

FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN.

Nr. 25.

22. Juni 1916.

36. Jahrgang.

Ueber den Einfluß des Wasserdampfgehaltes in Gasbetrieben.

Von Oberingenieur E. Hofmann in Duisburg-Meiderich.

Obwohl es bekannt ist, daß bei der Verwendung von Gichtgasen außer dem Reinheitsgrad der Wasserdampfgehalt von großer Bedeutung ist, legt man in neuerer Zeit einer möglichst weitgehenden Abkühlung nicht immer genügend Wert bei und ist vielfach zum „Waschen und Kühlen in einem Apparat“ übergegangen. Daß aber die wirtschaftliche Ausnutzung der Gase eine mög-

selben Gastemperatur verschieden sein kann, abhängig ist, so ist eine rechnerische Bestimmung des Taupunktes nicht ohne weiteres möglich. Von Vorteil und genügender Genauigkeit für die Praxis ist daher die Ermittlung des Taupunktes nach Abb. 1.

Auf der horizontalen Achse sind die Gastemperaturen T und senkrecht dazu die Eigenwärme des Gases Ct aufgetragen. Die Verbindung dieser Punkte gibt die Linie E . Addiert man zu dieser den Wärmegehalt des gesättigten Wasserdampfes, Linie F , so erhält man die Linie G . Der Gesamt-Wärmegehalt des Gases setzt sich also zusammen aus der Eigenwärme des Gases Ct und der in dem mitgeführten Wasserdampf enthaltenen Wärme Qr . Soll nun z. B. der Taupunkt eines Gases von 150° und 80 g Wasserdampfgehalt bestimmt werden, so verfährt man wie folgt: Gesamtwärme von 1 cbm, bezogen auf 0° ,

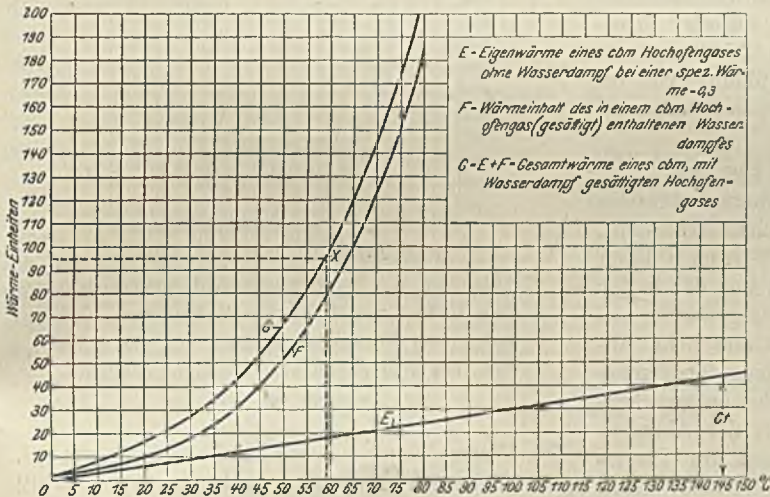


Abbildung 1. Ermittlung des Taupunktes.

$$Ct + Qr = 0,3 \cdot 150 + 0,08 \cdot 620 = 95 \text{ WE.}$$

lichst tiefe Abkühlung verlangt, soll in nachstehender Betrachtung vor Augen geführt werden.

Zunächst erscheint wichtig, darauf hinzuweisen, daß die Abkühlung in zwei Zeitstufen vor sich geht, indem zunächst die Eigenwärme des Gases zum Verdampfen eines Teiles des Kühlwassers bis zum Taupunkt, d. h. bis zu dem Punkte, bei welchem durch Eigenwärme des Gases kein Wasser mehr verdampft wird, dient. In der zweiten Stufe muß nun eine weitere Wassermenge zum Niederschlagen des Wasserdampfes und der noch in den Gasen enthaltenen Eigenwärme bis zu einer durch die Kühlwassertemperatur gegebenen Grenze aufgewendet werden. Da der Taupunkt außer von der Gastemperatur noch von dem Wasserdampfgehalt des Rohgases, der bei der-

Diese 95 WE trägt man auf der Senkrechten auf, geht wagerecht zum Punkte X auf der Linie G und findet senkrecht dazu den Taupunkt T bei 58° .

Der Umstand, daß der Wasserdampfgehalt von 80 g in Wirklichkeit bei 150° Gastemperatur als überhitzter Wasserdampf im Gas enthalten ist, ist in Abbildung 1 nicht berücksichtigt. Die Gesamtwärme wäre dann nicht $Ct + Qr = 95$ WE, sondern

$$Ct + Qr + Qü = 0,3 \cdot 150 + 0,08 \cdot 620 + 100 \cdot 0,5 \cdot 0,08 = 100 \text{ WE.}$$

Da sich jedoch die Gastemperatur und der Wasserdampfgehalt stets ändern, und da auch die spezifische Wärme des Gases eine von dessen Zusammensetzung abhängige Größe ist, kann bei der Bestimmung des Taupunktes auf die Berücksich-

tigung der Ueberhitzung im allgemeinen verzichtet werden. Nimmt man nun den Taupunkt eines Gases von 150° und 80 g Wasserdampf je cbm bei 60° liegend an, so beträgt die zur Wasserverdampfung verfügbare Wärme für 1000 cbm Gas:

$$1000 \cdot 0,3 \cdot 90 + 1000 \cdot 0,08 \cdot 0,5 \cdot 90 = 30\,600 \text{ WE.}$$

1 kg Wasserdampf von 60° enthält 620 WE. Bei einer Wassereintrittstemperatur von 18° würden mit den 30 600 WE $\frac{30\,600}{620 - 18} = 51 \text{ kg}$ Wasser je 1000 cbm Gas verdampft, d. h., um 1000 cbm Gas von 150° und 80 g Wasserdampf auf Taupunkt abzukühlen, sind 51 kg Wasser erforderlich. Verlangt man jedoch, entsprechend der Kühlwassertemperatur von 18° , eine Gastemperatur von 20° , so beträgt die niederzuschlagende Wärme für 1000 cbm Gas

$$51 \cdot 600 + 1000 (620 \cdot 0,08 - 605 \cdot 0,0173) + 1000 \cdot 0,08 \cdot 0,5 \cdot 10 + 1000 \cdot 40 \cdot 0,03 = 82\,130 \text{ WE.}$$

Soll das Waschwasser von 18° Eintrittstemperatur um 16° erwärmt austreten, so sind zur Abkühlung von 60 auf 20° $\frac{82\,130}{16} = 5133 \text{ kg}$ Wasser für 1000 cbm Gas erforderlich (s. Abb. 2).

Dem Wasserverbrauch der ersten Zeitstufe mit 51 kg für die Kühlung von 150 auf 60° (Taupunkt) steht der Verbrauch von 5133 kg der zweiten Stufe für die weitere Kühlung von 60 auf 20° gegenüber und der Gesamtwasserverbrauch beträgt

$$51 + 5133 = 5184 \text{ kg je 1000 cbm Gas.}$$

In Abb. 2 ist der Wasserverbrauch für Gas von 150° und 80 g Wasserdampfgehalt dargestellt. Der Wasserbedarf für Gas von 50° ist nach dieser 2000 kg für 1000 cbm Gas. Da nun der in den Gasen vor der Reinigung enthalten gewesene mit dem durch die Eigenwärme des Gases beim Abkühlen erzeugten Wasserdampf seinen der Temperatur des Gas-Wasserdampf-Gemisches entsprechenden Teildruck einnimmt, sinkt mit der Abnahme der Gemischttemperatur der Teildruck des Wasserdampfes. Da der Gesamtdruck derselbe bleibt, steigt mit der Abnahme der Temperatur der Teildruck des Gases, damit die Dichte und der Heizwert. Des weiteren steigt beim Abkühlen die Dichte des Gases schon ohne Wasserdampfgehalt im Verhältnis der absoluten Temperaturen. Der Heizwert des Gases wird also beeinflusst erstens von der absoluten Temperatur und zweitens von der Wasserdampfspannung.

