

GLÜCKAUF

Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

Nr. 32

9. August 1919

55. Jahrg.

Die Fallbeschleunigung der Körper in Flüssigkeiten.

Von Dipl.-Bergingenieur K. Kegel, o. Professor für Bergbaukunde an der Bergakademie Freiberg.

Die bisher zur Berechnung der Fallgeschwindigkeiten von Körpern in Flüssigkeiten gebräuchliche Formelentwicklung weist anerkanntermaßen Unzulänglichkeiten auf. Bei allen nähern Untersuchungen hat sich herausgestellt, daß nach der Theorie gleichfällige Körper, besonders auch Kugeln von sehr regelmäßiger Oberfläche, recht häufig durchaus nicht gleichfällig sind. Daraus geht hervor, daß in der Formelentwicklung wichtige Faktoren entweder unberücksichtigt geblieben oder falsch eingesetzt worden sind.

Die bisherige Formelentwicklung geht davon aus, daß der Abtrieb eines in einer Flüssigkeit fallenden Körpers gleich seinem Gewicht, vermindert um den Auftrieb, d. h. um das Gewicht der von ihm verdrängten Flüssigkeit, ist, sofern man zunächst von der Reibung absieht. Da sich die Massen wie die spezifischen Gewichte verhalten, so folgt daraus für die Beschleunigung die Gleichung:

$$p_r = g \cdot \left(\frac{S-s}{S} \right)$$

worin p_r die Abtriebbeschleunigung in reibungsloser Flüssigkeit, g die Erdbeschleunigung, S das spezifische Gewicht des fallenden Körpers und s das spezifische Gewicht der Flüssigkeit bedeuten.

Man nimmt nun an, daß der Körper bei seinem Fall durch die Flüssigkeit einen Widerstand zu überwinden hat, der gleich ist dem Gewicht einer Flüssigkeitssäule von der Höhe $\frac{v^2}{2 \cdot g}$ und einem Querschnitt, der dem größten Querschnitt entspricht, den der Körper normal zur Fallrichtung aufweist, vervielfacht mit einer von der Körperform abhängigen Konstanten. Sonach ergibt sich die allgemeine Formel für den Widerstand:

$$W = \frac{\epsilon}{2 \cdot g} \cdot s \cdot F \cdot v^2,$$

beziehungsweise für Kugeln:

$$W = \frac{\epsilon_1}{2g} \cdot s \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot v^2.$$

Die vom Widerstand W abhängige Beschleunigung p der Kugel von dem spezifischen Gewicht S wird erhalten, wenn man W durch ihre Massen $\frac{\pi}{6} \cdot \frac{d^3 \cdot S}{g}$ teilt.

Man erhält dann:

$$p = \frac{3 \epsilon \cdot s \cdot v^2}{4 \cdot S \cdot d}$$

Als höchste »Grenzgeschwindigkeit« wird die Geschwindigkeit angesehen, für die der Widerstand dem Abtrieb gleich ist. Dann wird:

$$p = g \cdot \left(1 - \frac{s}{S} \right) - \frac{3 \cdot \epsilon \cdot s \cdot v^2}{4 \cdot S \cdot d} = 0.$$

Hieraus ergibt sich u. a. auch die bekannte Beziehung für die Gleichfälligkeit:

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{S_2 - s}{S_1 - s}$$

Bereits eingangs war darauf hingewiesen worden, daß die Fallformel hinsichtlich der errechneten Gleichfälligkeit recht häufig versagt. Mir scheint ihr Fehler darin zu liegen, daß man den Widerstand W durch die ganze Masse des fallenden Körpers teilt. Der Körper drückt auf die Flüssigkeit nicht mehr mit seinem vollen Gewicht, sondern mit einem der verdrängten Wassermasse entsprechend verminderten Gewicht.

Im folgenden soll eine Ableitung der Fallformel zu geben versucht werden, die anscheinend den tatsächlichen Verhältnissen entspricht.

Voraussetzungen der Formel.

Im luftleeren Raume fallen alle Körper mit einer gleichförmigen Beschleunigung g . Die Kraft, die dabei ständig auf den Körper übertragen wird, ist bekanntlich gleich dem Produkt aus der Masse des Körpers und der Beschleunigung, also: Beschleunigungskraft $K_b = M \cdot g$.

Setzt man die Masse M gleich dem Körperinhalt I , vervielfacht mit seinem spezifischen Gewicht S und dem Faktor $\frac{1}{g}$, so ist $K_b = \frac{I \cdot S}{g} \cdot g$.

In einer zunächst reibungslos angenommenen Flüssigkeit wird die Fallbeschleunigung um die Auftriebbeschleunigung vermindert, da von der verdrängten Flüssigkeit stets soviel aufsteigen muß, wie dem Fall des Körpers entspricht. Die Beschleunigungskraft des Auftriebes, d. h. seine dynamische Wirkung, ist gleich der Erdbeschleunigungskraft der vom Körper verdrängten Flüssigkeitsmenge, die beim Fall des Körpers überwunden werden muß. Setzt man das spezifische Gewicht der

Flüssigkeit gleich s , so ist diese Kraft gleich $I \cdot s \cdot g$. Sonach ist die Beschleunigungskraft des in einer Flüssigkeit fallenden Körpers ohne Berücksichtigung der Reibung:

$$P_r \cdot \frac{I \cdot S}{g} = g \cdot \frac{S \cdot I}{g} - g \cdot \frac{s \cdot I}{g}$$

woraus sich ergibt:

$$I \dots \dots \dots P_r = g \cdot \frac{S-s}{S}$$

Hierin ist p_r die theoretische Beschleunigung des in reibungsloser Flüssigkeit fallenden Körpers, die sonach von der Korngröße des Körpers ebenso unabhängig ist wie die Fallbeschleunigung im luftleeren Raum.

Die Flüssigkeit setzt aber dem freien Fall einen Widerstand entgegen, dessen Wirkung in geradem Verhältnis mit dem Quadrat der Fallgeschwindigkeit und in umgekehrtem Verhältnis zum spezifischen Flächendruck wächst. Der Widerstand ist gleich dem Produkt dieser beiden Faktoren, vervielfacht mit einer Reibungskonstanten. Hierbei ist hinsichtlich des spezifischen Flächendrucks zu beachten, daß der in einer Flüssigkeit befindliche Körper infolge der statischen Wirkung des Auftriebes um das Gewicht der verdrängten Flüssigkeitsmenge leichter wird.

Diese Konstante muß gleich der Summe der Konstanten der Viskosität der Flüssigkeit und der Rauhig-

keit der Oberfläche des fallenden Körpers sein und offenbar noch von der Netzbarkeit der Körper mit der zu durchfallenden Flüssigkeit abhängen. Die Gesamtkonstante würde sich sonach aus der Summe der Zähflüssigkeitskonstanten c_1 , der Rauigkeitskonstanten c_2 und der Netzungskonstanten c_3 zusammensetzen.

In der nachstehenden Berechnung werden diese einzelnen Konstanten noch nicht getrennt. Die vorhandenen Unterlagen reichen nicht aus, um sie mit Sicherheit bestimmen zu können.

Formelentwicklung.

Bezeichnet man mit:

- p die tatsächliche Beschleunigung des Körpers
- I den Inhalt des Körpers,
- F den größten wagerechten Querschnitt des Körpers im Fall,
- v die Fallgeschwindigkeit,
- x die Fallhöhe,
- S das spezifische Gewicht des Körpers,
- s das spezifische Gewicht der Flüssigkeit,
- $c = c_1 + c_2 + c_3$ die Reibungskonstante und
- g die Erdbeschleunigung.

so ist der spezifische Flächendruck gleich $\frac{I(S-s)}{F}$ und die tatsächliche Beschleunigung des in einer Flüssigkeit fallenden Körpers unter Berücksichtigung der Formel I und des Reibungswiderstandes:

$$II. \dots \dots \dots p = \frac{dv}{dt} = g \cdot \frac{S-s}{S} - c \cdot \frac{F \cdot v^2}{I \cdot (S-s)} \dots \dots \dots 1) \text{ setzt man } \frac{c \cdot F}{I \cdot (S-s)} = z, \text{ so ist:}$$

nach Einsetzung von Formel 1 ist:

$$p = \frac{dv}{dt} = \left[g \cdot \frac{(S-s)}{S \cdot z} - v^2 \right] z \dots \dots \dots 2) \text{ setzt man } \sqrt{\frac{g \cdot (S-s)}{S \cdot z}} = a, \text{ so ist, wenn}$$

wird Formel 2 eingesetzt, so ist:

$$p = \frac{dv}{dt} = (a^2 - v^2) z \dots \dots \dots 2a) \ a = (S-s) \cdot \sqrt{\frac{g \cdot I}{S \cdot c \cdot F}}$$

$$dt = \frac{1}{z} \cdot \frac{dv}{a^2 - v^2} \dots \dots \dots 3) \text{ nun ist:}$$

Aus Formel 3 folgt:

$$dt = \frac{1}{2 \cdot z \cdot a} \left(\frac{1}{a+v} + \frac{1}{a-v} \right) dv \dots \dots \dots \frac{1}{a+v} \cdot \frac{1}{a-v} = \frac{(a-v) + (a+v)}{(a+v) \cdot (a-v)} = \frac{2a}{a^2 - v^2}$$

$$\text{also:} \quad \frac{1}{a^2 - v^2} = \frac{1}{2a} \left[\frac{1}{a+v} + \frac{1}{a-v} \right]$$

$$\int dt = \frac{1}{2 \cdot z \cdot a} \cdot \int \left[\frac{1}{a+v} + \frac{1}{a-v} \right] \cdot dv + C \dots \dots \dots 4) \text{ setzt man } a+v = u, \text{ so ist:}$$

Gemäß Formel 4 ist

$$du = dv \text{ und } \int \frac{du}{u} = \int \frac{dv}{u} = \ln u = \ln (a+v);$$

$$\text{setzt man ferner } a-v = u, \text{ so ist:}$$

$$-du = +dv \text{ und } -\frac{du}{u} = \frac{+dv}{u} = -\ln u = -\ln(a-v).$$

$$t = \frac{1}{2 \cdot z \cdot a} \left[\ln (a+v) - \ln (a-v) \right] + C$$

$$t = \frac{1}{2 \cdot z \cdot a} \cdot \ln \frac{a+v}{a-v} + C$$

oder, wenn die Werte von z und a aus den Formeln 1 und 2 eingesetzt werden:

$$\text{III.} \dots \dots \dots t = \frac{1}{2 \cdot \sqrt{\frac{c \cdot g \cdot F}{S \cdot I}}} \cdot \ln \frac{(S-s) \cdot \sqrt{\frac{g \cdot I}{c \cdot S \cdot F}} + v}{(S-s) \cdot \sqrt{\frac{g \cdot I}{c \cdot S \cdot F}} - v} + C.$$

Bei t=0 und v=0 ist auch C=0.

Aus Gleichung III folgt, wenn man den Wert a wieder in den Bruch einsetzt:

$$2 \cdot t \cdot \sqrt{\frac{c \cdot g \cdot F}{S \cdot I}} = \ln \frac{a+v}{a-v} \quad \text{5) man setzt } \sqrt{\frac{c \cdot g \cdot F}{S \cdot I}} = \sqrt{B}$$

Gemäß Formel 5 ergibt sich dann:

$$e^{2 \cdot t \cdot \sqrt{B}} = \frac{a+v}{a-v}$$

$$\text{IV.} \dots \dots v = \frac{a \cdot (e^{2 \cdot t \cdot \sqrt{B}} - 1)}{(e^{2 \cdot t \cdot \sqrt{B}} + 1)} = (S-s) \cdot \sqrt{\frac{g \cdot I}{c \cdot S \cdot F}} \cdot \frac{e^{2 \cdot t \cdot \sqrt{B}} - 1}{e^{2 \cdot t \cdot \sqrt{B}} + 1} \dots \dots \text{s. die Nebengleichungen 1, 2 und 2a.}$$

Der Wert des Bruches nähert sich bei wachsendem t schnell dem Werte 1 und ist gleich 1 bei t = ∞. In

diesem Falle ist die der höchsten Fallgeschwindigkeit entsprechende Endgeschwindigkeit

$$\text{IVa.} \dots \dots v_{\max} = (S-s) \cdot \sqrt{\frac{g \cdot I}{c \cdot S \cdot F}} = a \dots \dots \dots \text{s. Nebengleichung 2.}$$

Zur gleichen Formel für die höchste Fallgeschwindigkeit kommt man auf einem andern, kürzern Wege.

Gemäß Formel II ist:

$$p = \frac{dv}{dt} = g \cdot \frac{S-s}{S} - c \cdot \frac{F}{I \cdot (S-s)} \cdot v^2$$

woraus folgt

$$\frac{d^2v}{dt^2} = - \frac{c \cdot F}{I \cdot (S-s)} \cdot 2 \cdot v;$$

v ist also ein Maximum, wenn

$$\frac{dv}{dt} = g \cdot \frac{(S-s)}{S} - \frac{c \cdot F}{I \cdot (S-s)} \cdot v^2 = 0 \text{ ist.}$$

Daraus ergibt sich:

$$\frac{c \cdot F}{I \cdot (S-s)} \cdot v_{\max}^2 = g \cdot \frac{(S-s)}{S}$$

$$v_{\max}^2 = (S-s)^2 \cdot \frac{g \cdot I}{c \cdot S \cdot F}$$

$$v_{\max} = (S-s) \cdot \sqrt{\frac{g \cdot I}{c \cdot S \cdot F}} \dots \dots \dots \text{s. IVa.}$$

Aus Formel IVa ergeben sich für das Verhältnis der Fallgeschwindigkeiten zueinander und für die Gleichfälligkeit von Kugeln die folgenden Formeln:

Sind S und c beider Kugeln einander gleich, so ist:

$$\text{Va.} \dots \dots \frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{d_1}{d_2} \text{ und Gleichfälligkeit bei } d_1 = d_2.$$

Ist nur c beider Kugeln verschieden und S₁ = S₂, so ist:

$$\text{Vb.} \dots \dots \frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{c_2 \cdot d_1}{c_1 \cdot d_2} \text{ und Gleichfälligkeit bei}$$

$$c_2 \cdot d_1 = c_1 \cdot d_2.$$

Ist c₁ = c₂ und S beider Kugeln verschieden, so ist Gleichfälligkeit vorhanden, wenn

$$\text{Vc.} \dots \dots \frac{(S_1-s)^2 \cdot S_2}{S_1 \cdot (S_2-s)^2} = \frac{d_2}{d_1}$$

und allgemein gilt:

$$\text{Vd.} \dots \dots \frac{(S_1-s)^2 \cdot c_2 \cdot S_2}{(S_2-s)^2 \cdot c_1 \cdot S_1} = \frac{d_2}{d_1} \text{ für die Gleichfälligkeit.}$$

Hiernach sind für Quarz- und Kennelkohlenkugeln die Bedingungen der Gleichfälligkeit erfüllt bei

$$S_q = 2,648 \quad S_k = 1,308 \\ c_q = 0,108 \quad c_k = 0,0533,$$

wenn sich die Durchmesser

$$d_q : d_k = 1 : 7 \text{ verhalten.}$$

(Die Werte von c_q und c_k sind der später folgenden Berechnung der Reibungskonstanten entnommen.)

Wäre c_q = c_k, so würde die Gleichfälligkeit eintreten bei d_q : d_k = 1 : 14.

Nach der alten Formel müßte Gleichfälligkeit eintreten, wenn sich d_q : d_k = (S_k - 1) : (S_q - 1) = 1 : 5,35 verhalten.

