* in die Mischgrube eingebracht, worauf der Grubenhalt durch das Becherwerk in einem Winkel zu den Schichten aus der Grube entnommen und über eine Rutsche *e* einer Fördereinrichtung, z. B. einem endlosen Förderband *f*, zugeführt wird.

40 a (2). 288 322, vom 30. August 1913. Heinrich Koppers in Essen. *Verfahren zum Abrösten von Schwefelkies u. dgl. in Schachtöfen, besonders für die Darstellung von Schwefelsäure.*

Zum Abrösten des Schwefelkies sollen Schachtöfen *a* mit einem umlaufenden, kegelförmigen Rost *b* und einer mit diesem verbundenen Aschenschüssel *c* verwendet werden, aus der die Rückstände durch feststehende Abstreicher (Räumer) *d* entfernt werden. Die zum Betrieb erforderliche Luft wird durch die feinen Öffnungen *e* des Rostes *b* von unten her in den Schachtöfen eingeführt.



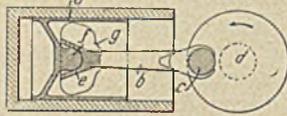
40 a (2). 288 477, vom 10. April 1912. Giovanni Fusina in Genua (Italien). *Verfahren und Vorrichtung zum Entschwefeln von Schwefelerzen.*

Der in den Erzen enthaltene Schwefel soll dadurch verbrannt werden, daß Verbrennungsluft abwechselnd in entgegengesetzter Richtung durch die Erze gesaugt oder gedrückt wird. Die eine der in dem Patent geschützten Vor-

richtungen hat einen Kettenrost, durch den die Erze durch unter Saugwirkung stehende Glocken befördert werden, die abwechselnd oberhalb und unterhalb des Rostes angeordnet sind; die zweite in dem Patent geschützte Vorrichtung besteht aus einem Ofen mit einem in dem Mauerwerk befestigten Rost und einer abnehmbaren Haube. Durch den Rost des Ofens, auf den die Erze aufgebracht und entzündet werden, wird die Verbrennungsluft dadurch abwechselnd von unten nach oben und von oben nach unten geleitet, daß abwechselnd die Haube und der Raum unterhalb des Rostes mit einer Saugvorrichtung verbunden und Luftöffnungen unterhalb und oberhalb des Rostes entsprechend abwechselnd geöffnet bzw. geschlossen werden.

46 d (5). 288 325, vom 23. November 1913. Frankfurter Maschinenbau-A.G. vorm. Pokorny & Wittekind in Frankfurt (Main)-Bockenheim. Maschine mit einfach wirkendem Kolben und Schubkurbelgetriebe, besonders für Preßluftbohrmaschinen.

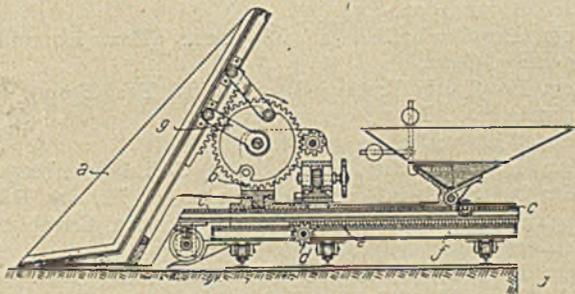
Die Pleuelstange *b* des Schubkurbelgetriebes *cd* der Maschine greift wie bekannt mit einer offenen Lagerpfanne *e* über einen Lagerkopf *f* oder mit einem Lagerkopf in eine offene Lagerpfanne des einfach wirkenden Kolbens *a*. An der Pleuelstange bzw. an dem Kolben ist eine Führung *g* vorgesehen, die so ausgebildet ist, daß die Lagerpfanne und der Lagerkopf bzw. der Lagerkopf und die Lagerpfanne der Pleuelstange sowie des Kolbens beim Anlassen der Maschine sicher richtig ineinandergreifen. Im Betriebe wird der Eingriff der Teile durch den auf den Kolben wirkenden Betriebsdruck gesichert, obgleich die Pleuelstange ohne weiteres, d. h. ohne vorheriges Lösen von Befestigungsmitteln mit dem Kurbelgetriebe aus der Maschine entfernt werden kann.