Da sich die Angaben über Heizwerte und Gewichte für CO, H usw. auf 760 mm QS bei 0° beziehen, soll zur Vermeidung von Umrechnungen in folgendem von einem Gichtgas von 0° ausgegangen werden, welches bei einer Zusammensetzung von 30 % CO, 3 % H, 10 % CO₂ und 57 % N je cbm ohne Wasserdampfspannung einen Druck von 760 mm QS hat. Das Gas soll mit Wasserdampf gesättigt sein. Bei 0° beträgt der Sättigungsdruck 4,6 mm QS, der Gesamtdruck mithin

$760 + 4,6 = 764,6 \text{ mm QS}$. Der Heizwert dieses Gases ist

$$3055 \cdot 0,3 + 2561 \cdot 0,03 = 993 \text{ WE.}$$

1 cbm Gas von 0° nimmt bei 20° einen Raum ein von

$$V = \frac{293}{273} = 1,0732 \text{ cbm.}$$

Bei voller Sättigung beträgt der Teildruck des Wasserdampfes von 20° 17,5 mm QS. Da der Gesamtdruck mit 764,6 mm konstant ist, beträgt der Teildruck des Gases von 20° $764,6 - 17,5 = 747,1 \text{ mm QS}$ und dementsprechend das Volumen des Gas-Wasserdampf-Gemisches von 20°

$$V = \frac{293 \cdot 760,0}{273 \cdot 747,1} = 1,092 \text{ cbm.}$$

1 cbm Gas von 50° nimmt bei 50° ohne Wasserdampfspannung einen Raum ein von

$$V = \frac{323}{273} = 1,18\,316 \text{ cbm.}$$

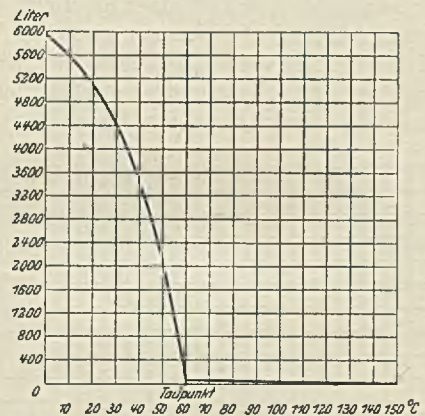


Abbildung 2. Erforderliche Kühlwassermenge zum Kühlen von 1000 cbm Rohgas von 150° und einem Wasserdampfgehalt von 80 g im cbm, bei einer Temperatur-Erhöhung des Kühlwassers von 16° .

Die Wasserdampfspannung bei 50° ist 92 mm QS. Der Teildruck des Gases wird dann $764,6 - 92 = 672,6 \text{ mm QS}$ und das Volumen des Gas-Wasserdampf-Gemisches von 50°

$$V = \frac{323 \cdot 760,0}{273 \cdot 672,6} = 1,337 \text{ cbm.}$$

Der Heizwert 993 WE, bezogen auf 0° , verteilt sich also bei höherer Temperatur auf eine größere Anzahl cbm. In der folgenden Zahlentafel 1 sind die Heizwerte, die Volumen, die Wasserdampfspannungen und die Wasserdampfmenngen für Gas von 993 WE bei 0° von 0 bis 50° zusammengestellt. Es liegt nun nahe, zur Erreichung desselben Erfolges wie mit kälterem Gas, bei Windheizern, Dampfkesseln usw. die entsprechend größere Gasmenge in die Feuerung einzuführen, so daß das Produkt aus Anzahl der Kubikmeter mal Heizwert f. d. cbm dasselbe bleibt. Die folgenden Berechnungen werden jedoch zeigen, daß der Wasserdampf bei Feuerungen die Verbrennungs-

temperatur, also den Heizeffekt, und bei Ausnutzung der Gase in Gasmaschinen die Leistung derselben sehr ungünstig beeinflusst.

Zahlentafel 1.

t	Volumen bei t° in cbm	Spannung des Wasserdampfes in m/m QS	Wasserdampfgehalt in g/cbm Gas	Heizwert in Wärme-Einheiten/cbm
0°	1,0	4,6	4,9	993
5°	1,020	6,5	6,8	967
10°	1,043	9,2	9,4	947
15°	1,067	12,8	12,8	926
20°	1,092	17,5	17,3	904
25°	1,120	23,8	23,1	882
30°	1,151	31,8	30,4	860
36°	1,194	44,2	41,3	827
40°	1,228	54,9	50,7	804
46°	1,289	75,1	68,1	767
50°	1,337	92	82,3	738

Es sollen zwei Gasreinigungsanlagen für ein Hochofenwerk von 1000 t Koksverbrauch täglich (24 Stunden) einander gegenübergestellt werden, von denen die erste mit statischen Vorkühlern und drehbaren Reinigern ausgerüstet Gas von 20°, die zweite ohne Vorkühler, also nur aus drehbaren Reinigern bestehend, Gas von 50° liefert. In beiden Fällen soll Gas von 150° mit 80 g Wasserdampfgehalt je cbm gereinigt werden. Die Frischwassertemperatur betrage 18°, die Wassertemperatur beim Austritt 34°, die Wassererwärmung also 16°. Die tägliche Gasmenge (24 Stunden) wird bei 1000 t Koksverbrauch

$$1000 \cdot 4200 = 4\,200\,000 \text{ cbm, bezogen auf } 0^\circ \text{ und } 760 \text{ mm QS}$$

Die nach der Winderhitzerbeheizung und Erzeugung von 700 t Dampf (24 Stunden) verbleibende Gasmenge soll zum Betrieb von Gasgebläsen und Gasdynamomaschinen dienen. Die Zusammensetzung des Gases sei wie auf Seite 598. Da die Erhöhung der Heißwindtemperatur um 100° eine

$$T_{20^\circ} = \frac{\begin{matrix} \text{CO} & \text{H} & \text{Gas von } 20^\circ & \text{Luft von } 15^\circ \\ 375,3 \cdot 2442 + 2,67 \cdot 28766 + 1289,6 \cdot 0,24 \cdot 20 + 1123,6 \cdot 0,24 \cdot 15 \\ 786,4 \cdot 0,314 + 1579 \cdot 0,2655 + 49 \cdot 0,632 + 23,6 \cdot 0,233 \end{matrix}}{\begin{matrix} \text{CO}_2 & \text{N} & \text{Wasserdampf} & \text{O} \end{matrix}} = 1430^\circ$$

und die Verbrennungstemperatur für Gas von 50°:

$$T_{50^\circ} = \frac{375,3 \cdot 2442 + 2,67 \cdot 28766 + 1289,6 \cdot 0,24 \cdot 50 + 1123,6 \cdot 0,24 \cdot 15}{786,4 \cdot 0,314 + 1579 \cdot 0,2655 + 140,0 \cdot 0,632 + 23,6 \cdot 0,233} = 1330^\circ$$

Kühlt sich das Gas von 50° auf dem Wege zu den Winderhitzern auf 40° ab, und rechnet man damit, daß die Differenz des Wasserdampfgehaltes

$$T_{40^\circ_a} = \frac{375,3 \cdot 2442 + 2,67 \cdot 28766 + 1289,6 \cdot 0,24 \cdot 40 + 1123,6 \cdot 0,24 \cdot 15 - 1000 (0,0823 \cdot 1,337 - 0,0507 \cdot 1,230) \cdot 573,5}{786,4 \cdot 0,314 + 1579 \cdot 0,2655 + 140 \cdot 0,632 + 23,6 \cdot 0,233} = 1290^\circ$$

Unter der Annahme, daß die Hälfte des bei der Abkühlung von 50 auf 40° gebildeten Kondens-

$$T_{40^\circ_s} = \frac{375,3 \cdot 2442 + 2,67 \cdot 28766 + 1289,6 \cdot 0,24 \cdot 40 + 1123,6 \cdot 0,24 \cdot 15 - 0,5 \cdot 1000 (0,0823 \cdot 1,337 - 0,0507 \cdot 1,23) \cdot 573,5}{786,4 \cdot 0,314 + 1579 \cdot 0,2655 + [140 - 1000 \cdot 0,5 (0,0823 \cdot 1,337 - 0,0507 \cdot 1,23)] \cdot 0,632 + 23,6 \cdot 0,233} = 1340^\circ$$

1) In der Abhandlung Osann, St. u. E. 1909, 14. Juli, S. 1064, waren die spez. Wärmen bei einer Maximaltemperatur von 1250° für CO₂ = 0,300, für Nr. 0,262

Kokersparnis von 5% bedeutet, ist es bei der Winderhitzerbeheizung wichtig, eine möglichst hohe Verbrennungstemperatur zu erreichen. Diese berechnet sich nach der Gleichung:

$$\begin{aligned} \text{Gesamt-} &= \text{Gewicht der} & \text{spez.} & \text{Temp.} \\ \text{wärmemenge} &= \text{Verbrennungs-} & \text{Wärme} & \\ Q &= G & \cdot s & \cdot t \\ & & t = \frac{Q}{G \cdot s} \end{aligned}$$

Für 1000 cbm Gas, bezogen auf 0° und 760 mm QS, werden die Gewichtsbestandteile

	kg		kg
CO = 300 · 1,251 =	375,3	300 · 1,966 =	589,8
H = 30 · 0,089 =	2,67	30 · 0,804 =	24,12
CO ₂ = 100 · 1,966 =	196,6		196,6
N = 570 · 1,255 =	715		715,0
	1289,6		

An O sind erforderlich: Für Verbrennung von
 300 cbm CO 300 · 0,715 = 214,5 kg
 30 „ H 30 · 0,715 = 21,45 „
 Züs. 235,5 kg

+ 10% Ueberschuß = 259,55 kg, entsprechend 259,5 · 4,33 = 1123,6 kg Luft mit 1123,6 — 259,55 = 865 kg N.