Die Fallhöhe wird bekanntlich nach der allge-

meinen Formel $\int_0^x dx = v \int_0^t dt$ berechnet. Setzt man v

aus Formel IV unter Berücksichtigung der Größe a aus Formel IVa ein, so ist:

$$\int_0^x dx = V_{max} \int_0^x \frac{e^{t \cdot \sqrt{B}} - 1}{e^{t \cdot \sqrt{B}} + 1} dt + C \quad \dots \dots \dots 6) \text{ vervielfacht man den Bruch mit } \frac{\sqrt{B} \cdot e^{-t \cdot \sqrt{B}}}{\sqrt{B} \cdot e^{-t \cdot \sqrt{B}}}$$

$$\int_0^x dx = V_{max} \int_0^x \frac{\sqrt{B} \cdot e^{t \cdot \sqrt{B}} - \sqrt{B} \cdot e^{-t \cdot \sqrt{B}}}{\sqrt{B} \cdot e^{t \cdot \sqrt{B}} + \sqrt{B} \cdot e^{-t \cdot \sqrt{B}}} dt + C \quad \dots \dots \dots 7) \text{ nun ist:}$$

$$d e^{mx} = m \cdot e^{mx} dx$$

$$d e^{-mx} = -m e^{-mx} dx$$

und

$$d (ax + bx) = d ax + d bx,$$

woraus folgt:

$$dt [\sqrt{B} \cdot e^{t \cdot \sqrt{B}} - \sqrt{B} \cdot e^{-t \cdot \sqrt{B}}] = d [e^{t \cdot \sqrt{B}} + e^{-t \cdot \sqrt{B}}]$$

Formel 7) eingesetzt, ergibt:

$$\int_0^x dx = V_{max} \int_0^x \frac{d [e^{t \cdot \sqrt{B}} + e^{-t \cdot \sqrt{B}}]}{\sqrt{B} \cdot [e^{t \cdot \sqrt{B}} + e^{-t \cdot \sqrt{B}}]} + C \quad \dots \dots \dots 8) \text{ setzt man}$$

$$e^{t \cdot \sqrt{B}} + e^{-t \cdot \sqrt{B}} = u \text{ und } \int \frac{du}{u} = \ln u, \text{ so ist:}$$

$$X = \frac{V_{max}}{\sqrt{B}} \ln [e^{t \cdot \sqrt{B}} + e^{-t \cdot \sqrt{B}}] + C \quad \dots \dots \dots 9) \text{ Zur Bestimmung der Konstanten C setzt man } x = 0 \text{ bei } t = 0. \text{ Dann ist:}$$

$$0 = \frac{V_{max}}{\sqrt{B}} \cdot \ln 2 + C$$

$$C = -\frac{V_{max}}{\sqrt{B}} \cdot \ln 2, \text{ woraus sich ergibt:}$$

$$X = \frac{V_{max}}{\sqrt{B}} \cdot \ln [e^{t \cdot \sqrt{B}} + e^{-t \cdot \sqrt{B}}] - \frac{V_{max}}{\sqrt{B}} \cdot \ln 2.$$

Daraus entsteht durch Umformung: [s. 4) und 2a)]

$$VI. X = \frac{(S-s) \cdot I}{c \cdot F} \cdot \ln \left(\frac{e^{t \cdot \sqrt{B}} + e^{-t \cdot \sqrt{B}}}{2} \right) = \frac{(S-s) \cdot I}{c \cdot F} \cdot \left[\ln \left(\frac{e^{2t \cdot \sqrt{B}} + 1}{e^{t \cdot \sqrt{B}}} \right) - \ln 2 \right]$$

$$VIa. X = \frac{(S-s) \cdot I}{c \cdot F} \cdot \ln \left(\frac{e^{2 \cdot t \cdot \sqrt{\frac{c \cdot g \cdot F}{S \cdot I}}} + 1}{2 \cdot e^{t \cdot \sqrt{\frac{c \cdot g \cdot F}{S \cdot I}}}} \right)$$

Für Kugeln ergibt sich:

$$X = \frac{(S-s) \cdot 2 \cdot d}{c \cdot 3} \cdot \ln \left(\frac{e^{2 \cdot t \cdot \sqrt{\frac{c \cdot g \cdot 3}{S \cdot 3 \cdot d}}} + 1}{2 \cdot e^{t \cdot \sqrt{\frac{c \cdot g \cdot 3}{S \cdot 3 \cdot d}}}} \right)$$

$$10) \frac{I}{F} = \frac{d^3 \cdot \pi}{6} \cdot \frac{4}{d^2 \cdot \pi} = \frac{2 \cdot d}{3}$$

$$VIb. X = \frac{2}{3} \cdot \frac{(S-s) \cdot d}{c} \cdot \ln \left(\frac{e^{2 \cdot t \cdot \sqrt{\frac{c}{S \cdot d}}} + 1}{2 \cdot e^{t \cdot \sqrt{\frac{c}{S \cdot d}}}} \right)$$

Um die Formel zu vereinfachen, kann man berücksichtigen, daß in Formel VI die Größe $e^{-t \cdot \sqrt{B}}$ sich bei wachsendem t schnell dem Werte 0 nähert, und sie

daher vernachlässigen. Dann entsteht aus Formel VI die Gleichung:

$$X = \frac{(S-s) \cdot I}{c \cdot F} \cdot [\ln e^{t \cdot \sqrt{B}} - \ln 2] \quad \dots \dots \dots 11) \text{ setzt man } \ln e^x = x \cdot \ln e = x,$$

da $\ln e = 1$ ist,

so ergibt sich:

$$X = \frac{(S-s) \cdot I}{c \cdot F} \cdot [t \cdot \sqrt{B} - \ln 2]$$

$$VIc. X = \frac{(S-s) \cdot I}{c \cdot F} \cdot \left[t \cdot \sqrt{\frac{c \cdot g \cdot F}{S \cdot I}} - \ln 2 \right] \quad \dots \dots \dots 12) \ln 2 = 0,6931.$$

Für kugelige Körper wird unter Berücksichtigung der Nebengleichung 10 und Formel VIc

$$X = \frac{(S-s) \cdot 2 \cdot d}{3 \cdot c} \left[t \cdot \sqrt{\frac{c \cdot g \cdot 3}{S \cdot 2 \cdot d}} - \ln 2 \right] \dots \dots \dots 13) \sqrt{\frac{3 \cdot g}{2}} = 3,835 = \sim 3,84$$

$$\text{VI d. } X = \frac{2(S-s) \cdot d}{3 \cdot c} \left[3,84 \cdot t \sqrt{\frac{c}{d \cdot S}} - 0,693 \right]$$

oder aus der Formel VIc

$$X = \frac{(S-s) \cdot I}{c \cdot F} \left[t \cdot \sqrt{\frac{c \cdot g \cdot F}{S \cdot I}} - \ln 2 \right]$$

$$X = (S-s) \cdot t \cdot \sqrt{\frac{g \cdot I}{c \cdot S \cdot F}} - \frac{(S-s) \cdot I}{c \cdot F} \cdot \ln 2$$

wird für Kugeln

$$X = (S-s) \cdot t \sqrt{\frac{g \cdot 2 \cdot d}{c \cdot S \cdot 3}} - \frac{(S-s) \cdot 2 \cdot d}{c \cdot 3} \cdot \ln 2 \dots \dots \dots 14) \sqrt{\frac{2 \cdot g}{3}} = 2,556$$

$$\text{VI c. } X = (S-s) \left[2,556 \cdot t \sqrt{\frac{d}{c \cdot S}} - 0,462 \frac{d}{c} \right] \quad \frac{2}{3} \cdot \ln 2 = 0,462$$

Besprechung der Formeln.

Aus dem bekannten Fallgesetz im luftleeren Raume ist abgeleitet worden, daß die Beschleunigung eines frei fallenden Körpers in einer reibungslosen Flüssigkeit

$p_r = g \cdot \frac{(S-s)}{S}$ beträgt. Ist $S = s$, so wird $p_r = 0$, d. h.

der Körper schwimmt oder schwebt. Ist $s > S$, so wird p_r negativ, d. h. der Körper steigt auf, die Fallbeschleunigung wird zur Auftriebsbeschleunigung. Um positive Werte für die Auftriebsbeschleunigung zu erhalten, muß man die rechte Seite der Gleichung I mit -1 vervielfachen.

Die Gleichung II zeigt deutlich, daß die Fallbeschleunigung, die in reibungsloser Flüssigkeit ausschließlich vom spezifischen Gewicht abhängig ist, auch unter Berücksichtigung der Reibung bei Beginn des Falles, also bei geringer Fallgeschwindigkeit, vorwiegend vom spezifischen Körpergewicht abhängt, während Korngröße und Reibungswiderstand zunächst zurücktreten und die Fallbeschleunigung erst mit zunehmender Fallgeschwindigkeit immer stärker beeinflussen.

Besonders bemerkenswert sind die Feststellungen über die Gleichfälligkeit (Formeln V) und über die höchste Fallgeschwindigkeit (Formeln IV).

Versuche, durch welche die höchsten Fallgeschwindigkeiten verschiedener Körper im Wasser auf kinematographischem Wege festgestellt worden sind, haben ergeben, daß die Widerstandskonstanten auch bei polierten Kugeln aus verschiedenem Stoff nicht gleich sind, wohl aber bei polierten Kugeln gleichen Stoffes. Von Schulz, der diese Versuche mit peinlicher Sorgfalt durchgeführt hat¹, sind allerdings nicht die erforderlichen physikalisch-mathematischen Schlußfolgerungen aus seinen Beobachtungen gezogen worden.

¹ Schulz: Neue Bestimmungen der Konstanten der Fallgesetze in der nassen Aufbereitung mit Hilfe der Kinematographie und Betrachtungen über das Gleichfälligkeitgesetz. Glückauf 1915, S. 457.

Bei der Beurteilung der nachstehenden Berechnungen ist zu berücksichtigen, daß die Kugeln, wie auch Schulz ausdrücklich angibt, geringe Unregelmäßigkeiten der Form aufweisen¹. Da sich die Körper nach der Fläche des geringsten Widerstandes einstellen, werden die ermittelten Fallgeschwindigkeiten etwas zu hoch, die Widerstandskonstanten etwas zu niedrig sein. Die höchsten Werte werden danach dem tatsächlichen Werte am nächsten stehen. Jedoch sind auch sonst noch geringe Versuchsfehler möglich.

Die Tatsache, daß sich hier Unterschiede der Konstanten verschiedener Minerale ergeben haben, machen die Vermutung wahrscheinlich, daß die Größe des Reibungswiderstandes in einer bestimmten Flüssigkeit, abgesehen von der Zähflüssigkeit, nicht nur von der Rauigkeit der Körperoberfläche, sondern allem Anschein nach auch von dem Vermögen der Körper, mit der Flüssigkeit zu netzen oder nicht zu netzen, in erheblichem Maße bestimmt wird. Auch der Grad der Netzungsfähigkeit verschiedener Körper scheint sehr verschieden zu sein.

Zunächst seien hier die Ergebnisse der Schulzschen Versuche angegeben, bei denen c nach der Formel IVA errechnet wird. Aus dieser Formel

$$v_{\max} = (S-s) \cdot \sqrt{\frac{g \cdot I}{c \cdot S \cdot F}} \text{ ergibt sich für Kugeln}$$

$$c = \frac{(S-s)^2 \cdot 2 \cdot g \cdot d}{v_{\max}^2 \cdot 3 \cdot S}$$

Nach dieser Formel sind die nachstehenden Konstanten c auf Grund der Schulzschen Versuche errechnet worden. Hier ist v_{\max} gleich der durch die Versuche ermittelten höchsten Fallgeschwindigkeit, d gleich den festgestellten Kugeldurchmessern und S gleich den spezifischen Gewichten der Versuchskörper.

¹ a. a. O. S. 464

Zusammenstellung der Rechnungsergebnisse nach der neuen Formel unter Benutzung der Schulzschen Fallversuche.

Versuchsergebnisse nach Schulz				Widerstands-konstante
Körper	d m	S	v _{max} m/sek	$c = \frac{(S-s)^2 \cdot 2 \cdot g \cdot d}{(v_m)^2 \cdot 3 \cdot S}$
Marmorkugeln, glatt poliert	0,00988	2,718	0,683	0,15041
	0,00973	2,718	0,657	0,16015
	0,0089	2,718	0,687	0,13392
	0,0079	2,718	0,651	0,13238
	0,00705	2,718	0,614	0,13280
	0,00518	2,718	0,541	0,12569
	0,00419	2,718	0,471	0,13413
	0,00320	2,718	0,404	0,13924
Durchschnittliche Widerstandskonstante c				0,13859
Marmorkugeln, rauh	0,00986	2,718	0,739	0,12822
	0,00890	2,718	0,674	0,13913
	0,00792	2,718	0,641	0,13689
	0,00705	2,718	0,612	0,13368
	0,00501	2,718	0,576	0,12651
	0,00518	2,718	0,515	0,13870
	0,00423	2,718	0,463	0,14013
0,00320	2,718	0,387	0,15174	
Durchschnittliche Widerstandskonstante c				0,13687
Kannelkohle- Kugeln, glatt poliert	0,010	1,308	0,322	0,0457
	0,009	1,308	0,273	0,0577
	0,008	1,308	0,265	0,0540
	0,007	1,308	0,244	0,0559
Durchschnittliche Widerstandskonstante c				0,0533
Quarkugeln, glatt poliert	0,01014	2,648	0,799	0,1065
	0,00898	2,648	0,746	0,1082
	0,00800	2,648	0,724	0,1024
	0,00700	2,648	0,633	0,1171
	0,00600	2,648	0,616	0,1060
	Durchschnittliche Widerstandskonstante c			
Stahlkugeln, glatt poliert	0,00783	7,783	1,404	0,15356
	0,00550	7,783	1,284	0,12900
Durchschnittliche Widerstandskonstante c				0,1412
Schwefelkies- Kugeln, glatt poliert	0,0100	4,978	1,056	0,18643
	0,0090	4,978	1,033	0,17534
	0,0080	4,978	0,838	0,23684
	0,0042	4,978	0,697	0,17974
Durchschnittliche Widerstandskonstante c				0,19459
Zinkblende-Kugeln glatt poliert	0,01000	4,051	0,893	0,1884
	0,00900	4,051	0,849	0,1876
	0,00800	4,051	0,814	0,1814
	0,00700	4,051	0,711	0,2081
	0,00565	4,051	0,710	0,1685
	0,00548	4,051	0,686	0,1750
Durchschnittliche Widerstandskonstante c				0,1848
Bleischweif- Kugeln, glatt poliert	0,01000	7,366	1,489	0,1620
	0,00900	7,366	1,282	0,1970
	0,00800	7,366	1,278	0,1762
	0,00600	7,366	0,997	0,2172
	0,00276	7,366	0,746	0,1784
	0,00263	7,366	0,678	0,2058
	Durchschnittliche Widerstandskonstante c			

Hiernach ergeben sich folgende Konstanten für die Verzögerung des freien Falles von Kugeln in ruhendem Wasser:

Körper (Kugeln)	mittlere Konstante c bei	
	glatt polierter Oberfläche	rauh
Kannelkohle	0,0533	—
Quarz	0,1080	—
Marmor	0,1386	0,1369
Stahl	0,1412	—
Zinkblende	0,1848	—
Bleischweif	0,1894	—
Schwefelkies	0,1946	—

Ein wertvoller Beweis für die Richtigkeit der neuen Formeln ergibt sich durch Vergleich der danach errechneten mit den kinematographisch aufgenommenen tatsächlichen Fallwegen. In der nachstehenden Zusammenstellung sind die Fallwege für eine Schwefelkieskugel von 10 mm Durchmesser bei c = 0,195 sowie für

Körper	Fallzeit sek	Fallweg			
		nach dem beobachteten Versuchsergebnis von Schulz	nach der neuen Formel	nach der Formel von v. Sparre-Rittinger	nach der von Pappertiz berichtigten Sparreschen Formel
Schwefelkies S = 4,978 c = 0,195 (c = 0,186) d = 0,01 m	0,05	0,009	0,0085	0,051	—
	0,13	0,061	0,067	0,133	0,038
	0,20	0,124	0,116	0,204	0,113
	0,27	0,196	0,181	0,275	0,188
	0,33	0,259	0,246	0,336	0,252
	0,40	0,338	0,319	0,409	0,327
	0,46	0,406	0,380	0,469	0,392
	0,52	0,476	0,441	0,530	0,456
	0,58	0,543	0,504	0,591	0,520
	0,65	0,611	0,577	0,662	0,596
	0,71	0,676	0,638	0,721	0,660
0,84	0,810	0,773	0,854	0,799	
0,90	0,877	0,836	0,918	0,864	
0,97	0,948	0,907	0,989	0,939	
1,05	1,022	0,953	1,070	1,025	
	1,05	1,022	1,013	1,070	1,025
Marmor S = 2,718 c = 0,138 d = 0,0032 m	0,05	0,007	0,00668	0,019	0,002
	0,25	0,089	0,081	0,095	0,082
	0,33	0,123	0,113	0,125	0,114
	0,43	0,163	0,153	0,163	0,154
	0,52	0,197	0,188	0,197	0,190
	0,61	0,238	0,224	0,231	0,225
	0,71	0,279	0,264	0,269	0,265
	0,98	0,385	0,389	0,371	0,373
	1,06	0,423	0,403	0,402	0,405
	1,14	0,453	0,435	0,432	0,437
	1,30	0,524	0,498	0,493	0,501
1,41	0,564	0,542	0,534	0,545	
1,50	0,596	0,578	0,568	0,580	
1,60	0,633	0,618	0,606	0,620	
1,69	0,674	0,653	0,641	0,656	
1,79	0,715	0,693	0,678	0,696	
1,89	0,751	0,733	0,716	0,736	
2,00	0,795	0,777	0,758	0,780	
Marmor S = 2,718 c = 0,138 d = 0,0079 m	0,03	0,0023	0,0026	0,0027	0,0072
	0,18	0,0724	0,0726	0,0707	0,0689
	0,32	0,1572	0,1525	0,1568	0,1510
	0,43	0,2272	0,2298	0,2256	0,2164
	0,53	0,2885	0,2938	0,2883	0,2760

Marmorkugeln von 3,2 und 7,9 mm Durchmesser und $c = 0,138$ errechnet und mit den Ergebnissen der Schulz'schen Versuche¹ verglichen. Hierbei muß berücksichtigt werden, daß der Durchschnittswert von c in Rechnung gesetzt worden ist. Da die Kugeln nicht genau mathematisch kugelförmig sind², vielleicht auch geringe Änderungen der chemischen Zusammensetzung des Körpers (isomorphe und sonstige Mischungen, Durchwachsungen usw.) vorliegen, ergeben sich geringe Schwankungen für den Wert von c . Für die Schwefelkieskugel von 10 mm Durchmesser ergab sich eine Widerstandskonstante $c = 0,186$. Zur Nachprüfung ist für die Fallzeit von 1,05 sek auch eine Rechnung mit diesem Werte durchgeführt worden.