61 a (19). 288 430, vom 27. Juli 1913. Neufeld & Kuhnke in Kiel. Einrichtung für Atmungsrichtungen mit Luftreinigung.

Mit dem drehbaren Mundstück der Atmungsrichtung ist ein Drehschieber verbunden, der die Luftwege der Atmungsrichtung absperrt, wenn das Mundstück bzw. deren Platte eine von der Gebrauchslage abweichende Lage hat.

81 e (25). 288 363, vom 20. März 1913. Rudolf Michalski in Herne. Koksverlader.



Der Verloader hat eine Verladeschaufel *a*, die z. B. mit Hilfe eines Hebels *g* an einem Gestell *b* in senkrechter Richtung drehbar gelagert ist. Das Gestell *b* ist mit Hilfe eines senkrechten Zapfens in einem Rahmen *c* drehbar, der z. B. durch ein Zahnstangengetriebe *de* auf einem Fahrgestell *f* in wagerechter Richtung verschoben werden kann. Infolgedessen kann die Schaufel sowohl in senkrechter und wagerechter Richtung verschwenkt als auch in zwei zueinander senkrecht stehenden Richtungen verschoben werden.

Zeitschriftenschau.

(Eine Erklärung der hierunter vorkommenden Abkürzungen von Zeitschriftentiteln ist nebst Angabe des Erscheinungsortes, Namens des Herausgebers usw. in Nr. 1 auf den Seiten 25–27 veröffentlicht. * bedeutet Text- oder Tafelabbildungen.)

Mineralogie und Geologie.

Coals and coal fields of the Rocky Mountain region. Von Hills. Coll. Eng. Okt. S. 137/41. Geologische Besprechung der Kohlenvorkommen im Felsengebirge.

Le domaine de Kébao. Von Rameau. Bull. St. Et. Jan./März. S. 165/76*. Beschreibung des Kohlenvorkommens auf der Kébao-Insel.

Bergbautechnik.

Coal fields of South America. Von Burroughs. Coll. Eng. Okt. S. 153/5. Kurzer Überblick über Kohlenvorkommen und Kohlenmarktverhältnisse in Bolivien, Paraguay, Uruguay und Chile.

Tin-ore dressing at Llallagua, Bolivia. III. Von Copeland und Hollister. Eng. Min. J. 2. Okt. S. 555/8*. Angaben über Betrieb und Kosten der Llallagua-Gesellschaft.

Practical economy at coal mines. Von Hauger. Coll. Eng. Okt. S. 128/31. Hinweise auf Möglichkeiten zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit im Kohlenbergbau.

An interesting new Pennsylvania coal mine. Von Johnson. Coal Age. 16. Okt. S. 631/2*. Schachtausbau und Tagesanlagen in Eisen und Eisenbeton auf der neuen pennsylvanischen Grube Berry 3.

Die Entwässerung der Braunkohlenlager durch Horizontalbohrlöcher. Von Sonntag. Techn. Bl. 6. Nov. S. 178/9. Beschreibung zweier praktischer Anwendungsbeispiele.

Roosevelt drainage tunnel, Cripple Creek, Colorado. Von Sheldon. Eng. Min. J. 2. Okt. S. 545/9*. Angaben über die Art der Ausführung und die Kosten des weitern Vortreibens eines Stollens, der die Wasser verschiedener Gruben lösen soll.

Die neuesten Fortschritte der maschinellen Abbauförderung. Von Gerke. (Forts.) Bergb. 4. Nov. S. 667/70*. Beschreibung verschiedener Schüttelrutschmotoren. (Forts. f.)

Motor haulage and side tracks. II. Von Brackett. Coal Age. 16. Okt. S. 622/5*. Die Anordnung des Grubengestänges an den Übergangsstellen der verschiedenen Förderarten in Haupt- und Nebenstrecken.

Etude sur l'aérage des mines. Von Bouvat-Martin. Bull. St. Et. Jan./März. S. 5/163*. Theoretische Ausführungen über die vereinigte natürliche und künstliche Grubenbewetterung.

Über Stufenkristallisatoren mit schmalen Kühlkästen. Von Häberlein. Kali. 1. Nov. S. 325/37. Eingehende Besprechung der Frage der Stufenkristallisatoren mit schmalen Kühlkästen und deren vorteilhafter Ausgestaltung.