Die Essengase bestehen aus

$$\begin{aligned} 589,8 + 196,6 &= 786,4 \text{ kg CO}_2 \\ 715 + 864 &= 1579,0 \text{ „ N} \\ 23,6 &= 23,6 \text{ „ O} \end{aligned}$$

(entsprechend 10% Luftüberschuß) und Wasserdampf. Dieser beträgt bei Gas von 20° und 50°

	kg	kg
durch Verbrennungsluft von 15° (halbe Sättigung)		
288 · 1123,6 · 0,0128 · 0,5	5,867	5,867
273 · 1,293		
Durch Verbrennung des H	24,12	24,12
Durch Gas 1000 · 0,0173 · 1,092	18,995	
„ „ 1000 · 0,0823 · 1,337		110,035
	48,87	140,022
	49,0	140,0

Die Verbrennungstemperatur für Gas von 20° wird dann¹⁾:

von 50 bis 40° als nebelförmiges Wasser in dem Gas enthalten ist, so wird die Verbrennungstemperatur

wassers ausgeschieden wurde, stellt sich die Verbrennungstemperatur auf

Wasserdampf = 0,631 u. O = 0,231. Da die Maximaltemperatur hier bei 1400° liegt, wurden die spez. Wärmen dementsprechend umgerechnet.

Bei dem auf 20° gekühlten Gas dürfte eine Abkühlung auf dem Wege zum Winderhitzer wegen der geringen Differenz gegen die Außentemperatur kaum eintreten.

Aus dem Vergleich der Verbrennungstemperaturen

$$\begin{array}{ll} T_{20^\circ} = 1430^\circ & T_{40^\circ} = 1290^\circ \\ T_{50^\circ} = 1330^\circ & T_{40^\circ}^a = 1340^\circ \end{array}$$

geht hervor, daß die theoretische Verbrennungstemperatur des Gases von 20° 100° höher liegt, als die des Gases von 50 bzw. 40°.

Beschleunigte Winderhitzerbeheizung vorausgesetzt, betragen die Strahlungsverluste während der Gasperiode 4,7%. Die wirklichen Verbrennungstemperaturen werden dann für Gas von

$$\begin{array}{l} 20^\circ \cdot 1430 \cdot 0,953 = 1363^\circ \quad 1365^\circ \\ 50^\circ \cdot 1330 \cdot 0,953 = 1267^\circ \quad 1265^\circ \end{array}$$

Diese Temperaturen haben auch die feuerfesten Steine des Winderhitzers angenommen, da diese nach Osann¹⁾ am Ende der Gasperiode die volle Temperatur der Feuergase erreicht haben.

Wird bei Gas von 50° mit 1300° Verbrennungstemperatur die mittlere Heißwindtemperatur 800°, so wird diese bei Gas von 20° mit 1400° Verbrennungstemperatur

$$800 \cdot \frac{1400}{1300} = 860^\circ, \text{ also } 60^\circ \text{ höher liegen.}$$

Der Windbedarf bei 1000 t Koksverbrauch wird unter Berücksichtigung von 10% Verlust zwischen Winderhitzer und Hochöfen

1000 · 1000 · 3 + 10% = 3 300 000 cbm täglich (24 st). Die für die Winderhitzer nötige Wärmemenge wird

Windtemperatur		WE
bei 800°	3 300 000 · 0,31 · 800 =	818 400 000
„ 860°	3 300 000 · 0,31 · 860 =	879 780 000

Die Abgastemperatur betrage in beiden Fällen 350°. Nach Seite 599 ist das Gewicht von 1000 cbm Verbrennungsprodukt

$$\begin{array}{ll} \text{bei } 20^\circ & 2438 \text{ kg} \\ \text{„ } 50^\circ & 2529 \text{ „} \end{array}$$

Die Essenverluste werden dementsprechend

$$\begin{array}{l} \frac{2438 \cdot 350 \cdot 0,256 \cdot 100}{1000 \cdot 993} = 22\% \\ \text{bzw. } \frac{2529 \cdot 350 \cdot 0,256 \cdot 100}{1000 \cdot 993} = 22,8\% \end{array}$$

Die Gesamtstrahlungsverluste betragen bei der beschleunigten Winderhitzerbeheizung 7,6%. Der Wirkungsgrad der Feuerung demnach für Gas von

$$\begin{array}{l} 20^\circ \cdot 100 - (22,0 + 7,6) = 70,4\% \\ 50^\circ \cdot 100 - (22,8 + 7,6) = 69,6\% \end{array}$$

Mit Rücksicht darauf, daß bei der höheren Verbrennungstemperatur des Gases von 20° der Strahlungsverlust etwas größer wird, soll in beiden Fällen mit 70% Wirkungsgrad gerechnet werden.

Die für die Heißwindtemperaturen 800 und 860° erforderlichen Gasmengen werden dann

$$\frac{818\,400\,000}{993 \cdot 0,70} = 1\,177\,400 \text{ cbm}$$

$$\text{bzw. } \frac{879\,780\,000}{993 \cdot 0,70} = 2\,265\,500 \text{ cbm.}$$

Für die Heißwindtemperatur von 860° sind also 88 100 cbm mehr aufzuwenden.

Bei einem Gaspreis von 1,40 ₰ für 1000 cbm Gas kostet die Mehraufwendung im Jahr

$$88,1 \cdot 1,4 \cdot 360 = 44\,400 \text{ ₰.}$$

Die jährliche Ersparnis an Koks ist bei 60° Temperaturerhöhung

$$0,05 \cdot \frac{60}{100} \cdot 1000 \cdot 360 = 10\,800 \text{ t.}$$

Kostet die Tonne Koks frei Werk 18 ₰, so beträgt die jährliche Ersparnis bei der Winderhitzerbeheizung mit Gas von 20° gegen Gas von 50°

$$10\,800 \cdot 18 - 44\,400 = 150\,000 \text{ ₰.}$$

Da bei der um 100° höheren Verbrennungstemperatur der Wärmeübergang an die Winderhitzersteine günstiger wird, darf noch mit einem Sinken der Essen-temperatur gerechnet werden. Beträgt diese Abnahme 50°, so wird der Essenverlust

$$\frac{2438 \cdot 300 \cdot 0,256 \cdot 100}{1000 \cdot 993} = 18,8\%,$$

und der Gesamtwirkungsgrad 22,0 — 18,8 = 3% höher.

Die für Heißwindtemperatur von 860° erforderliche Gasmenge wird dann

$$\frac{879\,780\,000}{993 \cdot 0,73} = 1\,213\,700 \text{ cbm.}$$

Für die Heißwindtemperatur von 860° sind dann mehr aufzuwenden

$$1\,213\,700 - 1\,177\,400 = 36\,300 \text{ cbm.}$$

Der jährliche Geldbetrag hierfür wird

$$36,3 \cdot 1,4 \cdot 360 = 18\,295 \text{ ₰}$$

betragen.

Die Jahresersparnis bei Gas von 20° gegen Gas von 50° wird dann

$$10\,800 \cdot 18 - 18\,295 = 170\,000 \text{ ₰}$$

betragen.