Bis zur Fallzeit von 0,33 sek hat die unverkürzte Formel VIb Anwendung gefunden. Bereits bei 0,33 sek Fallzeit lieferte die vereinfachte Formel VI d das gleiche Ergebnis, weshalb für die größeren Fallzeiten nur nach dieser Formel gerechnet worden ist. Die errechneten Fallwege stimmen, was für die Richtigkeit der Formel besonders beweisend ist, auch bei den geringsten Fallzeiten mit den tatsächlich beobachteten Fallwegen gut überein. Zum Vergleich sind die von Schulz nach der ältern von Sparre-Rittingerschen Formel und einer berichtigten Formel von Papperitz errechneten Fallwege gegenübergestellt, die bei den kleinen Fallzeiten sehr starke Abweichungen zeigen.

Besprechung der Rechnungsergebnisse.

Die Ergebnisse zeigen, daß trotz kleiner Abweichungen im einzelnen jeder Körper einen bestimmten Reibungswiderstand in der Flüssigkeit zu überwinden hat, der offenbar von dem Verhalten des Körpers zur Flüssigkeit bestimmt wird. Die Unterschiede zwischen der Kennelkohle und dem Schwefelkies sind recht beträchtlich und verhalten sich fast wie 1 : 4. Die Zahlen zeigen ferner, daß der Unterschied zwischen den Reibungskonstanten der glatt polierten und der rauhen Oberfläche recht gering ist und auf alle Fälle gegen den Unterschied stark zurücktritt, der durch das verschiedene Verhalten der Körper zur Flüssigkeit bedingt wird. Der Unterschied beim Marmor ist so gering ($c = 0,1386$ bei glatter und $c = 0,1369$ bei rauher Oberfläche), daß es sich noch nicht sicher entscheiden läßt, ob er noch innerhalb der Grenzen der Versuchsfehler liegt; daher besteht die Möglichkeit, daß durch die Rauigkeit der Oberfläche überhaupt keine Unterschiede in den Reibungswiderständen bewirkt werden. Natürlich darf unter Rauigkeit in diesem Sinne nicht etwa eine erhebliche Unregelmäßigkeit der Formen verstanden werden, da diese auf die Querschnittsverhältnisse und damit auf den spezifischen Flächendruck einwirkt.

Von besonderer Bedeutung ist nach den Rechnungsergebnissen das gegenseitige Verhalten der verschiedenen Körper zu der von ihnen durchfallenen Flüssigkeit.

Bekanntlich wird ein leichter, mit Wasser nicht netzender Körper auf der Wasseroberfläche getragen, wenn man ihn vorsichtig auflegt. Man führt diese Erscheinung darauf zurück, daß die Oberfläche der Flüssigkeit eine besondere Spannung und Kohäsion habe. Ist

die Oberflächenhaut an einer Auflagefläche durchbrochen, so sinkt der Körper stets sofort nach unten. Daher liegt die Annahme nahe, daß sich um einen nicht netzenden Körper eine dichtere Flüssigkeitsoberfläche (-haut) bildet, ähnlich wie bei der eigentlichen Wasseroberfläche, und daß sich infolgedessen der Widerstand hier anders verhält als bei einem netzenden Körper. Die Versuchsergebnisse deuten darauf hin, daß das Netzungsvermögen der verschiedenen Körper, das bekanntlich sehr verschieden sein kann, die Reibungswiderstände in sehr verschiedenem Umfang beeinflusst.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß die Molekularschwingungen der Körper verschiedener chemischer Zusammensetzung bei gleicher Temperatur verschieden sind und die Reibungswiderstandskonstanten wesentlich dadurch beeinflusst werden, daß die Molekularschwingungen der Körper mehr oder weniger mit den Molekularschwingungen der zu durchfallenden Flüssigkeit übereinstimmen, wobei auch harmonische Schwingungen eine Rolle spielen können.

Bei einem netzenden Körper bleibt wahrscheinlich auf seiner Oberfläche (und in den Kapillaren seiner Oberfläche) eine dünne Flüssigkeitsschicht, etwa eine Wasserschicht, haften, die sich mit dem Körper fortbewegt, so daß nicht Körper an Körper, sondern Wasser an Wasserschicht reibt. Bei nicht netzenden Körpern liegt ihre unmittelbare Reibung mit der Flüssigkeit vor, wobei die Flüssigkeit um den Körper in jedem Augenblick eine Oberflächenhaut bilden muß, wie z. B. auf dem Wasserspiegel, und zwar in dem Maße, wie der Körper die Flüssigkeit, z. B. das Wasser, durchfällt. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß die Flüssigkeit in der unmittelbaren Umgebung des fallenden Körpers an der Bewegung etwas teilnimmt. Durch Versuche wäre die Frage zu klären, ob die umgebende Flüssigkeit von netzenden oder von nicht netzenden Körpern in größerem Umfange mitgenommen wird.

Nach Formel II ist klar, daß diejenigen Körper, die den geringern Gesamtreibungswiderstand, also den kleinsten Wert für c haben, am leichtesten in die Flüssigkeit eindringen, also am schnellsten fallen. Das mit Marmor erzielte Ergebnis scheint darauf hinzudeuten, daß netzende Körper den geringern Widerstand bieten. Die größere Kapillarwirkung der rauhen Oberfläche hebt anscheinend die Wirkung der Rauigkeit auf den Reibungswiderstand z. T. auf, wirkt vielleicht sogar noch überwiegend ein. Jedoch muß das Verhalten der Kennelkohle in dieser Hinsicht noch genauer untersucht werden, da sie einen auffallend geringen Widerstandskoeffizienten hat.

Aus den Rechnungsergebnissen läßt sich auch die Schlußfolgerung ziehen, daß die Unterschiede der spezifischen Gewichte durch das verschiedene Netzungsvermögen der Körper zum Teil ausgeglichen oder doch in ihren Wirkungen gemindert werden, wodurch die nasse Aufbereitung je nach Lage des Falles erleichtert oder erschwert wird. Die Wirkungen des Schwimmverfahrens sind z. T. darauf zurückzuführen. Der geringe Reibungswiderstandskoeffizient der Kennelkohle wird die nasse Aufbereitung erschweren. Glücklicherweise hat Quarz ebenfalls einen noch ziemlich geringen Wider-

¹ a. a. O. S. 546, Zahlentafel 11.

² a. a. O. S. 463/4.

standskoeffizienten, derjenige des Schiefertons müßte noch ermittelt werden.

Die Lösung dieser Frage hat nicht allein einen erheblichen Wert für die Aufbereitung, sondern auch für andere Fälle, wie z. B. für die Untersuchung und einwandfreie Feststellung der Viskosität von Flüssigkeiten (Ölen usw.).

Zusammenfassung.

Durch eine berichtigte Ableitung der Formel für den freien Fall von Körpern in Flüssigkeiten ist festgestellt worden, daß jeder Körper einen offenbar von

seinem Verhalten zu der zu durchfallenden Flüssigkeit abhängigen Reibungswiderstand hat. Der Einfluß der verschiedenen Netzbarkeit der Körper mit der betreffenden Flüssigkeit ist für die Größe des Reibungswiderstandes wesentlicher als der Reibungsbetrag, der durch die Rauigkeit der Körperoberfläche entsteht. Neben der Netzbarkeit und der Rauigkeit der Körper kommt noch die Viskosität der Flüssigkeit in Betracht.

Die Wirkung der verschiedenen Netzbarkeit auf die Fallgeschwindigkeit ist nicht allein für die nasse Aufbereitung, sondern auch für andere Fälle, wie beispielsweise für die Untersuchung der Viskosität der Öle, von erheblicher Bedeutung.

Neuerungen in der Elektrometallurgie des Kupfers.

Von Professor Dr. Franz Peters, Berlin-Lichterfelde.

(Fortsetzung.)

Die elektrolytische Kupferraffination.

Eine zusammenfassende Übersicht über Darstellung, Zusammensetzung und Eigenschaften des Elektrolytkupfers, namentlich über den Einfluß der Verunreinigungen auf die elektrische Leitfähigkeit und den des Anlassens auf Leitfähigkeit und mechanische Eigenschaften bringt F. Johnson¹ unter besonderer Berücksichtigung eines Aufsatzes von Bardwell².

Die wirtschaftliche Entwicklung der elektrolytischen Kupferverfeinerung in den Vereinigten Staaten von Amerika und die Ursachen, aus denen sie gerade dort eine erhebliche Bedeutung gewonnen hat, behandelt W. Franke³. Von einer Industrie kann man nach A. C. Clark⁴ erst seit 1883 sprechen. Ihr gewaltiges Emporblühen setzte 1887 mit dem Bau von zwei Raffinerien ein. Ehe sehr große Anlagen entstehen konnten, mußten nach L. Addicks⁵ die mechanischen Gießvorrichtungen für die Anoden und die Krane für die Handhabung der Elektroden allgemein eingeführt sein. Durch den Bau großer Einschmelzöfen mit einer Leistungsfähigkeit bis zu 270 t und mit basischem Futter, die fast keiner Ausbesserung bedürfen, sanken die Raffinationskosten auf die Hälfte. Die Öfen werden jetzt mechanisch mit stündlich 135 t beschickt.

Nach O. Nielsen⁶ bildet der Herd der Anodenöfen, der auf Eisenplatten frei auf Betonsäulen steht, ein umgekehrtes Tonnengewölbe von rechteckigem Grundriß mit einer Zuschärfung zum Fuchs. An dieser Stelle sitzt auch die Arbeitstür. Die Beschickungsseite nehmen fast in ihrer ganzen Länge drei große Einsetztüren ein. Nach dieser Seite hin liegen auch die Feuerungen. Boden und Seiten des Herdes bestehen jetzt meist aus Magnesitsteinen. Neuerdings stellt man nach dem Vorschlage von Addicks und Brower auch das Gewölbe aus basischem Stoff, und zwar aus Chromeisensteinziegeln, her. Diese springen

und splintern nach F. R. Pyne¹ im Flammenofen nicht, wie die Magnesitsteine, und teilen deren Vorzüge, wenig durch das Kupfer angegriffen zu werden und wenig Schlacke zu bilden. Indessen nehmen sie sehr viel Metall auf, und seiner Nutzbarmachung durch Verblasen stellen sich große Schwierigkeiten entgegen. Am besten ist es noch, die gebrauchten Steine zu mahlen, dadurch die größeren metallischen Teile freizulegen und die feinen wieder auf feuerfeste Ziegel zu verarbeiten. Man kann auch aus ihnen im elektrischen Ofen Ferrochrom erzeugen oder Chromate herstellen. Vorzuziehen sind² hydraulisch gepreßte Magnesitsteine. Clevenger verwirft die Chromziegel für elektrische Öfen. F. Rutherford hat auf den Copper-Queen-Works, Douglas, Arizona, den Flammöfen eine Auskleidung von aufeinanderfolgenden Schichten Magnesit, Chromeisenstein und Kieselsäure (nach innen) gegeben.

Das Schmelzen wird nach Addicks durch Druck und Saugzug beschleunigt, die Abhitze unter Dampfkesseleln nutzbar gemacht. Mit der wachsenden Ofengröße hat der Kohleverbrauch von 20% bei 18 t auf 10% bei 270 t abgenommen. Gerührt wird mit Preßluft. Die durch Kratzen abgestrichene Schlackenmenge ist von 4 auf 1% dadurch herabgesetzt worden, daß man von dem beim Schmelzen und Blasen gebildeten Kuproxyd saure Stoffe aus dem Ofenfutter oder der Kohlenasche feinhält. Das Schmelzgut wird mit schwefelarmem Koks oder Anthrazit bedeckt. Zum Polen dient wie früher frisches Hartholz. Man gießt mechanisch in stündlichen Mengen von 40,5 t. Die Raritan-Werke gebrauchen³ nach Clark ein Gießrad, auf dem strahlenförmig sechs Formen angeordnet sind, in die das aus dem Ofen in eine Pfanne abgestochene Kupfer auf einmal gegossen wird. Andere Werke benutzen nach Nielsen sich drehende Gießtische nach Walker, auf denen die Formen tangential sitzen. Nach dem Gießen werden die Anodenplatten mit Wasser bebraust, durch einen Dorn im Boden der Form angehoben und mit einem Lufthebezeug auf ein Gestell abgesetzt, das die für

¹ J. Soc. Chem. Ind. 1917, Bd. 36, S. 803.

² Bull. Amer. Inst. Min. Eng. 1914, S. 2075.

³ Metall u. Erz 1915, Bd. 12, S. 269.

⁴ Internat. Ingenieurkongreß in San Franzisko, Sept. 1915: Metall u. Erz 1916, Bd. 13, S. 34.

⁵ ebenda, S. 35.

⁶ Metall u. Erz 1915, Bd. 12, S. 442.

¹ Amer. Inst. Min. Eng. Febr. 1918: Metall. Chem. Eng. 1918, Bd. 18, S. 120.

² a. a. O. S. 228.

³ vgl. a. Glückauf 1915, S. 846.

einen Bottich ausreichende Zahl von Platten aufnehmen kann. Besser ausgenutzt wird der Raum vor dem Ofen durch die Gießmaschine von Repath, die rechteckigen Grundriß hat und die Formen an einer endlosen Gliederkette trägt. Die Formen werden flüssig aus Kupfer gepreßt und innen meist mit Knochenasche oder auch mit Ruß, der in Benzin aufgeschwemmt ist, ausgekleidet oder über brennendes Harz gehalten.

Die elektrische Anlage erfordert nach Addicks Gleichstrommaschinen von hoher Amperezahl und niedriger Spannung, die sich parallel schalten lassen. Bleiben einzelne Stromkreise auf etwa 1500 KW beschränkt, so benutzt man zur Stromerzeugung Dampf, und zwar langsam laufende Verbund- oder Dreifachexpansions-Maschinen. Das Multipelsystem hat nach Clark namentlich wegen der hohen Stromausbeute das Seriensystem so gut wie verdrängt, trotzdem die Stromverluste im Zellenstromkreis an den Elektroden und Kontakten noch groß sind. Nach dem Vorschlage von Walker ordnet man die Zellen in Gruppen von je 10–17 an, versieht nur die erste und die letzte Zelle mit einer schweren Kupferzuleitungsschiene und verwendet im übrigen kleine dreikantige Kupferstangen, die scharfe Kontakte mit den Elektrodenträgern ermöglichen und die Anlagekosten bedeutend erniedrigen. Die Zahl der Anoden in jedem der verbleiten Holzbottiche ist von 26 auf 32 vermehrt, ihre Größe auf 0,3 qm erhöht worden. Gute Ergebnisse werden erzielt, wenn die Anode 99% Kupfer und darüber, der Elektrolyt 2,5–3% Kupfer sowie 12% freie Schwefelsäure möglichst dauernd enthält.

Die Leistungsfähigkeit der elektrolytischen Kupferrefinerien in den Vereinigten Staaten von Amerika und in Kanada betrug¹ 1918 1 256 000 t. Davon entfielen 324 000 auf die Baltimore Copper Smelting and Rolling Co. in Canton, Md., 225 000 auf die Nichols Copper Co. in Laurel Hill, N. Y., 207 000 auf die Raritan Copper Works in Perth Amboy, N. J., 130 000 auf die American Smelting and Refining Co. in Maurer, N. J., 112 500 auf die United States Metals Refining Co. in Chrome, N. J., 110 000 auf das alte und das neue Werk der Anaconda Copper Mining Co. in Great Falls, Mont., 92 000 auf die Tacoma Smelting Co. in Tacoma, Wash., 29 000 auf die Calumet and Hecla Mining Co. in Hubbell, Mich. und 6300 auf die Consolidated Mining and Smelting Co. in Trail, B. C.

In Schweden wird² die mit mindestens 2,5 Mill. Kapital gegründete Aktiebolag Elektrolytverken in Västerås Kupfer aus heimischen Erzen elektrolytisch raffinieren. Die Aktiebolag Elektrokoppar, die im November 1917 gebildet worden ist, erzeugt³ täglich 4–5 t Elektrolytkupfer. Als Rohware dienen u. a. Kupfer- und Messingaschen aus Schmelzöfen und Gießereien. In Norwegen will als erste die A.-S. Porsa Gruber, deren Aktienmehrheit an die A.-S. National Industri⁴ überging, auf einer von der A.-S. Elektro-Zink gepachteten Anlage in Drammen Elektrolytkupfer erzeugen. Die Anlage wird vorläufig für jährlich 5000 t

eingerrichtet. Die A.-S. Christianssand (Nikkelraffineringsverk) wird¹ an Stelle von Nickel Elektrolytkupfer darstellen. Im Ural soll² die elektrolytische Gewinnung seit Einstellung des Betriebes bei den Kyschtym-Werken beinahe vollständig ruhen. In Spanien wird³ Elektrolytkupfer in Asturien erzeugt, im Gebiete von Huelva noch nicht. Dort arbeitet die Societa Espanola de Construcciones Electro-Mecánicas⁴.