Welfare work of the Frick Coke Co. Coll. Eng. Okt. S. 117/24*. Überblick über die Einrichtungen zur Verbesserung der Lebens- und Arbeitsbedingungen der Arbeiter bei der genannten Gesellschaft, die 19 000 Koksöfen in Betrieb hat.

Dampfkessel- und Maschinenwesen.

Firing with coal dust. Von Wilson. Coll. Eng. Okt. S. 125/7*. Vorzüge der Kohlenstaubfeuerungen. Beschreibung der Ausführung in Scranton.

Gemeinsame Probleme des Maschinenbaues. Von Kutzbach. (Schluß.) Z. d. Ing. 6. Nov. S. 918/23*. Störungsfreier Gang des zur mechanischen Energieübertragung dienenden Triebwerks. Wettbewerbfähige Herstellung.

Der Tages- und Monatsbericht im Kraftmaschinenbetrieb. Von Winkelmann. Braunk. 5. Nov. S. 375/9. Vorschläge für die Überwachung der Betriebsergebnisse und Belastungsschwankungen von Kraftmaschinenanlagen in Verbindung mit Stromerzeugungsmaschinen. (Schluß f.)

Fortschritte im Bau der Wasserturbinen, zugleich Bericht über die Schweizerische Landesausstellung in Bern 1914. Von Wagenbach. Z. d. Ing. 6. Nov. S. 909/15*. Die wichtigsten Neuerungen auf dem Gebiet des Wasserturbinenbaues, die in Bern ausgestellt waren. Strahl turbine für 8250 PS der Maschinenfabrik Escher, Wyß & Co. in Zürich für die Anlage Borgne im Wallis. (Forts. f.)

Grubenlokomotiven der Gasmotoren-Fabrik Deutz. Von Kramer. Fördertechn. 1. Nov. S. 161/5*. Angaben über Bau und Betriebsweise der Deutzer Motorlokomotiven. Vergleichende Kostenberechnung für den Betrieb mit den verschiedenen Arten von Grubenlokomotiven. Vorzüge der Motorlokomotive.

Hüttenwesen, Chemische Technologie, Chemie und Physik.

Stoff- und Wärmebilanz des Elektro-Roheisens. Von Neumann. St. u. E. 11. Nov. S. 1152/8. Aufgestellt auf Grund der Betriebsergebnisse zweier am Trollhättan und in Donmarvett befindlicher Öfen.

Kupolofenbetrieb auf wissenschaftlicher Grundlage. Von Venator. Gieß. Ztg. 1. Nov. S. 321/5*. Ausnutzung der abziehenden Gase. Wichtigkeit der geeigneten Luftverteilung. Messungen der Luftmengen.

Über den Einfluß eines Spänebrikettzusatzes auf den Verlauf des Kupolofenschmelzprozesses und auf die Qualität des erschmolzenen Eisens. Von Wüst, unter Mitwirkung von Böcking und Stork. Ferrum. Aug./Sept. S. 157/278*. Wiedergabe von Versuchen zur Klarstellung der Frage, in welcher Weise sowohl der Schmelzvorgang im Kupolofen als auch die Güte des erschmolzenen Eisens durch einen Zusatz von Spänebriketten verändert wird.

Der Einfluß von Temperatur und mechanischer Arbeit beim Preßschmieden von Flußeisen und Stahl. Von Fuchs. Z. d. Ing. 6. Nov. S. 915/8*. Mitteilung über die Art der angestellten Versuche und ihre Ergebnisse.

Some points in the economics of zinc metallurgy. Eng. Min. J. 2. Okt. S. 551/4. Vergleich der Wirtschaftlichkeit des Betriebes von amerikanischen und europäischen Zinkhütten.

Gesetzgebung und Verwaltung.

Bergwasserrecht. Von Vossen. Techn. Bl. 6. Nov. S. 177/8. Überblick über den durch die Neuordnung des Wasserrechts geschaffenen Rechtszustand in seiner Rückwirkung auf den Betrieb des Bergbaues. (Forts. f.)

Verkehrs- und Verladewesen.