Die für die Winderhitzerbeheizung erforderliche Gasmenge betrug bei 73% Wirkungsgrad 1 213 700 cbm. Für 700 t Dampferzeugung sind bei einem Gasverbrauch von 1,1 cbm/kg 770 000 cbm erforderlich. Es bleiben für Krafterzeugung in Gasmaschinen

$$4\,200\,000 - (1\,213\,700 + 770\,000) = 2\,216\,300 = 92\,345 \text{ cbm/st.}$$

Bei einem Wärmeverbrauch von 3100 WE f. d. PSe könnten mit diesen 30 000 PS erzeugt werden. Sind für die Gebläsewindlieferung 5000 PS erforderlich, so könnten 25 000 PS an elektrischer Energie erzeugt werden. Erreicht man diese Leistungen bei Gas von 20° mit vier Gasgebläsen und zehn Gasdynamos, so wird dies bei Gas von 50° mit der gleichen Anzahl Maschinen und denselben Umdrehungen i. d. min nicht mehr möglich sein, da sich der auf 0° bezogene Heizwert

¹⁾ Vgl. St. u. E. 1909, 28. Juli, S. 1147.

auf ein größeres Volumen verteilt, f. d. cbm also kleiner wird. Nach Zahlentafel 1 ist das Volumen bei 20° 1,092 und bei 50° 1,337 cbm.

Mit den Gasgebläsemaschinen könnte die Leistung durch Erhöhung der Umdrehungszahl erreicht werden. War die Umdrehungszahl bei Gas von 20° 80 i. d. min., so müßten bei Gas von 50° $80 \cdot \frac{1,337}{1,092} = 100$ Umdrehungen gemacht werden bzw. es müßten, falls der Maschinenlieferant die Erhöhung der Umdrehungszahl nicht zuläßt, anstatt vier Maschinen von je 100 fünf Maschinen zu je 80 Umdrehungen laufen, d. h. es muß eine weitere Gasgebläsemaschine zur Aufstellung gelangen.

Leisten 10 Gasdynamos mit Gas von 20° 25 000 PS, so sind bei Gas von 50° wegen der festliegenden Umdrehungszahl bei Drehstromzentralen $10 \cdot \frac{1,337}{1,092} = 12$ Maschinen erforderlich.

Es müssen also eine Gasgebläsemaschine und zwei Gasdynamos mehr betrieben werden, wenn anstatt Gas von 20° Gas von 50° verwendet wird. Die jährlichen Mehrkosten für ein Gasgebläse sind nach Pokorny¹⁾

an Verzinsung und Amortisation	„
300 000 · 0,17	51 000
4 Maschinisten 360 Tage zu 5 „	7 200
an Mehrzusatzwasser	600
Mehrverbrauch an Zusatzöl	7 700
„ „ weiterem Schmier- und Putzmaterial	900
Reparatur- und Reinigungskosten	6 700
	<hr/>
	74 100

Die jährlichen Mehrkosten für zwei Gasdynamos werden

an Verzinsung und Amortisation	„
351 000 · 0,17 · 2	111 340
8 Maschinisten 360 Tage zu 5 „	14 400
an Mehrzusatzwasser	1 800
Mehrverbrauch an Zusatzöl	11 700
„ „ weiterem Schmier- und Putzmaterial	1 680
Reparatur- und Reinigungskosten	12 000
	<hr/>
	152 920

zusammen Mehrausgaben für zwei Gasdynamos und ein Gasgebläse 227 000

Man ersieht daraus, daß es angebracht ist, bevor man zur Erweiterung einer Gaszentrale schreitet, zu untersuchen, welche Leistungen die Maschinen aufweisen und ob die Erweiterung nicht durch ein intensiveres Kühlen der Gase überflüssig wird.

Bei der Dampferzeugung ist es nicht ohne eingehende Versuche möglich, zahlenmäßig den Unterschied in der Verwendung zwischen Gas von 20 und 50° nachzuweisen. Selbstverständlich wird der Wärmeübergang an das Kesselwasser bei Gas von 50° infolge der geringeren Temperaturdifferenz zwischen Verbrennungstemperatur und Kesselinhalt geringer als bei Gas von 20°. Die Folge

ist ein schlechterer Kesselwirkungsgrad bei höherer Abgastemperatur. Bei weitgehender Ausnutzung der Abgase in Speisewasser-Vorwärmer läßt sich der Verlust zum Teil ausgleichen.

Auf Seite 599 war die Wasserdampfmenge in den Verbrennungsprodukten für 1000 cbm Gas für Gas von 20° 49,0 kg und für Gas von 50° 140,0 kg, in letzterem also 140,0 — 49,0 = 91,0 kg mehr. Beträgt die Abgastemperatur hinter den Vorwärmer 200°, so ist der Wasserdampf noch um 150° überhitzt. Bei der Erzeugung von 700 t Dampf täglich sind nach Seite 600 770 000 cbm Gas erforderlich. Gegen Gas von 20° entsteht durch die Ueberhitzung der Differenz von 91,0 kg Wasserdampf um 150° bei einem Gaspreis von 1,40 „ für 1000 cbm und einem Kesselwirkungsgrad von 70% ein jährlicher Verlust von

$$\frac{770\,000 \cdot 91,0 \cdot 150 \cdot 0,5 \cdot 360 \cdot 1,4}{1000 \cdot 993 \cdot 1000} = 2700 \text{ „.}$$

Im Vergleich zu den bedeutenden Verlusten bei der Cowperbeheizung und dem Maschinenbetrieb stünde hiernach der Dampfkesselbetrieb am günstigsten da. In Wirklichkeit werden auch hier die Verluste wesentlich größer werden. Jedenfalls nähert sich ein gasgefeuerter Dampfkessel mit niedriger Verbrennungstemperatur des Gas-Luft-Gemisches mit dadurch bedingter hoher Abgastemperatur am allerwenigsten dem Idealzustande. Auch der Kraftverbrauch der Reinigungsanlage wird bei Gas von 50° wesentlich höher als bei Gas von 20°. Beträgt der von den Ventilatoren zu erzeugende Pressungsunterschied 250 mm Wassersäule, so sind für die auf 0° bezogene Gasmenge von 4 200 000 cbm (24 Stunden) bei einem Wirkungsgrad des Ventilators von 0,6

$$N = \frac{Q \cdot h}{75} = \frac{4\,200\,000 \cdot 250}{24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 75 \cdot 0,6} = 270 \text{ PS}$$

erforderlich. Da die 4 200 000 cbm Gas von 0° nach Seite 599 bei 20° das 1,092fache und bei 50° das 1,337fache Volumen haben, so wird der Kraftverbrauch für die Erzeugung des Pressungsunterschiedes von 250 mm

$$\begin{aligned} &\text{bei Gas von } 20^\circ 1,092 \cdot 270 = 295,0 \text{ PS} \\ &\text{und „ „ „ } 50^\circ 1,337 \cdot 270 = 360,0 \text{ „} \\ &\text{mithin eine Differenz von } 65,0 \text{ PS.} \end{aligned}$$

Wird der Gasreinigungsbetrieb mit 2,75 Pfg. f. d. KWst belastet, so entsteht bei einem Wirkungsgrad des antreibenden Motors von 0,88 bei Gas von 50° gegen Gas von 20° ein jährlicher Verlust von

$$\frac{65 \cdot 2,75 \cdot 24 \cdot 360}{1,36 \cdot 0,88 \cdot 100} = 13\,000 \text{ „.}$$

Nach der Zahlentafel 1 beträgt der Wasserdampfgehalt je cbm Gas bei 20° 17,3 g und bei 50° 82,3 g f. d. cbm Gas. Die Differenz des Wasserdampfgehaltes des Gases von 50° gegen Gas von 20° wird dann $\frac{4\,200\,000}{24} (1,337 \cdot 0,0823 - 1,092 \cdot 0,0173) = 16\,000$ kg stündlich. Diese 16 000 kg Wasserdampf stündlich werden bei der

¹⁾ Vgl. St. u. E. 1910, 8. Juni, S. 942.

Abkühlung auf 20° kondensiert und in das Waschwasser übergeführt, also wiedergewonnen, während dieselben bei Gas von 50° den Verbrauchsstellen zugeführt, also verloren sind. Es entsteht dadurch bei einem Wasserpreis von 4 Pf. je cbm ein weiterer jährlicher Verlust von $16\,000 \cdot 24 \cdot 360 \cdot 0,04 = 5500$ *ℳ*. Ein weiterer, sehr ins Gewicht fallender Nachteil bei Verwendung des Gases von 50° gegen Gas von 20° besteht darin, daß die Gasmenge das $\frac{1,337}{1,092} = 1,225$ fache Volumen hat.

Die Reinigungsanlage des Gases von 50° muß also gegen die Gas von 20° liefernde Anlage um 22,5% größer bemessen werden.