Die Anoden werden so gut wie ausschließlich gegossen⁵. In der Raffinerie der Furukawa-Gesellschaft in Nikko (Japan), die das Seriensystem verwendet, wird das gegossene 99,44%ige Kupfer nach J. W. Richards⁶ auf Rotglut erhitzt und auf 6 mm Dicke ausgewalzt.

An den Anoden mit angegossenen dünnen Fahnen hat F. L. Antisell⁷ auszusetzen, daß sie wegen des Abschreckens durch die Form schwierig zu gießen sind, sich werfen, wodurch der Kontakt mit den Seitenschienen schlecht wird, beim Versand leicht beschädigt werden, einen großen Rückstand ergeben und nicht durch Walzen geglättet werden können. Diese Mißstände teilen an Haken aufgehängte Anoden, bei denen außerdem noch ein oder zwei Kontakte hinzukommen, von denen jeder etwa 10% des gesamten für das Raffinieren erforderlichen Kraft verbraucht. Antisell schlägt deshalb vor, die Kante der Anode schräg einzuschneiden und in den Schlitz die V-förmigen, schneideartig ausgebildeten Kanten der Aufhängeschiene eingreifen zu lassen. Dadurch wird für den Kontakt ein das vierfache Gewicht der Anode erreichender Druck nutzbar gemacht, dem die Verminderung des Übergangswiderstandes proportional ist. Dieser wird weiter verkleinert, wenn man die Schiene aus raffiniertem Kupfer macht, so daß sich der Kontaktverlust von 10 auf 2,5% oder weniger herabsetzen läßt.

Von den in der Anode vorhandenen Fremdstoffen gehen nach L. Addicks⁸ Silber, Gold, Selen und Tellur infolge mechanischen Einschlusses von Anodenschlamm durch das Kathodenkupfer in Mengen von weniger als 1% des ursprünglichen Betrages in das Elektrolytkupfer über. Für Nickel steigt die Menge auf 1,15%. Aus dem im Schlamm enthaltenen Oxyd geht es hauptsächlich als Sulfat in Lösung. Dasselbe gilt von Arsen (2,87% der in der Anode vorhandenen Menge). Es bildet außerdem einen leichten Schlamm, der sich schnell an der Kathode festsetzt. Blei rührt nicht nur von der Anode, sondern auch aus der Bottichbekleidung her, so daß die zu 3,52% der ursprünglichen gefundene Verunreinigung nicht ganz richtig ist. Dasselbe gilt, wenn auch in geringerem Maße, vom Antimon (8,32%), das auch durch Kochsalz aus dem Elektrolyten gefällt wird und so in den schwimmenden Schlamm⁹ gelangt. Wenn, auf die in der Anode vorhanden gewesenen Mengen berechnet, 16,10% Eisen

¹ Chem.-Ztg. 1918, Bd. 42, S. 263.

² Z. f. angew. Chem. 1918, Bd. 31, T. 3, S. 96.

³ Metall u. Erz 1917, Bd. 14, S. 307.

⁴ Metall u. Erz 1918, Bd. 15, S. 29; Chem.-Ztg. 1919, Bd. 43, S. 271.

⁵ Näheres darüber s. S. 620.

⁶ Metall. Chem. Eng. 1912, Bd. 10, S. 21.

⁷ Amer. P. 1 250 757, erteilt am 18. Dez. 1917; Metall. Chem. Eng. 1918, Bd. 18, S. 375.

⁸ Metall. Chem. Eng. 1917, Bd. 16, S. 687.

⁹ Dieser enthält 3% Kupfer, 13 Arsen, 30 Antimon, 8 Wismut, 4 Silber und 0,3 Eisen.

¹ Chem.-Ztg. 1919, Bd. 43, S. 299.

² Chem.-Ztg. 1918, Bd. 42, S. 16.

³ Chem.-Ztg. 1918, Bd. 42, S. 47.

⁴ Chem.-Ztg. 1918, Bd. 42, S. 83; Z. f. angew. Chem. 1918, Bd. 31, T. 3, S. 96.

und 38,60% Schwefel im Kathodenkupfer gefunden wurden, so treffen diese Zahlen nicht zu, weil beide auch beim Einschmelzen der Kathoden in das Kupfer gelangen, das Eisen aus den Krählern und Werkzeugen, der Schwefel aus dem Brennstoff und der im Löffel zugesetzten Kohle. Dazu kommt Sulfatschwefel aus dem Elektrolyten.

In den Schlamm gehen aus der Anode etwa 99,5% des Silbers, Goldes, Selens und Tellurs, erhebliche Mengen des Antimons (70,0%), der kieseligen Stoffe (64,5%),

	Cu	Ag	Au	Ni	As	Sb	Bi	S
in der Anode d.	98,14	0,417	0,00711	0,314	0,236	0,096	0,0088	0,0037
im Schlamm	14,3	35,0	0,643	5,25	2,68	5,35	0,46	1,69
	Fe	Pb	Se	Te	Zn	Unlösliches		
in der Anode	0,0123	0,0456	0,0479	0,0318	0,0100	0,1213		
im Schlamm	0,17	2,44	5,70	2,69	Spur	0,60		

Gewöhnlicher (A), aus Konverteranoden erhaltener (B) und nach schwacher Oxydation mit verdünnter Schwefelsäure gelaugter Schlamm (C und D) weist nach Addicks¹ folgende kennzeichnende Zusammensetzung auf:

	A	B	C	D
Cu	14,3	43,3	1,60	1,14
Ag	35,0	17,2	41,5	29,5
Au ²	0,64	0,12	0,7	0,7
Ni ³	5,25	0,08	0,89	1,07
As	2,68	3,03	1,82	1,20
Sb	5,35	3,46	3,84	5,70
Bi	0,46	0,11	0,37	0,20
S	1,69	13,21	2,48	1,97
Fe	0,17	0,36	0,24	0,26
Pb	2,44	0,76	7,33	18,60
Se	5,70	1,20	12,94	11,24
Te	2,69	2,10	5,72	6,20
Zn	Spur	0,09	Spur	Spur
SiO ₂	4,40	0,18	5,29	4,71

Die Verarbeitung des Schlammes⁴ beginnt mit dem Sieben⁵. Nimmt man dabei auch die Maschenweite immer kleiner, so läßt sich doch keine Scheidung der Bestandteile erreichen. Es ist beim Übergange von 2,5 zu 0,18 mm Maschenweite nur eine Abtrennung der Metallklümpchen möglich, die zum Anodenofen zurückgehen. Die Edelmetalle sind durch nasse Aufbereitung nicht in befriedigender Weise anzureichern. Vielleicht führt eins der Schwimmverfahren zum Ziel. Der gesiebte und durch Filterpressen gegangene Schlamm wird geröstet, um Selen zu verflüchtigen und Kupfer zu oxydieren. Dabei muß⁶ der Schlamm in dünner Schicht, die nicht auferührt werden darf, bei niedriger Temperatur von so viel Luft bestrichen werden, daß er nicht sintert. Man benutzt gewöhnliche Röstherde oder behandelt nach dem Vorschlage von R. T. Wales⁷ den abgepreßten gekörnten Schlamm bei 300° in flachen Trögen, die keine Verluste durch Verstäuben zulassen. Die Bemühungen, die Oxydation des Kupfers durch Ferrisulfat zu vereinfachen, das

des Bleis (63,4%) und des Wismuts (61,9%), und zwar die vier letzten zum großen Teil in den schwimmenden Schlamm, der in überwiegender Menge abgetrennt wird, ehe der schwere zur Silbergewinnung geht, wenig vom Nickel (19,8%), Eisen (16,4%) und Arsen (13,5%), nichts vom Zink. An Schwefel wurde viel mehr gefunden, als in der Anode vorhanden gewesen war, weil der aus der Schwefelsäure des Elektrolyten in wenig löslichen Sulfaten vorliegt. In Hundertteilen fanden sich an:

zugleich Laugemittel sein würde und unter Abscheidung des Kupfers elektrolytisch zu regenerieren wäre, haben praktisch bisher zu keinem Erfolge geführt. Allgemein wird¹ die Benutzung nasser Verfahren erschwert durch die große Verschiedenheit in der Zusammensetzung der Schlämme zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Stellen sowie durch die Zahl der anwesenden Bestandteile. E. Keller² schlägt vor, den Schlamm nach dem Verlassen der Filterpresse mit der gerade zur Verwandlung des Kupfers in Sulfat hinreichenden Menge konzentrierter Schwefelsäure auf etwa 230° in einem Ofen mit Stahlherd unter gelegentlichem Durchrühren zu erhitzen. Der praktisch trockne Rückstand gibt 95–99% seines Kupfers leicht an heißes Wasser ab. Auf 1000 T. Schlamm braucht man 1380 T. Schwefelsäure von 66° Be, wenn der Schlamm von rohem Konverterkupfer (41,2% Cu) herrührt, nur 230 T., wenn er von gereinigtem Kupfer (15,1% Cu) stammt. Bei der Behandlung mit Wasser fallen Wismut, Tellur und Antimon als basische Salze aus. Dem Rösten mit Schwefelsäure läßt F. C. Ryan (United States Metals Refining Co.)³ ein Schmelzen mit Soda bei heller Rotglut vorhergehen, um Arsen und Selen in die wasserlöslichen Arsenite oder Arsenate und Selenate zu verwandeln, die ausgewaschen werden. Auf eine dieser Weisen bringt man den Kupfergehalt des Schlammes auf 1% oder noch weiter herunter. Schmilzt man nun, so erhält man nach Addicks⁴ wenig Stein. Man benutzt einen kleinen basischen Flammofen, streicht das Gekrätz ab und bringt die Edelmetalle durch Blasen und Zugabe von Salpeter auf einen hohen Feinheitsgrad. Von der abgezogenen Schlacke geht ein Teil in den Anodenofen, ein anderer wird eingeschmolzen und entsilbert. Silber und Gold werden im allgemeinen elektrolytisch geschieden. Der erhaltene Goldschlamm wird unter Gewinnung von Platin und Palladium verarbeitet.

Unmittelbares Schmelzen des rohen Schlammes liefert⁵ einen König, der die größte Menge des Goldes und die Hälfte bis zwei Drittel des Silbers enthält, einen Stein, in dem sich Kupfer, Silber, Selen und Tellur finden, und eine Schlacke mit Arsen, Antimon und den noch

¹ Metall. Chem. Eng. 1917, Bd. 17, S. 171.

² In B auch 0,00017 Pt, in C 0,0607 Pt und 0,0006 Pd.

³ In B auch 0,006 Co.

⁴ vgl. Glückauf 1915, S. 847.

⁵ a. a. O. S. 175.

⁶ a. a. O. S. 172.

⁷ Amer. P. 1 085 831, erteilt am 3. Febr. 1911

¹ Addicks, Metall u. Erz 1916, Bd. 13, S. 36.

² Amer. P. 1 110 493, erteilt am 15. Sept. 1914.

³ Amer. P. 1 185 005 vom 24. Febr. 1914, erteilt am 30. Mai 1916.

⁴ Metall u. Erz 1916, Bd. 13, S. 36.

⁵ Addicks, Metall. Chem. Eng. 1917, Bd. 17, S. 176.

leichter flüchtigen Metallen. Die Schlacke kann zum Anodenofen zurückgehen. Beim Verblasen des Steins in einer kleinen Bessemerbirne verflüchtigt sich Silber, das sich aber jedenfalls nach dem Cottrellschen Verfahren¹ wieder abscheiden läßt. Man kann auch den gepulverten Stein auf nassem Wege, zweckmäßig nach vorhergegangenem Rösten, verarbeiten.

Beim Niederschlagen der Bleche, die als Kathoden dienen sollen, versieht man gewöhnlich das Mutterblech in geringer Entfernung von den Rändern auf beiden Seiten ringsherum mit einer so tiefen Rinne, daß ein geschickter Arbeiter den Überzug abziehen kann. Die

¹ s. meinen später folgenden Aufsatz über Silber.

Spez. Gew.	H ₂ SO ₄ (frei)	Cu	Ni
1,226	12,03	2,94	1,48
Bi	Zn	Al ₂ O ₃	
0,0026	0,0166	0,0595	

Von den Verunreinigungen in der Lösung erlangt also zuerst Nickel eine unerwünschte Konzentration, so daß eine Reinigung notwendig wird. Diese erfolgt am besten regelmäßig, wobei täglich eine solche Flüssigkeitsmenge abgezogen wird, daß die Hauptverunreinigungen (Nickel und Arsen) niedrig bleiben. An einzelnen Stellen und gelegentlich hat man sie ohne Schaden auf 3% steigen lassen. Auf jeden Fall muß bei der Einrichtung einer Reinigungsanlage zunächst immer festgestellt werden, welche Menge des Elektrolyten täglich abzuziehen ist.

Man kann reinigen durch Zementieren des Kupfers, durch Erzeugung von Kupfervitriol als Nebenprodukt, durch Elektrolyse mit unlöslichen Anoden und durch ein zusammengesetztes Kreisverfahren.

Früher fällt man das Kupfer aus dem Elektrolyten, der durch Dampf zum Sieden erhitzt wurde, durch Eisenabfall. Auch jetzt wird diese Arbeitsweise noch auf kleinen Anlagen und als Notbehelf bei schlechtem Elektrolyten benutzt. Sie ist einfach und bedarf nur einer kleinen Einrichtung, liefert aber ein sehr unreines Kupfer (z. B. mit 70% Cu, 10% As und 5% Eisen sowie Edelmetallen), erfordert etwa doppelt so viel Eisen, wie Kupfer erhalten wird, und vernichtet die freie und gebundene Schwefelsäure des Elektrolyten.

Dagegen wird diese bis auf die in den Endmutterlaugen enthaltene Menge als Kupfervitriol nutzbar, wenn man die freie Schwefelsäure durch Anodenkupfer neutralisiert, das dabei die in ihm enthaltenen Edelmetalle als Schlamm liefert, die neutrale Lösung einkocht, kristallisieren läßt und die Mutterlaugen, die kein Kuprisulfat von technischer Reinheit mehr ergeben, zementiert. Neben ihren Vorzügen besitzt die Arbeitsweise, die selten allein benutzt wird, die Nachteile, daß die Anlage, namentlich bei sehr unreinen Anoden, äußerst umfangreich wird, daß sie nur die vorher bestimmte Menge Kupfervitriol liefern kann und der Elektrolyt daher die schwankenden Mengen der anodischen Verunreinigungen aufspeichern muß, und daß die Marktlage für Kupfervitriol sehr schwankt.

Auf einem 15×45 m großen Raume kann man im Monat etwa 68 000 kg Kupfervitriol gewinnen, die etwa 16 000 kg Kupfer entsprechen. Davon kommen aber rund drei Viertel auf das Anodenkupfer und nur

Randteile müssen wieder eingeschmolzen werden. Um dies zu vermeiden, bedeckt sie E. A. Guggenheim¹ mit Isolierstoff, der in einem Einschnitt untergebracht wird. Der untere Rand erhält eine Rinne und kann isoliert werden oder nicht.

Der Umlauf des Elektrolyten wird in den Vereinigten Staaten von Amerika nach A. C. Clark² gewöhnlich durch Zentrifugalpumpen aus Hartblei bewirkt. Die typische Zusammensetzung eines im Gebrauch befindlichen Elektrolyten ist nach L. Addicks³:

¹ Amer. P. 1 163 337, erteilt am 7. Dez. 1915. Abbildungen bringt z. B. Metall. Chem. Eng. 1916, Bd. 14, S. 165.

² Metall u. Erz 1916, Bd. 13, S. 34.

³ Metall. Chem. Eng. 1917, Bd. 16, S. 689.

Cl	As	Sb	Fe
0,0031	0,916	0,0350	0,060
CaSO ₄	MgSO ₄	Na ₂ SO ₄	
0,1348	0,0370	0,5048	

4000 kg aus dem Elektrolyten, so daß von diesem täglich nur 2,8 cbm aufgearbeitet werden. Spritzt man den 65° warmen Elektrolyten auf Kupferschrot, das einen Turm anfüllt, und läßt ihn wiederholt durchrieseln, so kann die Schwefelsäure in 4–7 Tagen, weil die Luft und die große Kupferoberfläche das Lösen unterstützen, bis auf 1% abgestumpft werden. Der Schrot wird hergestellt, indem man zu der Beschickung eines Anodengießofens etwas Kupferstein gibt und einen dünnen Strahl der Schmelze durch einen Luftstrahl hindurch in Wasser gießt. So erhält man eine überraschend leichte Masse aus einzelnen Kugeln von 6–40 mm Durchmesser. Die Edelmetallschlämme, die sich unter dem Schroturm in einer Grube absetzen, werden zeitweise mit den Anodenschlämmen von der Elektrolyse zusammen verschmolzen.