Railway coal-storage plants. Coal Age. 16. Okt. S. 626/7*. Beschreibung zweier amerikanischer Stapelungs- und Verladeanlagen für Kohle.

Ausstellungs- und Unterrichtswesen.

Die Deutsche Ausstellung »Das Gas« München 1914. (Forts.) J. Gasbel. 6. Nov. S. 658/62*. Mitteilungen

von Schilling über die Verwendung des Gases in gewerblichen Gasfeuerstätten, beim Betriebe von Schmelz-, Glüh-, Brenn- und Trockenöfen. (Forts. f.)

Personalien.

Dem Hilfsarbeiter beim Herzogl. Braunschweigischen Bergrevier in Braunschweig, Bergassessor Rothmaler, Hauptmann d. R. im Pion.-Rgt. 31, sind das Eiserne Kreuz erster Klasse, der Kgl. Bayer. Militärverdienstorden vierter Klasse mit Schwertern und das Herzogl. Braunschweigische Kriegsverdienstkreuz verliehen worden.

Dem ständigen Hilfsarbeiter bei der Kgl. Geologischen Landesanstalt in Berlin, Bergassessor Baumann, Leutnant d. R., ist das Eiserne Kreuz erster Klasse verliehen worden.

Das Eiserne Kreuz ist verliehen worden:

dem Bergwerksdirektor, Oberbergat Bellinger in Götteborn, Hauptmann d. R.,

dem Berginspektor Ritschel beim Steinkohlenbergwerk König (O.-S.), Oberleutnant d. R. und Führer einer schweren Minenwerferabtt.,

dem Bergassessor Spranck (Bez. Breslau), Oberleutnant d. R.,

dem Bergassessor Schnaß (Bez. Bonn), Leutnant d. L. und Kompagnieführer,

dem Bergassessor Ficbig beim Reichs-Kolonialamt, Leutnant d. R. und Kompagnieführer,

dem Bergassessor Reuter (Bez. Breslau), Leutnant d. R., dem Bergassessor Schnepfer (Bez. Dortmund), Leutnant d. R.,

dem Hilfsarbeiter bei der Herzogl. Kammer, Direktion der Bergwerke zu Braunschweig, Bergassessor Meyerhoff, Leutnant d. R.,

dem Geologen Dr. Herrmann bei der Geologischen Landesanstalt in Berlin, Leutnant d. R.,

dem Bergreferendar Mackensy (Bez. Breslau), Leutnant d. R.,

dem Bergreferendar Adolf Lohmann (Bez. Breslau), Leutnant d. R.,

dem Bergreferendar Grumbrecht (Bez. Clausthal), Leutnant d. R. und Kompagnieführer,

dem Bergreferendar Cloos (Bez. Bonn), Leutnant d. R., dem Bergbaubeflissenen v. Dassel (Bez. Bonn), Leutnant d. R. im Pion.-Rgt. 30,

dem Bergbaubeflissenen Machens (Bez. Dortmund), Kriegsfreiw.-Gefr.,

dem Bergbaubeflissenen Weisdorff (Bez. Bonn), Vize-wachtmeister d. R.

Ferner ist verliehen worden:

dem Berginspektor Kuhn beim Steinkohlenbergwerk Heinitz bei Saarbrücken, Oberleutnant d. R., das Ritterkreuz zweiter Klasse mit Schwertern vom Großherzogl. Badischen Orden des Zähringer Löwens,

dem Bergassessor Abels (Bez. Bonn), Leutnant d. R., das Großherzogl. Oldenburgische Friedrich-August-Kreuz,

dem Hilfsarbeiter beim Bergrevier Duisburg, Bergassessor Schilling, Oberleutnant d. R., das Herzogl. Braunschweigische Kriegsverdienstkreuz,