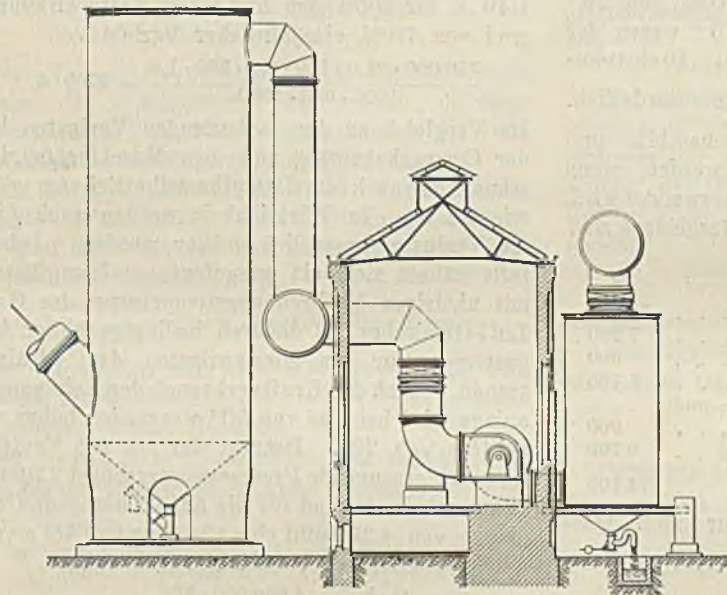


Abbildung 3. Reinigungsanlage.

Der jährliche Mehraufwand bei Verwendung von Gas von 50° war

	<i>ℳ</i>
für die Winderhitzerbeheizung	176 000
„ den Gasgebläsebetrieb	74 100
„ „ Gasdynamobetrieb	152 920
„ „ Dampfkesselbetrieb	2 700
„ „ Mehrkraftverbrauch von 65 PS	13 000
„ infolge des Mehrwasserverbrau- ches von 16 000 kg	5 500
	424 000

d. h., hatte man bisher Gas von 50° und kühlt dasselbe auf 20° herunter, so erhält man einen Bruttogewinn von 424 000 *ℳ*.

Erfahrungsgemäß sind für die Auswaschung des Gichtstaubes für Heizgas 1,3 und für Maschinengas weitere 1,5 l Wasser je cbm Gas erforderlich. Der Wasserverbrauch der drehbaren Reiniger wird dann

$$\frac{4\,200\,000 \cdot 1,3 + 2\,216\,300 \cdot 1,5}{24 \cdot 60} = 6 \text{ cbm/min}$$

entsprechend einem Wasserverbrauch von

$$\frac{4\,200\,000 \cdot 6}{24 \cdot 60} \cdot 1000 = 2 \text{ cbm je } 1000 \text{ cbm Gas.}$$

Nach Seite 598 beträgt der Wasserverbrauch für die Gaskühlung auf 20° 5184 kg und für Gas von 50° 2000 kg für 1000 cbm Gas. Bei dem Reinigungssystem „Waschen und Kühlen in einem Apparat“ erfolgt also gleichzeitig mit dem Auswaschen des Gichtstaubes in den drehbaren Reinigern mit der hierzu erforderlichen Wassermenge eine Abkühlung des Gases auf 50°. Die Abkühlung auf 20° macht die Aufstellung von statischen Vorkühlern erforderlich, da die ganze Kühlarbeit bis auf 20° unmöglich in den drehbaren Reinigern geleistet werden kann.

Nach Seite 598 wird der Wasserverbrauch für die Gaskühlung auf 20° für die in Betracht gezogene Tagesgasmenge von 4 200 000 cbm (24 Stunden)

$$\frac{4\,200\,000 \cdot 5184}{1000 \cdot 24 \cdot 60} = 15 \text{ cbm/min.}$$

Soll die volle Leistungsfähigkeit der Anlage bei möglichst geringem Kraftverbrauch erreicht werden, so ist es nach dem oben Gesagten erforderlich, daß den drehbaren Reinigern bereits auf die verlangte Temperatur gekühltes Gas zugeführt wird.

Zu den für die Gaskühlung auf 20° erforderlichen 15 cbm Wasser i. d. min, die über die Vorkühler verteilt rieseln, kämen, wie oben angegeben, noch 6 cbm i. d. min für die Auswaschung des Gichtstaubes in den drehbaren Reinigern hinzu, so daß der Gesamtwasserverbrauch einer Reinigungsanlage nach Abb. 3 für eine Tagesleistung von 4 200 000 cbm (24 Stunden), bezogen auf 0° und 760 mm QS, bei einer Gastemperatur von 150° mit einem Wasserdampfgehalt von 80 g/cbm sich bei einer Erwärmung des Wassers von 18 auf 34° auf $15 + 6 = 21$ cbm/min stellen würde. Demgegenüber steht bei dem System „Waschen und Kühlen in einem Apparat“ für dieselben Verhältnisse, nur mit dem Unterschiede, daß dieses Gas von 50° liefert, nach obigem ein Verbrauch von 6 cbm/min. Für Gas von 20° also ein Mehrverbrauch von 15 cbm/min. Wählt man jedoch die in folgendem noch zu beschreibende Anlage, System Hüttenbetrieb, D. R. P., so beträgt die Gesamtwassermenge für Gas von 20° $21 - 6 = 15$ cbm. Gegen Gas von 50° also nur noch ein Unterschied von 9 cbm/min.

Da nach Seite 601 mit der Kühlung der Gase von 50 auf 20° die Reinigungsanlage um 22½% leistungsfähiger wird, die zur Erreichung der

vollen Leistungsfähigkeit der Anlage erforderliche Erweiterung also überflüssig wird, wird eine Reinigungsanlage mit statischen Vorkühlern für Gas von 20° in den Anlage-, Reparatur- und Unterhaltungskosten nicht teurer werden, als die Gas von 50° liefernde Reinigungsanlage, System „Waschen und Kühlen in einem Apparat“. Von dem Bruttogewinn von 424 000 *M* wären also lediglich die Jahreskosten für die Förderung der 9 cbm Wasser i. d. min in Abzug zu bringen. Beträgt der Strompreis für die elektrisch angetriebenen Pumpen 2,75 Pfg. f. d. KWst, so werden die jährlichen Stromkosten für 9 cbm Wasser f. d. min bei einer angenommenen manometrischen Förderhöhe von 32 m, bei einem Wirkungsgrad des Elektromotors von 0,88 und der Pumpe mit 0,7

$$\frac{9000 \cdot 32 \cdot 2,75 \cdot 24 \cdot 360}{60 \cdot 75 \cdot 1,36 \cdot 0,7 \cdot 0,88 \cdot 100} = 18\,150 \text{ } \mathcal{M}.$$

Es bleibt also ein jährlicher Reingewinn von 424 000 — 18 150 = 406 000 *M*. Nach Seite 601 betragen die Anlagekosten für ein Gasgebläse 300 000 *M* und für zwei Gasdynamos 2 · 351 000 *M*. Das Endergebnis der Gegenüberstellung der beiden Gasreinigungsanlagen ist also folgendes:

Ein Hochofenwerk mit einem Koksverbrauch von 1000 t in 24 Stunden, welches bisher mit Gas von 50° arbeitete, erreicht durch weitere Kühlung der Gase auf 20° eine 22,5%ige Mehrleistung der Gasreinigungsanlage. Die Erweiterung derselben wird dadurch überflüssig. Hierdurch werden die Anlagekosten für die statischen Vorkühler mit Rohrleitungen usw. gedeckt.

Die Gasmaschinenanlage wird um 22,5% leistungsfähiger. Es werden hierdurch die Anlagekosten von einer Gasgebläsemaschine und zwei Gasdynamomaschinen im Betrage von 1 000 000 *M* gespart.

Durch die geringeren Anlagekosten, durch geringeren Koksverbrauch infolge höherer Heißwindtemperatur, durch Ersparnis an Löhnen, Materialien usw. ergibt sich ein jährlicher Gewinn von 400 000 *M*.

Es handelt sich hiernach um ganz beträchtliche Werte, und es ist durchaus erforderlich, beim Entwurf von Reinigungsanlagen unter allen Umständen eine möglichst tiefe Abkühlung vorzusehen.