Die aus den Schrottürmen kommende Kupfervitriollösung wird in Bottichen, die mit Blei ausgeschlagen sind, mit Hilfe geschlossener bleierner Dampfschlangen in etwa 8 st auf 38° Be oder einen Gehalt von 9–10% Kupfer eingekocht. Diese Lösung¹ läßt man in ähnlichen flachen Kasten 5 Tage ruhig stehen. Dann scheiden sich an eingehängten Bleistreifen große Kristalle in Baumform und am Boden kleine (erbsenförmige) ab. Nach dem Auspumpen der Mutterlauge werden die Kristalle in heißer Luft getrocknet und von dem feinen Staube durch Sieben befreit. Dieser geht in die Kochbottiche zurück und wird umkristallisiert. Man muß möglichst viele große Kristalle zu erzeugen suchen und sie nicht zu weit (nicht über 25,4% Kupfer, das dem Pentahydrat entspricht) trocknen. Sonst erhält man Verluste durch weißen Staub. Auch wird der den normalen übersteigende Kupfergehalt nicht bezahlt. Ein gutes Durchschnittsausbringen ist: 47% große Kristalle, 9% erbsenförmige und 44% sandige Ausscheidungen. Werden die am Boden erhaltenen Anteile umkristallisiert, so erhält man neue Kristalle und Bodenprodukte, die mit weniger Arsen und Antimon verunreinigt sind.

Die Mutterlaugen aus den Kristallisierbottichen gehen zu den Kochbehältern zurück und werden zusammen

¹ Sie sollte möglichst neutral sein. Enthält sie 2% Säure oder mehr so werden die Kristalle leicht hygroskopisch. Auch einigermaßen erheblicher Gehalt an Kalziumsulfat verursacht weiße Ausblühungen auf den Kristallen.

mit frischer Lösung aus den Schrottürmen wieder konzentriert, bis sich die Verunreinigungen in ihnen so angereichert haben, daß ein Teil der Lösung auf Zementkupfer verarbeitet werden muß. Vorher wird aus ihm zuweilen noch ein Mischvitriol (mit beispielsweise 11,50% Nickel, 9,52% Kupfer und 1,19% Eisen) kristallisiert, der zur Nickelgewinnung dienen kann.

Enthält der gebrauchte Elektrolyt sehr wenig Nickel, dagegen als vorherrschende Verunreinigung Arsen, und entspricht die Kupfermenge, die der Lösung mit dem Arsen entzogen wird, dem bei der Hauptelektrolyse eintretenden Anwachsen des Kupfers in der Lösung, so ist eine Reinigung durch Elektrolyse mit unlöslichen Anoden (aus Blei) angebracht. Weil sich dabei Arsenwasserstoff entwickelt, muß im Freien gearbeitet werden. In drei hintereinander geschalteten Bottichen wird der Gehalt der Lösung an Arsen und Kupfer auf 0,1% oder noch weiter heruntergedrückt. Die erste Zelle arbeitet mit etwa 85% Stromausbeute und erzeugt Feinkupferkathoden. Die zweite liefert mit etwa 50% Stromausbeute Kupfer, das mit zu Anoden verschmolzen wird. In der dritten Zelle erhält man mit sehr geringer Stromausbeute einen etwa zu gleichen Teilen aus Kupfer und Arsen bestehenden Schlamm, aus dem die größte Menge des Arsens durch Rösten und Sublimieren gewonnen werden kann. Die elektrolysierte Flüssigkeit fließt zum Hauptelektrolyten zurück. Der Kraftbedarf ist groß. Gegenüber dem Zementieren besteht aber der Vorteil, daß die Säure des Elektrolyten nicht verlorengeht und kein Eisenabfall gebraucht wird.

Gewöhnlich wird gegenwärtig zur Reinigung des Elektrolyten ein zusammengesetztes Kreisverfahren benutzt. Man läßt die Flüssigkeit zunächst in solchem Maße in Elektrolysebottiche mit Bleianoden treten, daß die Hauptverunreinigung (z. B. Nickel) in den gewünschten Grenzen gehalten wird. Der Endelektrolyt wird, wie es vorher bei der Erzeugung von Kupfervitriol beschrieben wurde, auf 40° Be konzentriert und dann in Kesselblechgefäßen mit unmittelbarer Feuerung weiter bis auf 70° Be eingedampft. Dabei werden praktisch alle Verunreinigungen, außer der kleinen Menge Arsen, die vorher bei der Elektrolyse nicht gefällt worden ist, und außer den Alkalisalzen, als wasserfreie Sulfate abgeschieden. Die schwere Flüssigkeit mit ihren Aufschwemmungen fließt auf ein Sandfilter, durch das die Hauptmenge der starken Säure abläuft. Der Salzbrei wird auf ein Ablaufbrett und dann in ein Saugfaß geschaufelt, in dem er mit sehr wenig Wasser zum Verdrängen der Säure gedeckt wird. Auf einer Trockensole wird das Wasser von den Salzen als Kristallwasser aufgenommen, wodurch Klumpen entstehen, die verschickt und in einen Ofen zur Nutzbarmachung der Metalle gegeben werden können. Aus dem stark sauern Filtrat läßt man in Winterkälte einen großen Teil des Natriumsulfats auskristallisieren, ehe man die Flüssigkeit wieder zum Elektrolyten gibt.

Wenn dieser an Kupfer verarmt, namentlich in den Fällen, in denen bei verhältnismäßig großem Nickelgehalt der Anoden ein merklicher Teil der Stromarbeit im anodischen Lösen des Nickels, statt des Kupfers, besteht, läßt man ihn durch Türme mit Kupferschrot tropfen.

Zur Reinigung von Arsen konzentrieren O. C. Martin und F. Jaeger¹ den Elektrolyten, entfernen den größten Teil des Kupfersulfats, leiten Schwefeldioxyd in die zurückbleibende Lauge und verdünnen und kühlen, bis die Arsenverbindung gefällt ist.

Wenn man von dem gebrauchten Elektrolyten einen Teil täglich abzieht und in einer Reihe von Zellen mit unlöslichen Anoden von der größten Menge des Kupfers befreit, während in einer zweiten Reihe, meist mit kleinerer Strömungsgeschwindigkeit der Lösung, der Rest des Kupfers und praktisch sämtliches Arsen und Antimon niedergeschlagen werden, so beträgt nach F. R. Pyne² in der ersten Zellenreihe das Ausbringen an Kupfer nur 0,45–0,90 kg auf 1 KWst gegenüber 3,63 kg an viel besserem in den Raffinationsbottichen. Er schlägt deshalb in Gemeinschaft mit H. M. Green und der United States Metals Refining Co.³ vor, so zu elektrolysieren, daß sich zwei Schichten bilden, von denen die untere die höhere Kupfer-, die obere die höhere Schwefelsäurekonzentration besitzt. Dazu leitet man den Elektrolyten an der einen Seite des Bottichs unmittelbar über der Schlammlinie ein und an der andern Seite an derselben Stelle die konzentrierte, gerade unter dem Flüssigkeitsspiegel die verdünnte Lösung ab. Letztere ist gewöhnlich kupferärmer als die aus der ersten oben erwähnten Zellenreihe austretende und wird unmittelbar in die zweite oben erwähnte Zellenreihe geführt, so daß also die erste entbehrlich wird. Außerdem ist die Menge des Kupfers, die mit niedrigem Wirkungsgrad gewonnen wird und wieder zu Anoden eingeschmolzen werden muß, viel kleiner als bei der ältern Arbeitsweise. Die gegenseitige Konzentration der Bestandteile der beiden Schichten kann durch Regelung ihres Ausflusses verändert werden. Die von Pyne ausgenutzte Schichtung des Elektrolyten ist übrigens schon weit früher zur Ersparung eines Diaphragmas beim Arbeiten mit unlöslichen Anoden herangezogen worden.

Durch Zusatz von Mineralöl zum Elektrolyten wird nach L. Addicks⁴ die Nadelbildung an der Kathode beschränkt oder aufgehoben. Gleichzeitig wird aber die Struktur des Kupfers verschlechtert. Dies kann durch gleichzeitige Beigabe von Leim vermieden werden. Eine genügende Menge davon macht die Abscheidung so hart, daß sie beim Anschlagen klingt. Durch die Gegenwart sehr großer Leimmengen steigt die Badspannung um 30–40%.

Ammoniumkuposulfit benutzt G. D. van Arsdale⁵ als Elektrolyt. T. J. I. Craig und Spence & Sons⁶ lösen Kupfer anodisch und fällen es in feiner Verteilung durch ein Reduktionsmittel, das ständig an der Kathode rückgebildet wird. Beispielsweise enthält der Elektrolyt, der bewegt werden kann, je 6% Titanosulfat und Schwefelsäure. Die Bleikathode, als die das Gefäß dienen kann, ist vorteilhaft zwanzigmal so groß wie die Anode und erhält einen Zusatzstrom. Die Stromdichte an der Anode beträgt 270–360 Amp/qm. (Forts. f.)

¹ Amer. P. 1 148 522 vom 17. Jan. 1912, erteilt am 3. Aug. 1915.
² Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1916, Bd. 28, S. 113; Metall. Chem. Eng. 1915, Bd. 13, S. 895.

³ Amer. P. 1 148 798 vom 20. April 1915; Engl. P. 100 318 vom 19. April 1916 (Anmeldung 5750/1916).

⁴ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1903, Bd. 23, S. 265.

⁵ Amer. P. 1 069 305; Eng. Min. J. 1913, Bd. 96, S. 1179.

⁶ Engl. P. 6161 vom 12. März 1913.

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

Von Dr.-Ing. W. Pothmann, Kiel.

(Schluß.)

III. Entwicklungsmöglichkeiten der brasilianischen Hüttenindustrie und Aussichten der Ausfuhr von Eisenerz aus Brasilien.

An der vorausgegangenen Zusammenstellung, welche ein Bild der äußerst regen Tätigkeit im brasilianischen Eisenerzbergbau entrollt, ist die enge Verbindung der brasilianischen Eisenerzgruben mit Werken der Hüttenindustrie bemerkenswert. Diese Tatsache deutet darauf hin, daß die Brasilianer das Ziel der wirtschaftlichen Verwertung der Erzschatze nicht in der Ausfuhr, sondern in der Verarbeitung an Ort und Stelle erblicken. Diese Bewegung, die Erze des Landes für den Aufbau einer Großeisenindustrie zu verwerten, findet kräftigste Unterstützung durch den brasilianischen Staat und erstreckt sich sowohl auf die Förderung der eigenen als auch auf die Abwehr der ausländischen Industrie.

Brasilien ist ein industriell noch außerordentlich wenig entwickeltes Land; ein Aufbau der Eisenindustrie lediglich aus eigenen Mitteln ist daher unmöglich. Die Abwehrmaßnahmen gegen das Ausland haben denn auch zunächst noch milde Formen. Ein Ausfuhrverbot für Erze besteht nicht. Nach dem gegenwärtigen Stand der Dinge ist das Bestreben der Regierung darauf gerichtet, ausländische Kapitalien für die Aufschließung der Erzlager heranzuziehen, gleichzeitig aber auf die Errichtung von Hüttenwerksanlagen zu dringen, welche mindestens einen Teil der geförderten Erze im Inland verarbeiten sollen. Noch im Jahre 1914 scheint die Auffassung der Regierung in der Erzausfuhrfrage wesentlich schärfer gewesen zu sein als gegenwärtig, denn sie brachte in diesem Jahr einen Plan zum Scheitern, der die Erwerbung von Erzlagern in Brasilien durch eine deutsche Unternehmergruppe und die Verschiffung der aufbereiteten Erze vorsah¹. Die Regierung hoffte damals, ausländisches Kapital für die Verhüttung der Erze an der Abbaustelle gewinnen zu können und wies dabei auf die scheinbaren Erfolge der jungen brasilianischen Industrie hin. Die durch den Weltkrieg verschärfte Wirtschaftslage in Brasilien hat jedoch gezeigt, daß diese einheimische Industrie noch auf recht schwachen Füßen steht, da sie nur für den starken Konjunkturschwankungen unterworfenen Inlandsmarkt arbeiten kann.

Ob die entgegenkommende Haltung der brasilianischen Regierung auch in einer nähern und fernern Zukunft beibehalten wird, hängt offenbar von der Entwicklungsmöglichkeit der einheimischen Industrie ab. Bevor diese untersucht wird, seien zunächst die Mittel zur Förderung der eigenen Industrie kurz beleuchtet. Eine neuerdings vom Präsidenten der Ver. Staaten von Brasilien im *Diario Official* erlassene Verfügung gibt darüber belangreichen Aufschluß². Im wesentlichen ist

an eine Unterstützung der Industrie durch Gewährung von hypothekarischen Darlehen durch den Staat und an eine Verbilligung der Beförderungskosten gedacht.

Über die Bedingungen der Gewährung von Darlehen wird folgendes festgesetzt (Art. 1–4 und Art. 9):

»Denjenigen Unternehmungen des Landes, welche augenblicklich Eisenerz in Hochöfen mittels Holzkohle verhütten . . . und solchen Anlagen, welche binnen drei Jahren von dem gegebenen Zeitpunkt ab gerechnet errichtet werden und mit der Verhüttung von Eisenerz im Hochofen mittels Kohle oder mittels Koks oder mit der Stahlerzeugung im elektrischen Ofen . . . anfangen, werden Darlehen gewährt bis zur Höhe des Gründungskapitals, wofür die betreffenden Werke der Regierung hypothekarisch haften. Die Erzeugung einer Hütte muß täglich mindestens 20 t betragen, wenn die Darlehen gewährt werden sollen. . . . Die Darlehen laufen höchstens 12 Jahre bei einem Zinssatze von 5% . . . und sind in 10 gleichen Jahresbeträgen zu tilgen, . . . welche vom Ende des zweiten Jahres nach Aufnahme der Hypothek zu zahlen sind. Die Tilgungssummen . . . können ganz oder teilweise, je nach Wahl der Regierung, in den Erzeugnissen der Hütten gezahlt werden bis zur Höhe eines Drittels der Erzeugung . . . Die durch diese Verfügung festgesetzten Darlehen sollen die Höhe von 5 Mill. Milreis für das einzelne Werk nicht überschreiten« . . .

In den Artikeln 7 und 8 sind die Bestimmungen enthalten, welche eine Verbilligung der Frachtkosten zum Ziel haben. Es heißt dort (Art. 7 und 8):

» . . . Die Regierung wird auf den Eisenbahnen und Schiffen des Bundesstaates niedrigste Frachtsätze gewähren für Erze, Brennstoffe, Roheisen, Eisen und Stahl, soweit sie aus brasilianischen Werken stammen, ferner für die Einrichtungen, Maschinen und sonstigen Hilfsmittel . . . und sie wird die privaten Eisenbahn- und Schiffsverkehrsunternehmungen . . . veranlassen, auch ihre Frachtsätze für jene Waren auf ein Geringstmaß herabzusetzen. Außer diesen Vergünstigungen kann die Regierung die Entwicklung der Eisen- und Stahlwerke unterstützen, indem sie Kleinbahnen baut . . .«

Wenn die Pläne der brasilianischen Regierung für den Aufbau einer eigenen Hüttenindustrie auch sehr weitausgreifend sind und bereits zahlreiche Ansätze für ihre Verwirklichung vorliegen, so ist die Zahl der zur Zeit betriebsfähigen Hütten doch verschwindend.

Eine neuerdings von dem Präsidenten von Minas Geraes an den Kongreß gerichtete Botschaft macht hierüber klare und offenbar den Tatsachen entsprechende Angaben¹. Es soll sich der in Miguel Burnier gelegene durch Umbau zeitgemäß hergerichtete Hochofen, welcher dem Commendador Carlos Wigg gehört und durch die

¹ Frankfurter Zeitung vom 12. April 1916 (Englische Wiedergabe des Artikels *Engineering*, 1916, II, S. 532).

² *Diario official*, Rio de Janeiro, vom 5. April 1918 (s. auch *Weltwirtsch. Nachr.* vom 10. Juli 1918 sowie *Stahl und Eisen* 1918, Nr. 31, S. 719).

¹ *Journal de Commercio*, a. a. O.; s. auch W. N. D. Übersetzung, 1918, Nr. 519, S. 682.

Firma Queiroz Junior & Co. gepachtet ist, seit einigen Monaten in voller Tätigkeit befinden und täglich 15 t Roheisen liefern. Zusammen mit den beiden andern Hochöfen der gleichen Firma, die seit einiger Zeit in Esperança arbeiten, ergibt sich gegenwärtig eine Tageserzeugung des Staates von 40 t Gußeisen. Der oben schon erwähnte Hochofenbau der Companhia Siderurgica Mineira soll nach dem angezogenen Bericht unmittelbar vor der Vollendung stehen. Mit Einrechnung dieses Ofens hofft man die Erzeugung des Staates Minas an Roheisen in kürzester Zeit auf 60 t Roheisen täglich steigern zu können.