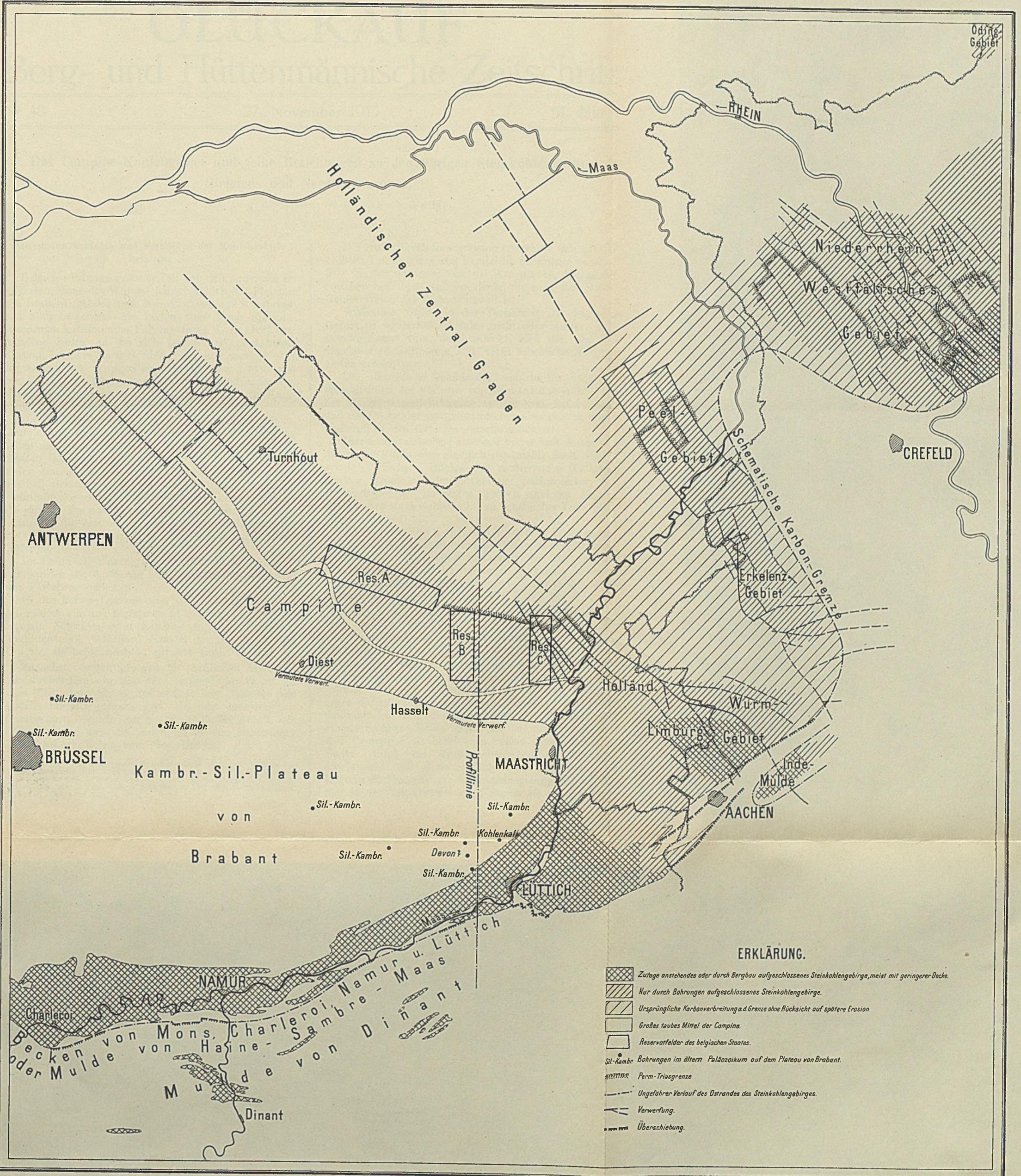
dem Geologen bei der Geologischen Landesanstalt in Berlin, Dr. Kegel, freiw. Krankenpflieger beim Roten Kreuz, die Rote Kreuz-Medaille dritter Klasse,

dem Bergreferendar Köllmann (Bez. Dortmund), Leutnant d. R., das Fürstlich Lippische Kriegsverdienstkreuz zweiter Klasse.

Den Tod für das Vaterland fand:

der Bergreferendar Wolfgang Kühne (Bez. Bonn), Leutnant d. R., im Alter von 25 Jahren.

ÜBERSICHTSKARTE DER STEINKOHLENVORKOMMEN VON BELGIEN, HOLLAND, AACHEN UND WESTFALEN.



Photolith. v. Bogden Giesevis, Berlin W. Bülowstr. 68.