In dem durchgerechneten Beispiel betrug bei 1000 t Koksverbrauch (24 st) die Tagesgasmenge 4 200 000 cbm. Werden hierbei 3000 t Erz verhüttet und beträgt die Koksfeuchtigkeit 7, die des Erzes 11%, die Temperatur der angesaugten Luft 20°, die Menge derselben 3 cbm/kg Koks, die Luftfeuchtigkeit 60% und der Wasserdampfgehalt des Gichtgases 3%, so wird sich in dem Gichtgas eine Wasserdampfmenge finden von

$$1\,000\,000 \cdot 0,07 + 3\,000\,000 \cdot 0,11 + 3\,000\,000 \cdot \frac{293}{273} \cdot 0,0173 \cdot 0,6 - 4\,200\,000 \cdot 0,03 \cdot 0,804 = 330\,070 \text{ kg.}$$

Entsprechend einem Wasserdampfgehalt von $\frac{330\,070\,000}{4\,200\,000} = 80 \text{ g/cbm}$, bezogen auf 0°, wie auf Seite 598 angenommen.

Nach der Verbrennungsgleichung für Wasserstoff verbrennt 1 cbm H im Gewicht von 0,089 kg mit einem halben Kubikmeter Sauerstoff im Gewicht von 0,5 · 1,43 kg zu einem Kubikmeter Wasserdampf im Gewicht von

$$0,089 + 0,5 \cdot 1,43 = 0,804 \text{ kg.}$$

In Volumprozenten ausgedrückt, würde die Wasserdampfmenge von 80 g/cbm hiernach

$$\frac{0,080}{0,804} = \sim 10\% \text{ betragen.}$$

Bei Bestellung einer Gasreinigungsanlage genügt hiernach die Angabe: Der Wasserdampfgehalt beträgt 10 Volumprocente, bezogen auf das Kubikmeter Gas von 0°. Die Berechnung einer Gasreinigungsanlage erfordert aber, wie in Vorstehendem gezeigt, die Benutzung der Dampftabelle. Es können auch bei dem Operieren mit Volumprozenten leicht Irrtümer entstehen, da die Angabe, der Wasserdampfgehalt beträgt 10 Volumprozent, nur ein Begriff ist.

In Wirklichkeit nimmt bei einem Gas-Wasserdampf-Gemisch der Wasserdampf denselben Raum ein wie das Gas, so daß sich 1 cbm bei 0° mit Wasserdampf gesättigtes Gas von 746,6 mm Hg Gesamtdruck zusammensetzt aus 1 cbm Gas von 760 mm Hg und 1 cbm Wasserdampf von 4,6 mm Hg. Einzig richtig erscheint daher die Angabe: Der Wasserdampfgehalt beträgt z. B. 80 g, bezogen auf das Kubikmeter Gas von 0°.

Die eingangs angegebene Erwärmung des Schmelzwassers um 16° bildet natürlich nicht die obere Grenze, diese kann bis an den Taupunkt heranreichen. Es kommt bei der Bestimmung der erforderlichen Wassermenge ganz darauf an, inwieweit man gleichzeitig mit der Gaskühlung eine gründliche Vorwaschung vornehmen will. Diese ist jedenfalls zur Vermeidung von Verschmutzung und baldigen Versagens der drehbaren Reinger besonders wichtig.

Wenn in Vorstehendem davon ausgegangen wurde, daß die Reinigung mit statischen Vorkühlern Gas von 20° und das Reinigungssystem „Waschen und Kühlen in einem Apparat“ Gas von 50° liefert, soll damit nicht gesagt sein, daß die letztere stets Gas von 50° liefern muß. Der Zweck der Arbeit ist lediglich der, auf die Unwirtschaftlichkeit einer Gasreinigungsanlage aufmerksam zu machen, bei der die möglichst tiefe Abkühlung vernachlässigt und deren wesentlichstes Merkmal „Waschen und Kühlen in einem Apparat“ ist. (Schluß folgt.)

Der heutige Stand der neueren Schweißverfahren. III.

Von Dipl.-Ing. P. Schimpke in Chemnitz.

(Fortsetzung von Seite 586.)

Schweißbrenner und Schweißflamme. Für die Wasserstoff-Sauerstoff-Schweißung ist auch heute noch ein einfacher Brenner in Gebrauch, der eine entsprechende Ausbildung des Daniellsehen Hahns darstellt. Abb. 42 zeigt die Ausführung des Drägerwerks Lübeck. Von den Kanälen a und b treten die beiden Gase durch feine Öffnungen in den Mischraum c und gehen weiter zur auswechselbaren Brennerspitze.

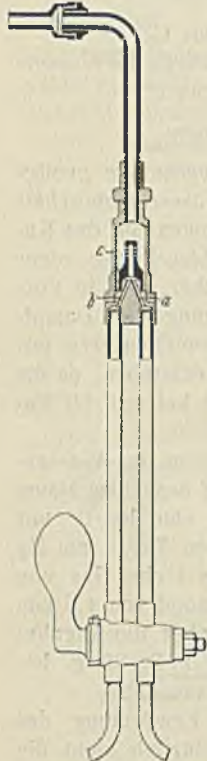


Abbildung 42.

Wasserstoff-Sauerstoff-Schweißbrenner.

Der erste brauchbare Azetylen-Sauerstoff-Brenner wurde von Fouché ausgebildet. Er ist in der in Abb. 43 dargestellten Form (Autogenerwerke, Berlin) oder in ähnlicher Ausführung heute noch vielfach in Gebrauch. Der Sauerstoff strömt aus dem Rohr A aus, saugt das aus der Rohrleitung C kommende, niedriggespannte Acetylen injektorartig an und mischt sich mit ihm in der Mischkammer B. Die langen, engen Röhren C (1 bis 3 mm Durchmesser, 1 m Länge) sollen einen Schutz gegen das Zurückschlagen der Flamme in die Acetylenleitung bilden, bedingen aber zugleich eine nicht erwünschte Drosselung der Acetylenzufuhr. Da zum Schutz gegen

Explosion stets die Wasservorlage vorgesehen ist, so sind bei dem in Abb. 44 schematisch dargestellten, von der Firma E. Schneider, Chemnitz, gebauten Brenner diese engen Röhren weggelassen. Ferner ist die Mischdüse m weit nach hinten verlegt, um

die Entfernung e für die Injektorwirkung von ausschlaggebender Bedeutung ist. Eine Verschiebung der Düsenspitze um $\frac{1}{2}$ mm ergab z. B. bei gleichbleibendem Sauerstoffverbrauch von 450 l stündlich nur 226 l gegenüber 535 l stündlich angesaugtem Acetylen vorher. Bei der Brennerherstellung wird die richtige Düsenlage meist durch ausführliche Brennversuche bestimmt. Außer den beiden angeführten gibt es noch eine große Anzahl brauchbarer Acetylenbrenner. Sie ergeben teilweise ganz verschiedene Flammengrößen und -hitzen, sind also nicht alle von gleichem Wert. Wissenschaftliche Untersuchungen über Schweißbrenner sind in letzter Zeit von Lud-

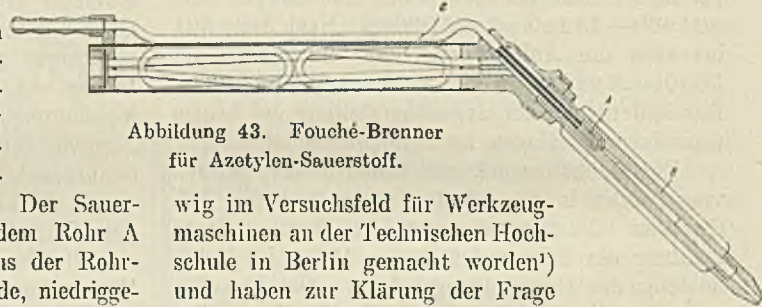


Abbildung 43. Fouché-Brenner für Acetylen-Sauerstoff.

wig im Versuchsfeld für Werkzeugmaschinen an der Technischen Hochschule in Berlin gemacht worden¹⁾ und haben zur Klärung der Frage der richtigen Brennerkonstruktion beigetragen.