In diesem Jahr ist auch in den Werkstätten von Engenho de Dentro der Estrada do Ferro Central aus brasilianischem Roheisen mit 40% Alteisen, ohne Zugabe von Stahlschrot, in einer Bessemerbirne von 1 t Inhalt der erste verkaufsfähige brasilianische Stahl hergestellt worden¹. Soweit es sich überschauen läßt, dürfte in diesen wenigen Unternehmungen die zur Zeit betriebsfähige Eisen- und Stahlindustrie verkörpert sein. Ob aus diesen bescheidenen Anfängen eine Industrie von großer Leistungsfähigkeit erstehen kann, ist eine Frage der natürlichen Grundlagen des Gewerbes. Wie wir schon oben sahen, ist die Erzausfuhrfrage auf das innigste mit der Entwicklungsmöglichkeit der jungen Industrie aus eigener Kraft verknüpft. Abgesehen von einer ausreichenden Eisenerzgrundlage ist die gesicherte Versorgung mit Brennstoffen und die Möglichkeit der Heranziehung von Industriearbeitern dazu die unerläßliche Voraussetzung.

Was zunächst die Arbeiterfrage betrifft, so scheint diese noch die geringsten Schwierigkeiten zu bieten. Gerade die Arbeiterbevölkerung des örtlichen Bezirks von Minas Geraes, der in erster Linie für die Errichtung von Hütten in Frage kommt, soll recht anständig und anpassungsfähig sein. Ohne die Heranziehung von Facharbeitern wird man aber in der ersten Zeit wohl nicht auskommen können, doch hofft man, daß die einheimischen Arbeiter gelehrige Schüler sein werden und bald der fremden fachmännischen Anleitung würden entraten können; auch dürften die Arbeitslöhne in keinem Fall höher sein als in andern Industrieländern².

Außerordentlich viel schwieriger liegen die Verhältnisse in der Brennstofffrage. Brasilien ist nicht reich gesegnet mit Kohlenschätzen, wenn in den brasilianischen Tagesblättern auch zuweilen das Gegenteil behauptet wird³. Es ist indessen zuzugeben, daß infolge der Kohlenteuerung im Kriege die Durchforschung des Landes nach mineralischen Brennstoffen außerordentlich rege gewesen ist und auch einen gewissen Erfolg zu verzeichnen hatte. Die bisher entdeckten wichtigsten Kohlenfelder Brasiliens liegen in den Staaten Santa Catharina und Rio Grande do Sul. In Rio Grande do Sul herrscht die größte Tätigkeit in den S. Jeronymogruben, von denen zur Zeit zwei betrieben werden,

die täglich 650 t fördern. Ein dritter Schacht ist im Abteufen begriffen; wenn auch dieser in Förderung getreten ist, hofft man täglich 1000–1200 t gewinnen zu können. Die wertvollsten Kohlenfelder von Santa Catharina liegen in den Tälern der Flüsse Tubcaro, Mao Lucia, Ronco d'Agua und Urussanga¹. Die Kohlen dieser Vorkommen sind jedoch nach Beschaffenheit und Frachtlage ungeeignet zur Verhüttung der Eisenerze. Unerwähnt soll nicht bleiben, daß es dem Anscheine nach an einer Stelle des Erzbeckens von Minas Geraes auch untergeordnete Kohlenvorkommen gibt; in der oben mitgeteilten Gründungsanzeige der Companhia Industrial de Gandarella wird jedenfalls ausdrücklich hervorgehoben, die Gesellschaft wolle die Förderung von Kohle und die Errichtung von Eisenwerken in dem kohlenhaltigen Gelände von Gandarella vornehmen. Falls diese Mitteilung überhaupt den Tatsachen entspricht, kommt ihr doch keine größere Bedeutung zu. Die bestehenden Hochöfen verwenden jedenfalls Holzkohle. Diese werden auch in Zukunft der einzige einheimische Brennstoff sein, welcher für die Verhüttung herangezogen werden kann. Im übrigen bleibt man auf die Einfuhr von Koks und Kohle angewiesen, sofern sich nicht die Möglichkeit bietet, durch Nutzbarmachung der Wasserkräfte des Landes eine Verhüttung auf elektrischem Wege einzurichten.

Sehen wir zunächst zu, wie es mit der Verhüttung mittels Holzkohle steht. Die Beschaffung von größeren Holzkohlenmengen stellt eine äußerst schwierige Aufgabe dar, da die Waldungen längs der Eisenbahn verwüstet sind und es dem Lande an den nötigen schwimmenden Beförderungsmitteln fehlt, die Wälder längs der Küste auszubeuten. Eine naheliegende teilweise Behebung der Schwierigkeiten bietet sich in der Aufforstung von Eukalyptuswäldern in der Nähe der Eisenbergwerke und in sonstigen leicht zugänglichen Gegenden. Der brasilianische Landwirtschaftsminister stellt folgende Berechnung an: »... Wenn wir mittels Hochöfen mit Holzkohlenfeuerung eine Eisenerzeugung erreichen wollen, die unserm Verbrauche von 150 000 t entspricht, so würden wir jährlich 150 000 t Holzkohle verbrauchen, welche 1,8 Mill. cbm Holz entsprechen. Dazu müssen 7,2 Mill. Bäume geschlagen werden, die in einem Umlauf von 5 Jahren eine Anpflanzung von 36 Mill. Bäumen erfordern. Das würde eine Fläche von 24 000 ha nötig machen und einen Kostenaufwand von 6000 Contos Reis erfordern. . . . Es ist leicht zu berechnen, daß bei einem Preis von 36 Milreis für den Holzbrennstoff der Preis der Elektrizität sich auf 60 Milreis stellen würde oder auf ungefähr 7 Reis für die PS-Stunde ...«².

Der brasilianische Staat hat in Erkenntnis der Wichtigkeit eines reichen Waldbestandes für die Entwicklung industrieller Tätigkeit und besonders für den Aufbau einer heimischen Eisenindustrie staatliche Hilfe für die Aufforstung in Aussicht gestellt. Zum Zwecke der Anpflanzung von Eukalyptus und andern Bäumen von anerkannter Nützlichkeit wird für den Baum im Alter

¹ W. N. D. Übersiedelst, a. a. O.

² Nachrichten für Handel, Ind. u. Landw. 1918, Nr. 101.

³ Die Zeitung Correio da Manhã vom 7. Febr. 1917 versteigt sich beispielsweise zu der Behauptung, Brasiliens Kohlenvorräte seien ganz gewaltig und überträfen selbst die Englands (Nachr. f. H. I. und L. 1917, Nr. 44, S. 7; Zeitschr. für prakt. Geol. 1917, Lagerstätten-Chronik, S. 100).

¹ Aus einem Bericht an den brasilianischen Landwirtschaftsminister, Journal of Commerce, Liverpool, vom 7. Juni 1918.

² Diário Oficial, Rio de Janeiro, vom 5. April 1918.

von mindestens 18 Monaten eine Prämie von 150 Reis gezahlt. Um die Aufforstung von wichtigen Waldhölzern in der Nähe von Eisenbahnen und gewerblichen Unternehmungen zu erleichtern, tritt die Regierung das erforderliche Gelände — soweit sie es besitzt oder käuflich erwerben kann — kostenlos an die Beteiligten ab¹. Die reichlich bemessene staatliche Unterstützung hat bereits zur Bildung von besondern Aufforstungsgesellschaften geführt; so wurde beispielsweise in Rio de Janeiro die Companhia Forestal Fluminense gegründet².

Es ist also festzustellen, daß die Beschaffung von Holzkohle in einem Umfang, der auch nur gestatten würde, den bescheidenen Eigenbedarf an Roheisen herzustellen, auf große Schwierigkeiten stößt. In der oben schon mehrfach angezogenen Botschaft des Präsidenten von Minas Geraes an den Kongreß wird sogar als Folge der zu erwartenden Holzkohlenknappheit die Verlegung der bisher lediglich im Tale des Velhas angesiedelten Eisenindustrie des Staates Minas Geraes in das durch große, unversehrte Waldbestände ausgezeichnete Tal des Alto Rio Doce als für die Zukunft unumgänglich notwendig hingestellt. Es ließe sich nun versuchen, mit Rücksicht auf die nur in beschränktem Maße zur Verfügung stehenden inländischen Brennstoffe einen Mittelweg insofern einzuschlagen, als man auf eine vollständige Verhüttung der Erze verzichtet und sich statt dessen mit ihrer Anreicherung durch das Gröndalverfahren begnügt. Nach diesem Verfahren kann mit verhältnismäßig geringen Brennstoffkosten eine Anreicherung bis zu 95% erzielt werden. Dieses Erzeugnis könnte im Martinofen an Stelle von Gießereiroheisen Verwendung finden.

Es muß noch kurz die neuerdings in Schweden mit Erfolg eingeführte elektrische Verhüttung gestreift werden. Ob Brasilien an den Stellen, die für die Anlage von Hüttenwerken in Frage kommen, Wasserkräfte in größerem Umfang zur Verfügung hat, kann nicht mit Sicherheit beurteilt werden. Bemerkenswerterweise finden sich in der Literatur keine Hinweise dieser Art. Die Aussichten sind demnach wohl kaum als sehr günstig anzusehen. Der von der Canadian Metallurgie Co. angeblich entworfene Plan, auf Governors Island in der Bucht von Rio de Janeiro einen elektrischen Hochofen zu errichten, dürfte kaum die Nutzbarmachung von Wasserkräften vorsehen, jedenfalls spricht die Lage dagegen.

Wie die Verhüttung mittels Holzkohle, so scheint demnach auch die Verhüttung auf elektrischem Wege der Industrie nur bescheidene Aussichten zu bieten; es bleibt somit als letzte Möglichkeit nur die Verhüttung der Erze mit eingeführtem Koks.

Eine restlose Verhüttung der Erzgewinnung ohne Ausfuhr verbietet sich aus wirtschaftlichen Gründen, u. zw. in doppelter Hinsicht. Der Koks kann erst dann hinreichend billig geliefert werden, wenn er als Rückfracht für Erzschiffe herangeschafft wird. Anderswärts vermag der Eisenerzbergbau erst dann die von der einheimischen Industrie benötigten, zunächst naturgemäß

noch sehr bescheidenen Erzmengen genügend billig zu liefern, wenn er sachgemäß und in großzügiger Weise durchgeführt wird. Der im Inlande nicht verwertbare Erzüberschuß steht alsdann für die Ausfuhr zur Verfügung. Unter den obwaltenden Verhältnissen bedingen sich Eisenerzeugung und Eisenerzausfuhr demnach wechselseitig. Es liegen in Brasilien die Verhältnisse ganz ähnlich wie vor dem Kriege zwischen Deutschland und Frankreich. In beiden Fällen muß ein Ausgleich gesucht werden zwischen dem Kohlenreichtum und dem Erzangel des einen und dem Erzreichtum und dem Kohlenmangel des andern Teils. Wie deutsche Hüttenwerke, die sich im Besitz von Kohlenzechen befinden, in der Normandie und im französischen Minetterevier festen Fuß fassen konnten, so ist es auch in Brasilien möglich — abgesehen von dem Kauf und der Pachtung von Erzfeldern —, durch Bildung von Interessengemeinschaften zum Ziele zu gelangen.

Wie im einzelnen der deutsche Erzbezieher sein Recht auf die von ihm begehrten Erze auch begründen mag, eine Ausfuhr scheint nur durchführbar, wenn dafür Kohle in das Land eingeführt wird. Am zweckmäßigsten dürfte es sein, einen Teil des geförderten Erzes mit der eingeführten Kohle an Ort und Stelle zu verhütten und den Rest der Förderung auszuführen. Dieser Weg ist auch offenbar von den großen englischen Unternehmungen beschritten worden, wie die oben gebotenen nähern Angaben deutlich erkennen lassen.

Zusammenfassung.

Brasilien besitzt im Staate Minas Geraes gewaltige unverritzte Lager von sauren Eisenerzen, die bei der herrschenden Knappheit an Erzen dieser Art die Aufmerksamkeit von sämtlichen Eisen- und Stahländern der Welt erregt haben. Nach dem gegenwärtigen Stand der Dinge wird eine nach Ländern geordnete Zusammenstellung der bereits erfolgten Erwerbungen von Erzfeldern in diesem Gebiet gegeben. Auch Deutschland hat sich durch Kauf bereits einen — wenn auch nicht sehr großen — Teil dieser Felder gesichert.

Eine Erörterung der Erzausfuhrfrage läßt die abweichenden Interessen der brasilianischen Regierung, welche eine möglichst weitgehende Verhüttung am Abbauort erstrebt, und der ausländischen Erzbezieher erkennen. Die zukünftige Stellungnahme der Regierung in dieser Frage hängt ganz offenbar von den Aussichten einer inländischen Verhüttung ab. Während sich die Arbeiterfrage voraussichtlich befriedigend regeln läßt, erwachsen aus der Brennstofffrage kaum zu überwindende Schwierigkeiten. Brasilien besitzt keine für die Verhüttung von Eisenerzen in Frage kommenden Mineralkohlen. Eine Verhüttung mittels Holzkohle würde infolge des großen Holzverbrauches und der bestehenden Holzknappheit kaum imstande sein, den bescheidenen inländischen Bedarf zu decken. Auch die elektrische Verhüttung scheint wenig Aussicht zu bieten. Die letzten Endes noch verbleibende Möglichkeit der Verhüttung mit eingeführtem Koks bedingt aus wirtschaftlichen Gründen auch die Ausfuhr von Erz.

¹ Diário Oficial, Rio de Janeiro, vom 8. März 1918.

² Diário Oficial, Rio de Janeiro, vom 15. März 1918.

Für den deutschen Erzbezieher ergibt sich aus der Lage der Dinge die Notwendigkeit, Brasilien ähnlich wie die Normandie und das französische Minetterevier vor dem Kriege zu behandeln. Ein erstrebenswerter Ausgleich beider Interessen scheint sich auf dem Wege der Bildung von Interessengemeinschaften — ähnlich wie das in Frankreich der Fall gewesen ist — zu bieten. Wenn auch andere Bezugsmöglichkeiten gewählt werden, eine entsprechende Kohlenausfuhr für den Erzbezug

wird auf jeden Fall erforderlich sein. Eine wesentliche Sicherung des deutschen Erzbezuges für die Zukunft würde durch den Bau und den Betrieb von Eisenbahnlinien in dem an Verkehrsmitteln armen Land erreicht werden. Die großen ausländischen Wettbewerber auf dem brasilianischen Eisenerzmarkt haben sich bereits in den Besitz wichtiger Bahnlinien zu setzen gewußt und haben dadurch ihre Stellung andern Bewerbern gegenüber ganz außerordentlich gefestigt.

Verkehrswesen.

Amtliche Tarifveränderungen. Deutsch-dänisch-schwedischer Eisenbahnverband. Ausnahmetarif für Steinkohle. Seit 14. Juli 1919 ist der Nachtrag VI in Kraft getreten. Er enthält außer kleineren, zum Teil bereits im Verfügungswege durchgeführten Änderungen als wesentlich Neues einen Abschnitt III »Bestimmungen über Berechnung und Erhebung eines dänischen Kurszuschlages im Verkehr nach den Stationen Gjedser, Vamdrup und Vedsted.« Nähere Auskunft erteilen die Abfertigungsstellen.

Bestimmungen über Frachtzahlung im Verkehr mit Schweden und Norwegen. Für Sendungen, die nach dem deutsch-dänisch-schwedischen Kohlentarif abgefertigt werden, gelten gemäß schwedischer Regierungsverordnung vom 16. Juli 1919 und gemäß norwegischer Regierungsverordnung vom 18. Juli 1919 folgende Bestimmungen: 1. Sendungen aus Schweden oder Norwegen werden nur angenommen, wenn die nach den genannten Verbandstarifen berechnete Fracht und alle tarifmäßigen Gebühren der schwedischen oder norwegischen Versandstation vom Absender in Schweden oder Norwegen bezahlt (frankiert) werden. 2. Sendungen nach Schweden oder Norwegen werden von den schwedischen und norwegischen Bahnen nur dann übernommen, wenn die nach den genannten Tarifen berechnete Fracht und alle tarifmäßigen Gebühren (ausgenommen die Nebengebühren der deutschen Verbandsstation) in Überweisung gestellt, d. h. vom Empfänger in Schweden oder Norwegen eingehoben werden. 3. Wenn in Ausnahmefällen die Einziehung in Schweden oder Norwegen nicht möglich ist, werden die auf dem Gute lastenden Frachten (einschl. der in Schweden und Norwegen zu zahlenden tarifmäßigen Nebengebühren), um den Unterschied zwischen Tarifkurs und dem jeweiligen Tageskurs zur Zeit der Einlösung der Sendung erhöht. Den Tageskurs setzt die Verwaltung fest, bei der die Einlösung erfolgt. Die Bestimmungen sind im Verkehr mit Schweden am 16. Juli 1919 und im Verkehr mit Norwegen am 18. Juli 1919 in Kraft getreten.

Güterverkehr zwischen Deutschland einerseits, Dänemark, Schweden und Norwegen andererseits, Verbandsgütertarif Teil I A: Deutsch-dänisch-schwedischer Ausnahmetarif für Steinkohle usw. Die nach der Bekanntmachung ab 14. Juli 1919 gültige Änderung für Teil I A; Artikel 12, besondere Zusatzbestimmung 4, trat erst am 21. Juli 1919 in Kraft. Ebenso trat Nachtrag VI zum deutsch-dänisch-schwedischen Kohlentarif erst am 21. Juli 1919 in Kraft.

Deutscher Eisenbahn-Gütertarif, Teil II, Heft C Ib, Frachtsätze. (Nr. 200 des Tarifverzeichnisses). Ab 20. Sept. 1919 wird die von dem Magistrat in Thorn mit Zustimmung der Eisenbahnverwaltung für Rangieren auf der Uferbahn zur Erhebung kommende Gebühr für jeden beladenen Wagen wie folgt festgesetzt: für Steinkohle, Braunkohle, Koks und Preßkohle aller Art auf 5 Mk.

Ausnahmetarif vom 1. 4. 1919 für Steinkohle usw. vom Ruhrgebiet usw. nach Staats- und Privatbahnstationen. Tfv. 1132. Ab 1. Okt. 1919 wird in dem unter Vorbemerkung enthaltenen Verzeichnis der am Tarif beteiligten Bahnen die Hildesheim-Peiner Kreis-Eisenbahn gestrichen.

Marktbericht.

Kohlenpreise der staatlichen Bergwerke in Oberschlesien. Die Staatliche Bergwerksdirektion Hindenburg (O.-S.) hat die vom 15. Juli 1919 bis auf weiteres für den allgemeinen Bahn- und Wasserverkehr geltenden Tagespreise der staatlichen Steinkohlenbergwerke Oberschlesiens sowie ihre Verkaufs- und Zahlungsbedingungen bekanntgegeben. Die Preise verstehen sich einschließlich der Reichskohlen- und Umsatzsteuer und sind in der nachstehenden Übersicht zusammengestellt; sie gelten für 1 t frei Eisenbahnwagen auf der Grube.

	Flammkohle		Gaskohle
	Königsgrube und Rheinbabenschächte	Königin-Luisegrube	
	Mk.	Mk.	Mk.
Stückkohle	70,30	70,50	71,10
Würfelpkohle	70,30	70,50	71,10
Nußkohle Ia, gew.		71,70	
„ Ia	70,90	71,10	
„ I, gew.			71,70
„ I			71,10
„ IIa, gew.		69,40	70,50
„ IIa	68,60	68,80	69,30
„ IIb, gew.		68,20	
„ IIb	67,40	67,00	
Erbskohle, gew.		67,10	
	66,10	66,30	
Grießkohle		65,20	
Förderkohle		68,20	
Kleinkohle	66,10	66,30	
Rätterkleinkohle	64,60	64,90	
Staubkohle, gew.		54,10	
„	52,40	52,90	

Patentbericht.

Anmeldungen,

die während zweier Monate in der Auslegehalle des Reichspatentamtes ausliegen.

Vom 7. Juli 1919 an:

12 o. Gr. 1. A. 29 959. Allgemeine Gesellschaft für Chemische Industrie m. b. H., Berlin. Verfahren zur Gewinnung von leichten Kohlenwasserstoffen der Benzreihe. 4. 12. 17.

20 e. Gr. 16. D. 33 451. Arthur Devrin, Jemeppe sur Meuse; Vertr.: H. Friedrich und E. Moldenhauer, Pat.-Anwälte, Düsseldorf. Kupplung für Förderwagen. 15. 5. 17. Belgien 8. 1. 17.

23 e. Gr. 1. Sch. 51 412. Dr. G. Schultz, München, Technische Hochschule. Schmierölersatz. 14. 5. 17.

40 n. Gr. 2. S. 47 005. Jacob Simon, Frankfurt (Main), Heimgarten 10. Verfahren und Ofen zur chlorierenden Röstung von Kiesabbränden. 2. 8. 17.

50 e. Gr. 1. W. 52 108. Karl Winkelmüller, Leipzig-Lindenau, Saalfelderstr. 5. Abzweigrohr für Blechrohrleitungen von Entstaubungs- oder Späneförderungsanlagen u. dgl. 18. 2. 19.

Vom 10. Juli 1919 an:

1 a. Gr. 8. St. 31 262. Theodor Steen, Charlottenburg, Knesebeckstr. 77. Vorrichtung für die Austragung von Schlämmen aus Klärbehältern; Zus. z. Anm. St. 31 237. 13. 6. 18.

5 b. Gr. 11. F. 43 960. Hermann Franke, Hannover, Bemeroderstr. 42. Fahrbarer Beladebagger für trümmerförmiges Gut. 10. 12. 18.

12 e. Gr. 2. S. 48 283. Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H., Siemensstadt b. Berlin. Rotierender Staubabscheider zum Entstauben von Gasen. 8. 5. 18.

12 e. Gr. 2. S. 49 312. Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H., Siemensstadt b. Berlin. Elektrische Reinigungsanlage für Gase; Zus. z. Anm. S. 48 387. 5. 12. 18.

121. Gr. 4. W. 50 355. Eduard Waskowsky, Dortmund, Heiligerweg 42a. Verfahren zur Chlorkaliumgewinnung aus chlormagnesiumhaltigen Kalirohsalzen. 4. 2. 18.

121. Gr. 4. W. 51 858. Eduard Waskowsky, Dortmund, Heiligerweg 42a. Verfahren zur Chlorkaliumgewinnung aus chlormagnesiumhaltigen Kalirohsalzen gemäß Anmeldung W. 50 355; Zus. z. Anm. W. 50 355. 20. 12. 18.

19 a. Gr. 28. Sch. 50 997. Max Schubert, Berlin, Tempelherrenstr. 17. Verfahren und Einrichtung zum Verschieben von Baggerbetriebsgleisen. 20. 1. 17.

87 b. Gr. 2. K. 67 644. Hugo Klerner, Gelsenkirchen, Schalkerstr. 164. Druckluftwerkzeug-Steuerung mit unmittelbarem Auspuff ins Freie. 4. 12. 18.

Änderung in der Person des Inhabers.

Das Patent 27 c. 309 728 (s. Glückauf 1919, S. 33) ist auf Ludwig Dieterle, Mülheim (Ruhr), Muhrenkamp 107, übertragen worden.

Versagungen.

Auf die nachstehenden, an dem angegebenen Tage im Reichsanzeiger bekannt gemachten Anmeldungen ist ein Patent versagt worden:

421. A. 26 361. Verfahren zum Analysieren von Gasgemischen mittels Absorption. 13. 4. 16.

421. A. 26 374. Gasanalysierapparat. 29. 6. 16.

81 n. M. 62 786. Antrieb für Rollgänge. 5. 9. 1918.

Gebrauchsmuster-Eintragungen,

bekannt gemacht im Reichsanzeiger vom 7. Juli 1919.

5 b. 708 084. Oscar Lichter, Beuthen (O.-S.). Auswechselbarer Bohrkopf. 1. 11. 17.

5 b. 708 123. Florian Heißler, Dresden, Holbeinstr. 38. Gesteinbohrer. 12. 5. 19.

12 e. 708 645. Hans Eduard Theisen, München, Herschelstr. 25. Zentrifugal- und Desintegrator-Gaswascher für ätzende, besonders säurehaltige Flüssigkeiten, Gase und Dämpfe.

19 a. 708 531. Anna Peek, geb. Schridde, Aschaffenburg-Leider. Vorrichtung zum Verschieben von Gleisen. 19. 5. 19.

20 a. 708 431. Meguin A.G. und Otto Jüdel, Dillingen (Saar). Verstellbare Kettengreiferschleibe. 10. 5. 19.

24 b. 707 946. Paul Hintze, München, Biederstein 7. Vorrichtung zum Einführen von Rohöl in Kessel- u. dgl. Feuerungen. 3. 3. 19.

24 e. 708 323. Siegfried Barth, Düsseldorf, Wildenbruchstr. 27. Drehrost für Generatoren. 23. 7. 17.

24 g. 708 082. H. E. Theisen, München, Herschelstr. 25. Einrichtung zur Beseitigung der Staubbelastigung in Kleinbessemerieien. 8. 11. 16.

27 e. 708 493. Edmund Pocher, Herne. Kreisegelbläse mit doppelten Diffusoren. 9. 10. 18.

27 e. 708 882. Dr. Petry & Petermann, Leipzig. Mechanisch angetriebener Handventilator mit als Staubfilter ausgebildeter Ausblasöffnung. 7. 2. 19.

35 n. 708 276. Carl Sprengel sen., Essen, Hobeisenstraße 53. Vorrichtung zum Auftragen von Schmiermitteln, Schutzfarben o. dgl. auf Seile u. dgl. 2. 5. 19.

35 d. 708 326. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin. Bremse, besonders für Fördermaschinen, die mit geringem Druck angelegt wird und deren Druck nach dem Anlegen erhöht werden kann. 17. 7. 18. Österreich 7. 6. 18.

35 d. 708 327. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin. Bremse, besonders für Fördermaschinen, die mit geringem Druck angelegt wird und deren Druck nach dem Anlegen erhöht werden kann. 17. 7. 18. Österreich 7. 6. 18.

59 a. 708 826. Industrie-Bedarfs-Gesellschaft H. Lampel & Co., Düsseldorf. Diaphragmapumpe. 24. 4. 19.

59 b. 708 626. Hans Jürgens, Berlin-Lichtenberg, Rittergutstr. 151. Pumpe mit entlasteter Antriebwelle. 22. 5. 19.

59 e. 708 086. Willi Lederle, Hannover, Jordanstr. 1. Pumpe. 27. 9. 18.

59 e. 708 097. Paul Schulz, Langenöls (Bez. Liegnitz). Einflügelpumpe. 10. 4. 19.

61 a. 708 481. C. Schumann und Hanseatische Apparatebau-Gesellschaft vorm. L. v. Bremen & Co. m. b. H., Hamburg, Rödingsmarkt 35. Unabhängige Atmungs-vorrichtung mit auswechselbaren Luftreinigungspatronen. 22. 9. 13.

87 b. 708 797. Hugo Klerner, Gelsenkirchen, Schalkerstr. 164. Steuerung für durch ein Druckmittel betriebene Werkzeuge. 26. 5. 19.

Verlängerung der Schutzfrist.

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

80 c. 649 208. Fa. G. Polysius, Dessau. Austragvorrichtung usw. 27. 5. 19.

80 e. 650 100. Gebr. Teeuwen, Kaldenkirchen. Beschickungsapparat usw. 15. 6. 19.

81 e. 708 805. Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H., Siemensstadt b. Berlin. Saugluftförderanlage usw. 23. 5. 19.

Deutsche Patente.

1 b (2). 313 434, vom 8. Oktober 1916. Willibald Näher in Pforzheim. *Verfahren zur Gewinnung von Edelmetallen auf mechanischem Wege.*

Das Gut, aus dem die Edelmetalle gewonnen werden sollen (Gesteinarten, Gerölle oder Sand), soll eine bestimmte Zeit einer Temperatur von 600 bis 1000°C ausgesetzt und darauf der Magnetscheidung unterworfen werden. Bei der letztern werden die Edelmetallteilchen vom tauben Gestein geschieden.

12 k (5). 313 470, vom 14. Februar 1917. Dipl.-Ing. Theodor Limberg in Halle (Saale). *Verfahren zur Gewinnung von brennbaren Gasen und Ammoniak.*

Koks, der nach dem durch das Patent 303 954 geschützten Verfahren gewonnen ist, soll restlos oder teilweise so vergast werden, daß ihm im Generator ein Zusatz von Dampf mit vollständig teerfreiem Heizgas gegeben wird.

21 d (13). 313 416, vom 24. April 1918. Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz). *Antriebschaltung für Umkehrwalzwerke.* Für diese Anmel-

dung wird gemäß dem Unionsvertrage vom 2. Juni 1911 die Priorität auf Grund der Anmeldungen in Frankreich vom 26. April 1917 und 7. Juni 1917 beansprucht.

Der Walzwerksmotor hat eine Doppelwicklung, die bei jeder Dreh- und Stromrichtung in gleichem Sinne wirkt. Der verstärkte Erregerstrom für den Motor wird von einer besonders durch einen Hauptschlußmotor angetriebenen Hilfsmaschine erzeugt. Der den Hauptschlußmotor speisende Strom hat eine dem Nutzstrom annähernd proportionale Spannung. Der Hauptgenerator für den Walzwerksmotor kann mit einer Hilfswicklung versehen werden, die parallel oder in Reihe mit dem die Hilfsmaschine treibenden Hauptschlußmotor liegt.

40 a (31). 307 085, vom 7. März 1917. Dr. Reisenegger in Charlottenburg. *Verfahren zur Abscheidung der Begleitmetalle des Eisens in Kiesabbränden.*

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

Die Kiesabbrände sollen in wäßriger Aufschlämmung mit gasförmig zugeleitetem Chlor behandelt werden.

40 a (46). 306 364, vom 31. Januar 1915. Lohmann & Heckmann, Metallfabrikationsges. m. b. H. in Neukölln. *Verfahren zur Herstellung von chemisch reinem Wolframmetall.*

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

Wolframkarbid soll in ganz fein gepulvertem Zustand in einer Form aus Kohlenstoff unter Beihilfe der Fliehkraft bei höchst gesteigerter Ofenwärme zu einem in allen Teilen homogenen Körper zusammenschmolzen werden. Der dabei erhaltenen Legierung soll dann durch Tempern oder abwechselndes Tempern und mechanisches Bearbeiten der Kohlenstoff entzogen werden.

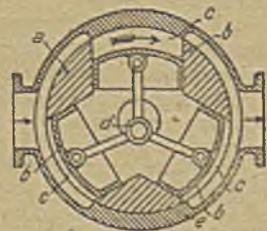
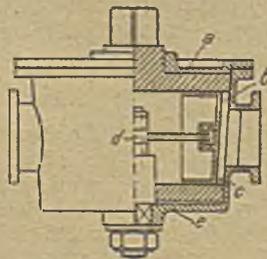
40 a (46). 306 427, vom 11. August 1916. Wilhelm Witter in Hamburg. *Verfahren zur Gewinnung von Wolfram aus wolframbhaltigen Zinnerzen u. dgl.*

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

Die Erze sollen mit einer möglichst großen Menge Soda o. dgl. innig gemischt werden, welche die für die Bildung von wolframsauren Salzen notwendige Menge um ein Mehrfaches übertrifft. Das Gemisch aus Erz und Soda soll alsdann bei einer Temperatur geröstet werden, bei der eine Bildung von zinnsauren Salzen nicht eintreten kann. Die bei dem Arbeitsverfahren erhaltene Lösung der wolframsauren Salze soll einem Gefrierverfahren unterworfen werden.

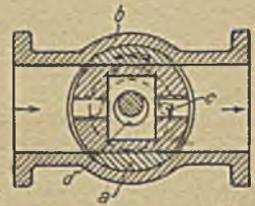
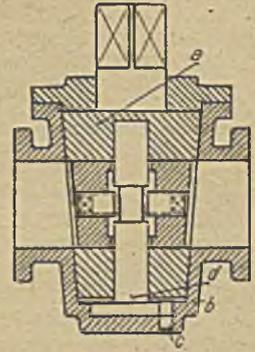
59 a (10). 313 513, vom 3. April 1918. Martin Gilgenberg in Köln. *Hahn bzw. Wassermesser.* Zus. z. Pat. 307 367. Längste Dauer: 6. September 1932.

Das Küken *a* des Hahnes bzw. Wassermessers hat mehrere als Arbeitszylinder für die Kolben *b* dienende Bohrungen *c*, während das Küken des durch das Hauptpatent geschützten Hahnes nur eine Bohrung hat. Die Kolben *b* sind durch je eine Pleuelstange mit dem Exzenter *d* (oder einer Kurbel) verbunden, an deren Achse ein Hahngehäuse *e* befestigt ist.



59 a (10). 313 533, vom 11. Juni 1918. Martin Gilgenberg in Köln. *Gas oder Flüssigkeit fördernder Hahn.* Zus. z. Pat. 307 367. Längste Dauer: 6. September 1932.

In dem Hahngehäuse *b* ist der in eine Nut der Kurbel- (Exzenter-) welle *d* eingreifende Stift *c* befestigt. Die Kurbelwelle ist so in der Welle angeordnet und so bemessen, daß letztere um 180° gedreht wird, wenn die Drehrichtung des Hahnkübens *a* geändert wird. Dadurch soll erzielt werden, daß bei beiden Drehrichtungen des Kübens die Saug- und Druckseite des Hahnes dieselbe ist.