Um ein Zurückschlagen der Schweißflamme in den Brenner zu verhindern, ist es zweckmäßig, die Zündgeschwindigkeit des Gasgemisches herabzusetzen. Außerdem ist es erwünscht, jede oxydierende Wirkung der Flamme zu verhindern. Beides wird dadurch erreicht, daß man das Mischungsverhältnis der Gase nicht der vollkommenen Verbrennung entsprechend wählt, sondern einen Uberschuß an brennbarem Gas einführt. Wasserstoff und Sauerstoff verbrennen nach der Gleichung: $2\text{H} + \text{O} = \text{H}_2\text{O}$ zu Wasserdampf. Das praktisch erprobte Verhältnis Wasserstoff zu Sauerstoff ist demgegenüber 4 : 1 bis 5 : 1. Infolge dieses Wasserstoffüberschusses und der durch Dissoziation des Wasserdampfs verbrauchten Wärme

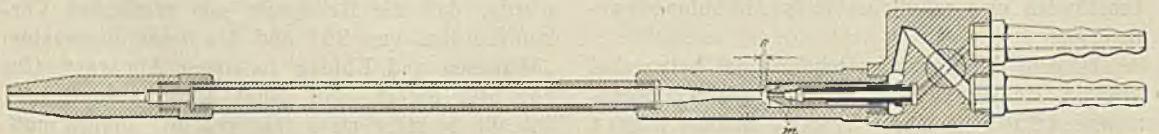


Abbildung 44. Acetylen-Sauerstoff-Schweißbrenner.

sie gegen Erwärmung zu schützen. Es dürfte dies um so wichtiger sein, als das Mischungsverhältnis der Gase durch die Erwärmung verändert und die Flamme, infolge verringerter Acetylenzufuhr, sauerstoffreicher wird. Außerdem wurde durch eingehende Versuche, z. B. von Thoma¹⁾, nachgewiesen, daß

ergibt sich nur eine Temperatur von 1900 bis 2000° am heißesten Punkt der Flamme, etwa 10 mm vor der Brennermündung. Diese Flammenstelle ist an einer bläulichen Färbung zu erkennen.

¹⁾ Karbid und Acetylen 1911, Nov., S. 265.

¹⁾ Berichte des Versuchsfeldes für Werkzeugmaschinen an der Technischen Hochschule Berlin, Heft 2, 1912.

Zur vollständigen Verbrennung von Azetylen sind nach der Gleichung: $C_2H_2 + 5 O = 2 CO_2 + H_2O$ 2,5 cbm Sauerstoff erforderlich oder 0,4 Teile Azetylen auf 1 Teil Sauerstoff. Da man praktisch aber wieder mit Azetylenüberschuß arbeiten muß, kann man nach Amédéo annehmen¹⁾, daß die Verbrennung sich in der Flamme zunächst nach der Gleichung: $C_2H_2 + 2 O = 2 CO + H_2$ vollzieht. Der

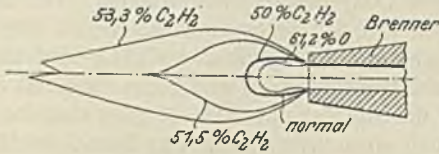


Abbildung 45.

Formen der Azetylen-Sauerstoff-Schweißflamme.

zur weiteren Verbrennung erforderliche Sauerstoff wird dann der umgebenden Luft entzogen, und man erhält: $2 CO + H_2 + 3 O = 2 CO_2 + H_2O$. Nach diesen Gleichungen ist das günstigste Verhältnis von Azetylen zu Sauerstoff im Schweißbrenner 1:1, was auch durch die vorher erwähnten Versuche von Ludwig bestätigt wird. In der Praxis braucht ein Brenner jetzt etwa 0,7 Teile Azetylen auf 1 Teil Sauerstoff, diesen Untersuchungen gegenüber also noch zu viel Sauerstoff. Die Azetylen-Sauerstoff-Flamme hat nach Ludwig eine Temperatur von 3000 bis 4000°, nach Versuchen des Deutschen Azetylenvereins 3650 bis 4000°, ist also bedeutend heißer als die Wasserstoffflamme. Die richtige Einstellung der Azetylenflamme am Schweißbrenner bietet keine Schwierigkeiten (s. Abb. 45). Man sieht stets einen hellen Kern (bei 50% C_2H_2 , 50% O). Dies ist die Stelle der Dissoziation von Azetylen und damit der höchsten Temperatur. Außerdem ist ein großer, dunklerer Mantel vorhanden. Bei einer geringen Aenderung des Mischungsverhältnisses, z. B. 1,5 und 3,3% Azetylenüberschuß, wird die weiße, helleuchtende Flamme bedeutend größer. In Wirklichkeit bleibt der frühere heiße Flammenkern, das überschüssige Azetylen verbrennt nur im Luftsauerstoff in heller Flamme. Bei Sauerstoffüberschuß (z. B. 61,2% O) schnürt sich der weiße Flammenkern hinter der Brennermündung ein und wird kürzer.

Es sei hier noch darauf hingewiesen, daß auch die Funkenprobe bei allen Flammenschweißungen zur Beurteilung der Flamme herangezogen werden kann. Bei Sauerstoffüberschuß zerstreuen die beim Schweißen abspringenden Funken sternartig, bei richtiger Flammeneinstellung behalten sie Kugelform.

Die Schweißbrenner werden, den Materialstärken entsprechend, meist in etwa 6 bis 10 verschiedenen Größen hergestellt, Azetylenbrenner für Materialstärken von $\frac{3}{10}$ bis über 40 mm (ausnahmsweise). Ein Auswechseln der Ausströmdüse allein zum Arbeiten mit verschiedenen Blechstärken genügt nicht. Es müssen auch Blasrohr und Saugdüse, also fast der ganze Brenner, ausgewechselt werden. Als Norm wird angenommen, daß der stündliche Azetylenverbrauch eines Brenners je mm Blechstärke etwa 75 l beträgt. Hiernach sind die verschiedenen Schweißbrennergrößen festgelegt.

Schweißung mit gelöstem Azetylen. Dem Azetylen-Niederdruckverfahren am nächsten steht die Azetylen-Hochdruckschweißung, das Arbeiten mit gelöstem Azetylen (Acétylène dissous, Dissousgas, auch Autogas genannt), das seit längerer Zeit schon in der Haus- und Wagenbeleuchtung, neuerdings aber erst in der Schweißtechnik größere Anwendung findet.

Unter einem Druck von mehr als 2 at nimmt Azetylen explosive Eigenschaften an. Um es komprimiert in Flaschen verwenden zu können, ging man zunächst dazu über, Azetylen in Azeton ($C_2H_5 \cdot CO \cdot C_2H_5$, aus Holzkalk gewonnen) aufzulösen. 1 l Azeton löst

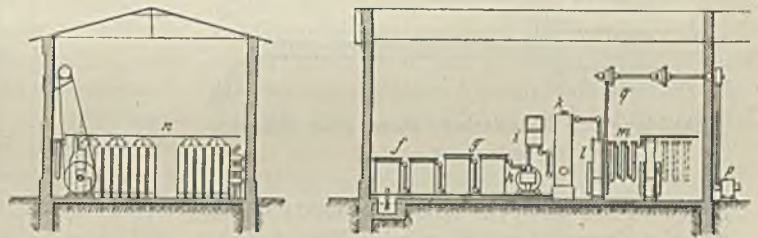


Abbildung 46.

Anlage zur Erzeugung von gelöstem Azetylen.

praktisch 24 l Azetylen. Die Lösungsfähigkeit wächst proportional dem Druck, so daß bei 15 at (höchster in Deutschland zugelassener Druck) 1 l Azeton 360 l Azetylen aufnehmen kann. Wenn nun auch diese Lösung wesentlich weniger explosiv ist, so wird die genügende Sicherheit gegen Explosion erst dadurch

geschaffen, daß man die Flaschen mit einer porösen, das Azeton aufsaugenden Masse anfüllt, die die Fortpflanzung einer Explosion verhindert. Deutsche Dissousgasfabriken liegen zurzeit in Döse bei Cuxhaven, Reisholz bei Düsseldorf, Friedrichshafen, Borsigwalde bei Berlin und Rottluff bei Chemnitz.

Die Anlage der jetzt in Betrieb kommenden¹⁾ „Sächsischen Gesellschaft für Kohlenwasserstoffe in Chemnitz“ zeigt Abb. 46. Das Azetylen wird in den

¹⁾ Revue de la Soudure autogène 1910, Sept., S. 185.

¹⁾ Seit Juli 1914 in Betrieb.