78 e (9). 313 467, vom 21. Dezember 1916. Simon Adde in Grängesberg (Schweden). *Plastischer, schwer gefrierbarer Sprengstoff.*

Der Sprengstoff besteht aus einer Gelatine, die aus einem oder mehreren der flüssigen Nitroderivate des Xylols, Cumols oder Cymols und Nitrozellulose hergestellt ist. Die Gelatine kann mit Nitroglycerin, Sauerstoffträgern und brennbaren Stoffen (Kohlenstoffträgern) oder mit Methyl- oder Äthylalkohol versetzt sein. Der Mischung können außerdem zur Erhöhung der Explosionstemperatur fein verteilte Legierungen aus Aluminium, Mangan oder Eisen mit oder ohne Zusatz von Silizium zugesetzt sein.

81 e (2). 313 438, vom 19. September 1917. Ferdinand Killewald in Bernburg. *Gliederförderband.*

Das Band besteht aus ineinandergefalteten Holzplatten, die durch versenkt liegende endlose Zugmittel miteinander verbunden sind.

81 e (2). 313 465, vom 21. März 1918. W. Weber & Co., Gesellschaft für Bergbau, Industrie und Bahnbau in Wiesbaden. *Rostartiges Gliederförderband.*

Zwischen den in Abständen nebeneinander angeordneten Roststäben des Bandes sind Zwischenstäbe angeordnet, die mit einem Ende auf den Querbolzen des Bandes drehbar gelagert sind, und deren anderes Ende so frei beweglich ist, daß die Stäbe beim Herumlaufen des Bandes um seine Endrollen selbsttätig durch dieses hindurchschlagen können, wobei sie das am Band haftende Fördergut abwerfen. Das Hindurchschlagen der Stäbe durch das Band kann durch eine an seinem Abwurfende angeordnete Walze o. dgl. gesichert 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 17-19 veröffentlicht. * bedeutet Text- oder Tafelabbildungen.)

Mineralogie und Geologie.

Die Ausgestaltung und der neue Satzungsentwurf der Geologischen Reichsanstalt. Von Waagen. Bergb. u. Hütte. 15. Juli. S. 245/7. Die künftigen Aufgaben der deutschösterreichischen Anstalt bei der Wiederaufrichtung des Landes und die diesem Zweck dienenden Pläne und Einrichtungen.

Bergbautechnik.

Der Großfraganter Kiesbergbau. Von Rainer. Bergb. u. Hütte. 16. Juli. S. 237/45*. Die Abförderung der Erze des in einem kleinen Hochtal südlich von den Hohen Tauern gelegenen Bergbaubetriebes. Beschreibung der Erzlagerstätten. Entwicklung und Einrichtungen des Bergbaus. (Schluß f.)

Goldlagerstätten und Goldbergbau in Thüringen. Von Landgräber. Bergb. 17. Juli. S. 557/8. Kurze Angaben über die Bedeutung des Goldes und die Höhe seiner Erzeugung in der Vergangenheit und Gegenwart. Geschichtliches über den Goldbergbau in Thüringen. (Forts. f.)

The Wanlockhead lead mines. Von Mitchell. Min. Mag. Juli. S. 11/20*. Entwicklungsgeschichte der alten Blei- und Zinkerzgruben Wanlockhead und Leadhills in Süd-Schottland, die unter dem Einfluß des Krieges einen neuen Aufschwung genommen haben. Schilderung des Vorkommens und der Neueinrichtungen über und unter Tage.

Der Balkan als neue Rohstoffquelle der Metallindustrie Deutschlands. Von Kepler. Metall u. Erz 8. Juli. S. 295/7. Einleitende Ausführungen allgemeiner und politischer Art zu einer umfassenden, auf Bulgarien, Mazedonien und Mořavien beschränkten Darstellung der für Deutschland vorhandenen Möglichkeit, dort einen Teil des Ausfalles an Eisen-, Mangan- und Chromerzen zu decken und auch Kupfer, Gold, Wismut usw. in ansehnlichen Mengen zu gewinnen. (Forts. f.)

Mitteilungen über einige der bemerkenswertesten Explosionen beim preußischen Steinkohlenbergbau im Jahre 1918. Z. B. H. S. 100/31*. Bericht nach amtlichen Unterlagen über Explosionen, die sich auf 10 Zechen des Oberbergamtsbezirks Dortmund ereignet haben. Davon waren 9 Schlagwetterexplosionen und 1 Kohlenstaubexplosion.

Vesta Coal Co.'s modern system of mine haulage. Von Mayer. Coal Age. 12. Juni. S. 1072/6*. Die Kohlen werden in der Stollengrube durch elektrische Lokomotiven zu einem Hauptsammelpunkt gebracht. Die stärkste dieser Lokomotiven hat einen 30 t-Motor, der 400 t Kohlen in einem Zuge bewältigen kann. Die Entfernungen der Sammelstelle von den Betriebspunkten betragen zwischen 2 und 5, von der Verladung $4\frac{1}{2}$ Meilen. Die Förderung erfolgt hier in zwei Abschnitten mit Hilfe von Vorder- und Hinterseil. Seil- und Lokomotivförderung bringen die Belegschaft bis zu den Arbeitspunkten.

Modern rock-drill practice. Von Penman. Min. Mag. Juli. S. 21/8*. Überblick über die Entwicklung der Gesteinbohrmaschinen. Beschreibung der verschiedenen Maschinengruppen an Hand einzelner sie kennzeichnender Bauarten. (Forts. f.)

Die Holzkonservierung und ihre Bedeutung für den Bergbau. Von Wolff. Braunk. 19. Juli. S. 207/12. Kurze Angaben über den Holzverbrauch des Bergbaues. Die Ursachen der Zerstörung des Holzes. Überblick über die allgemeinen mechanischen Konservierungsverfahren. Imprägnierung des Holzes in Industrien, in denen nur kleinere Mengen zur Verarbeitung kommen. (Schluß f.)

Untersuchungen über die mechanische Aufbereitung. Von Dreves. Metall u. Erz. 8. Juli. S. 297/307*. Die grundlegenden Begriffe bei der Aufbereitung. Versuch, die für die mechanische Aufbereitung in Frage kommenden Eigenschaften von Erz und Taubem übersichtlich darzustellen und zahlenmäßig bestimmbar zu machen.

Preparation of bituminous coal. Von Prochaska. (Forts.) Coal Age. 12. Juni. S. 1080/5*. Aufzählung der

hauptsächlichen Arten von Kohlenwäschen, die nach der Vorbereitung der Kohle für den Waschvorgang und nach der Bauart der Setzmaschinen unterschieden werden. Beschreibung einer Anzahl von Setzmaschinen mit teils beweglichen und teils feststehenden Sieben. (Forts. f.)

Eine hydro-pneumatische Trinkwasseranlage für den Bergbaubetrieb. Von Neubauer. Mont. Rdsch. 16. Juli. S. 443/6*. Beschreibung der auf dem Wannieckschachte der Prager Eisenindustriegesellschaft aufgestellten Anlage und ihres Betriebes.

Dampfkessel- und Maschinenwesen.

Neue Patente auf dem Gebiete der Dampfkesselfeuerung. Von Pradel. Z. Dampfk. Betr. 18. Juli. S. 217/20*. Beschreibung einer Reihe von Neuerungen an Rosten und Vorrichtungen zur Zuführung und Regelung der Luft sowie zur Beseitigung von Rückständen. (Schluß f.)

Erzeugung von destilliertem Kesselspeisewasser mittels Abdampfes. Z. d. Ing. 19. Juli. S. 686/8*. Beschreibung eines Verfahrens zur Destillation des Zusatzwassers unter Anwendung von Pumpenabdampf. Vergleich dieses Verfahrens mit der chemischen Wasseraufbereitung an Hand chemischer Untersuchungen.

Zerstörungsursachen an Wasserrohrkesseln im Turbinenbetrieb und Gegenmaßnahmen. (Forts.) Z. Dampfk. Betr. 4. Juli. S. 201/4*. Rostabwehrversuche. Betrachtungen über Rostproben und -anfressungen. Lage der Anfressungen bei verschiedenen Kesselarten und ihre Entwicklung an den Kesselwandungen. Forderungen und Vorschläge auf Grund der gemachten Beobachtungen. (Schluß f.)

Mechanischer Rußbläser oder Handbläser? Von Pradel. Braunk. 19. Juli. S. 213/4. Unterschiede der Entwicklung der Rußbläser in Amerika und Deutschland. Vergleich der mechanischen Rußbläser und der Handbläser nach ihrer Wirkungsweise, Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit, der für deutsche Verhältnisse zugunsten der Handbläser ausfällt.

Elektrotechnik.

Zur Berechnung der Holzmasten für elektrische Freileitungen. Von Edler. El. u. Masch. 13. Juli. S. 305/7*. Aufstellung einer Ergänzung zu Kinbergs verbesserter Faustformel für die Berechnung der Zapfstärke von Holzmasten. Durchrechnung von 2 Beispielen zur Erklärung des Rechnungsganges.

Hüttenwesen, Chemische Technologie, Chemie und Physik.

Zur Frage der beschleunigten Cowperbeheizung. Von Wiest. St. u. E. 17. Juli. S. 797/800. Untersuchungen zur Klärung der Frage, bei denen der Verfasser zu Ergebnissen kommt, die teilweise von denen anderer Fachleute, wie Pfoser, Simmersbach und Jantzen, abweichen.

Das Glühen des Stahlformgusses. Von Erbreich. Gießerei. 22. Juni. S. 99/101*. Das Verhalten des Kleingefüges einiger Stahlsorten bei der Abkühlung. Besprechung verschiedener Gefügearten, wie des Netz- oder Zellen-, des Dendriten- und des Widmannstädtenschen Gefüges. (Schluß f.)

Über die Abhängigkeit der magnetischen Eigenschaften, des spezifischen Widerstandes und der Dichte der Eisenlegierungen von der chemischen Zusammensetzung und der thermischen Behandlung. Von Gumlich und Goerens.

(Forts.) St. u. E. 17. Juli. S. 800/5*. Die Ursachen der Verbesserung durch das Ausglühen. Untersuchung des »Alterns« magnetischer Eisenlegierungen. Angaben über das Elektrolyseisen von Eisner. (Forts. f.)

Über die Abhängigkeit der magnetischen Eigenschaften, des spezifischen Widerstandes und der Dichte der Eisenlegierungen von der chemischen Zusammensetzung und der thermischen Behandlung. Von Gumlich und Goerens. (Forts.) E. T. Z. 17. Juli. S. 348/50*. Untersuchungen über Dichte, spezifischen Widerstand, Temperaturkoeffizienten des Widerstandes und Umwandlungspunkte bei Aluminium- und Manganlegierungen. Ausglühversuche. Magnetische Eigenschaften der Aluminiumlegierungen. Asymmetrie der Hystereseschleifen bei Manganlegierungen. (Schluß.)

Die fossilen Brennstoffe und ihre Verwertung in den Kriegsjahren 1914-1918. Von Fürth. (Forts.) Z. angew. Chem. 15. Juli. S. 217/21. Die erschienenen Veröffentlichungen über die Gewinnung von Urteer und Ölgas, über Vorkommen, Beschaffenheit, Gewinnung und Ausnutzung von Naturgas sowie über Absaugung, Kondensation, Reinigung, Messung und Verteilung des Leuchtgases. (Forts. f.)

Fusibility of ash from Pennsylvania coals. Von Selvig und Fieldner. Coal Age. 12. Juni. S. 1086/9. Auf Versuchsergebnissen beruhende Zusammenstellung der Schmelzbarkeit der Aschen von pennsylvanischen Kohlen, aus der hervorgeht, daß der Schmelzpunkt mit der Zunahme von Alter und Teufe der Kohle höher wird.

Über die Zusammensetzung von Braunkohlenteeren. Von Strache und Dolch. (Forts.) Mont. Rdsch. 16. Juli. S. 450/3*. Weitere Ergebnisse der Untersuchung von Urteer aus bosnischer Braunkohle von Breza und einer nordwestböhmisches Braunkohle. (Forts. f.)

Schmierölgewinnung aus Steinkohle. Von Sander. Dingl. J. 12. Juli. S. 150/2. Kurze allgemeine Angaben über die Gewinnung des Urteers, besonders an Hand der im Kaiser-Wilhelm-Institut für Kohlenforschung erzielten Ergebnisse.

Über Zähigkeit und Zähigkeitsmessung. Von Lawacek. Z. d. Ing. 19. Juli. S. 677/82*. Abteilung der schon bekannten Gleichungen für die Bewegung zäher Flüssigkeiten. Beschreibung eines neuen Viskosimeters, das in gleicher Weise für flüssige, gasförmige und konsistente Körper brauchbar, einfach in der Handhabung und unbedingt genau ist.

Über den Wärmeinhalt der feuchten Luft. Von Schüle. Z. d. Ing. 19. Juli. S. 682/4*. Das Diagramm der Wärmeinhalte feuchter Luft von Reyscher wird berichtigt, erweitert und auf Temperaturen bis 350° ausgedehnt.

Gesetzgebung und Verwaltung.

Die Verhältniswahl und ihre Anwendung im Bergbau. Von Heyer. Z. B. H. S. H. 2. S. 81/96. Zweck, Anwendungsgebiete und technische Durchführung der Verhältniswahl. Prüfung der im Bergarbeiterrecht eingeführten Arten der Verhältniswahl sowie einer Auswahl der in Anwendung stehenden Wahlordnungen auf ihre Brauchbarkeit. Aufstellung einer Wahlordnung, welche die Durchführung der verhältnismäßigen Vertretung am besten gewährleisten soll.

Volkswirtschaft und Statistik.

Die Auswertung unserer Naturschätze und der deutsche Kohlenbergbau. Von Herbst. (Forts.) Techn. Bl. 19. Juli. S. 181/2*. Erörterungen über die

Möglichkeit einer Beschränkung der Abbau-, Gas- und Aufbereitungsverluste. Bezüglich des letzten Punktes folgen zunächst Betrachtungen über die Höhe der Verluste, worauf die Verwertungsmöglichkeiten von Kohlen mit hohem oder niedrigem Aschengehalt besprochen werden. (Forts. f.)

Die gebundene Planwirtschaft und die Eisenindustrie. Von Nothmann. St. u. E. 17. Juli. S. 806/12. Kritik an der vom Reichswirtschaftsministerium vorgeschlagenen gebundenen Planwirtschaft mit dem Ergebnis, daß eine festgefügte Wirtschaft mit den vom Reichswirtschaftsministerium gesteckten Zielen nur durch Einfügung des Vertrustungsgedankens in das Wirtschaftsleben möglich ist.

Verstaatlichung und Sozialisierung von Kohlenbergbauunternehmungen. Von Padour und Moucka. (Forts. u. Schluß.) Mont. Rdsch. 1. Juli. S. 406/9. 16. Juli. S. 446/50. Betrachtungen über die durch Unfall- und Krankenversicherung bedingten Änderungen, über den Einfluß der achtstündigen Arbeitsschicht, über Kohlenpreise und Arbeitsleistung. Die gezogenen Schlußfolgerungen für die Verstaatlichung oder Sozialisierung.

Personalien.

Beurlaubt worden sind:

der Bergassessor Dichtl vom 1. Juli ab auf 1 Jahr zum Bergbaulichen Verein Bitterfeld in Bitterfeld,

der Bergassessor Vorster vom 1. Juli ab auf 1 Jahr zum Verein für die bergbaulichen Interessen im Oberbergamtsbezirk Dortmund in Essen.

Zum Rektor der Bergakademie Freiberg ist für das am 1. Oktober beginnende Studienjahr der Geh. Bergrat Professor Dr. Brunck gewählt worden.

Der Diplom-Bergingenieur Wolf ist als technischer Hilfsarbeiter beim Bergamt Freiberg angestellt worden.

Der Bergreferendar Förster bei der Berginspektion Stollberg (Erzgeb.) ist zur Übernahme einer Betriebsleiterstelle bei der Steinkohlengewerkschaft Deutschland in Oelsnitz (Erzgeb.) beurlaubt worden.

Der Bergassessor Hundt (Bez. Halle) ist zum Bergamtmann bei der Hessischen Oberrn Bergbehörde und der Bergmeisterei Darmstadt ernannt worden.

Der Bergdirektor Dr.-Ing. Pütz beim Steinkohlenwerk der Gewerkschaft Deutschland in Oelsnitz (Erzgeb.) ist zum Betriebsoberleiter dieses Werkes ernannt worden.

An Stelle des ausgeschiedenen Bergingenieurs Scholz ist der Diplom-Bergingenieur Lippe als Geschäftsführer des Bergbaulichen Vereins Borna, Bez. Leipzig, und des Arbeitgeber-Verbandes Bornaer Braunkohlenwerke bestellt worden.

Dem Bergrat Schulze in Weimar sind das Eiserne Kreuz erster Klasse und das Wilhelm-Ernst-Kriegskreuz verliehen worden.

Gestorben:

am 17. Juli in Wiesbaden der Bergrat Schneider, früherer Hüttenamtmann bei den staatlichen Hüttenwerken bei Freiberg, im Alter von 63 Jahren,

am 2. August in Dortmund der Geh. Bergrat und Oberbergrat Felix Pöppinghaus im Alter von 68 Jahren.