Entwickeln a erzeugt, geht durch den Wäscher b zum Gasbehälter c, dann durch die Reiniger f und Trockner g zum Gasmesser h, von diesem durch einen Stoßfänger i (Ausgleich der durch das Ansaugen im Kompressor hervorgerufenen Druckschwankungen) zum Trockenturm k. In den Kompressoren l wird es dann auf 15 at Druck gebracht und nach dem Durchströmen der Separatoren m (Oelabscheider) den Flaschen zugeführt, die auf den Rampen n und o stehen. Zum Antrieb der Kompressoren dient der Elektromotor p mit Kupplungen q. Nach der Füllung läßt man die Flaschen liegen, weil der Druck infolge des langsamen Lösens von Azetylen in Azeton zurückgeht, und füllt dann noch ein- oder zweimal nach. Die Flaschen sind in derselben Fabrik vorher mit einer porösen Masse gefüllt, die Fabrikheimnis ist, vielfach aber aus Holzkohle, vermischt mit zementbildenden Substanzen (Kieselgur) und Wasser, besteht. Sie wird zu einem Brei angerührt, dann in die Flasche gebracht und getrocknet. In Amerika hat die Herstellung gelösten Azetylen schon einen viel größeren Umfang angenommen als in Deutschland. Man verwendet dort als porösen Stoff eine Asbestmasse. Eine betriebsfertige Stahlflasche von z. B. 50 l Wassereinhalten

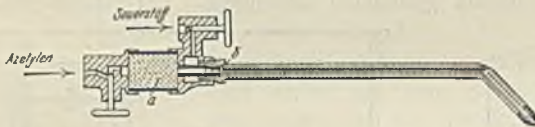


Abbildung 47. Schematische Skizze eines Brenners für gelöstes Azetylen.

nimmt bei 15 at und 17,5° Temperatur 6600 l Azetylen auf, also ebensoviel wie die mit hochkomprimiertem Wasserstoff oder Sauerstoff gefüllten Flaschen. Sie enthält dann dem Volumen nach 40 % Azeton, 22,5 % Azetylen und 12,5 % freien Raum.

Die Flasche mit gelöstem Azetylen kann nun an beliebiger Stelle mit der Sauerstoffflasche zusammen zum Schweißen Verwendung finden. Ein Reduzierventil vermindert wieder den Druck des aus dem Azeton aufsteigenden Azetylen auf 0,2 bis 2 at, je nach der Brennergröße, eine Wasservorlage ist überflüssig. Azetylen und Sauerstoff werden dann einem Brenner zugeführt, der z. B. nach Art des in Abb. 47 schematisch dargestellten (Autogenwerke, Berlin) ausgebildet sein kann. Das Azetylen wird noch durch eine poröse Masse a geführt, um einen Flammenrückschlag zu vermeiden. Der Sauerstoff tritt rings um die Azetyldüse b ein. Diese Anordnung ist nicht unbedingt notwendig. Einfache Wasserstoff- und Azetylenbrenner können auch benutzt werden. Bisher wurde die Mischung der Gase bei Verwendung gelösten Azetylen als besser hingestellt, weil man allgemein einen geringeren Azetylen- und Sauerstoffverbrauch als beim Niederdruck-Azetylen fand. Es kann dies aber z. B. auch an der größeren Reinheit und dem gleichmäßigeren und höheren Heizwert des Dissousgases liegen. Genauere Versuche hierüber liegen noch nicht vor.

Der Vorteil des gelösten Azetylen gegenüber dem Niederdruck-Azetylen besteht vor allem in der größeren Reinheit des im großen hergestellten Gases, in der größeren Beweglichkeit der Apparatur, in der vollen Verwendungsfreiheit in Wohn- und Arbeitsräumen, ein Nachteil wohl nur in den zurzeit noch wesentlich höheren Preisen (s. spätere Angabe).

Die Benzolschweißung. Sie ist unter dem Namen „Oxy-Benz-Schweißverfahren“ vor einigen Jahren von den Autogenwerken, Berlin, eingeführt worden. Das flüssige Benzol (C_6H_6) wird erst am Schweißbrenner vergast und bildet dann mit Sauerstoff die Stiehflamme. Abb. 48 zeigt zunächst schematisch einen vollständigen Oxy-Benz-Schweißapparat. Der zum Schweißen erforderliche Sauerstoff

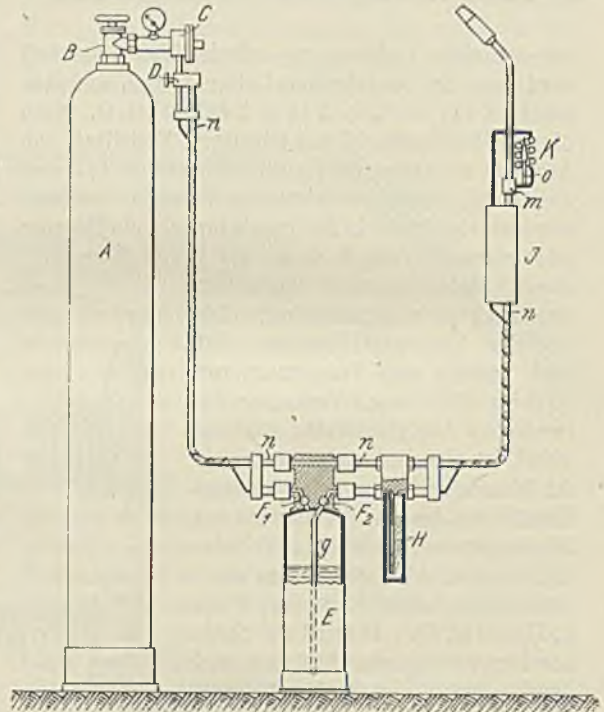


Abbildung 48. Oxy-Benz-Schweißapparat.

wird aus der Sauerstoffflasche A nach Öffnen des Schließventils B und Einstellen des Reduzierventils C auf 3 at durch den Gummischlauch n dem Schweißbrenner J zugeführt. Außerdem geht eine zweite Sauerstoffleitung, die bei D drosselbar und als Metallrohr um den Gummischlauch n gewickelt ist, zum Benzolbehälter E, der oben einen Verteilungskörper mit den Absperrventilen F_1 und F_2 besitzt. Der Sauerstoff drückt nun das Benzol in die Leitung g und durch die Benzolvorlage H (Sicherung gegen Flammenrückschlag) nach dem Schweißbrenner. Das Benzolrohr ist wieder um den Sauerstoffschlauch n gewickelt. An dem Brenner, der die ältere Ausführungsform zeigt, wird bei der Inbetriebsetzung die Vergaserschlange K auf einer mit Spiritus geheizten Anwärmevorrichtung fünf Minuten lang erhitzt. Darauf entzündet man die Verdampferflamme O, die

durch das zunächst vergaste Benzol gespeist wird und die weitere Verdampfung des Benzols übernimmt. Bei m findet dann die Mischung des vergastem Benzols mit Sauerstoff statt. Abb. 49 zeigt den neuen verbesserten Schweißbrenner der Autogenerwerke. g ist das Sauerstoff-Regulierventil, d das Sauerstoffzuführungsrohr. Das Benzol tritt bei e ein, geht dann in das mit Asbest gefüllte Vergaserrohr f, verdampft infolge der Wirkung der Verdampferflamme c und mischt sich in feinen Durchtrittsöffnungen an der Düse h mit dem Sauerstoff. b ist

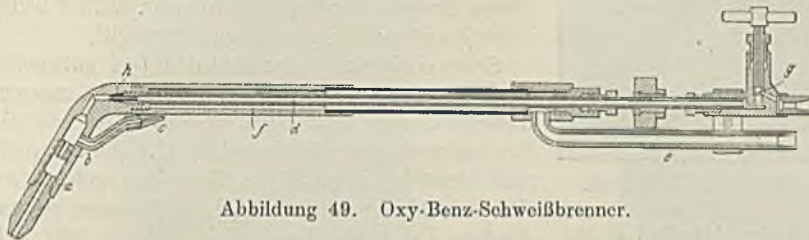


Abbildung 49. Oxy-Benz-Schweißbrenner.

ein Staukörper, a der Brennerkopf mit neun auswechselbaren Mundstücken von 1 bis 5 mm l. W. Der Vorteil des neuen Brenners besteht vor allem darin, daß er an vorderen Ende wesentlich leichter und also auch besser zu bedienen ist.

Die Oxy-Benz-Schweißung ist durch Versuche von Kautny¹⁾ und vom Deutschen Azetylenverein²⁾ eingehend mit der Azetylen-Sauerstoffschweißung verglichen worden. Die Temperatur der Benzol-Sauerstoffflamme kann danach zu 2600 bis 2800° angenommen werden. Die Kosten der Benzolschweißung ergaben sich zu 30 bis 100 %, letzteres bei dicken Blechen (bei Kautny) bzw. zu 50 % (beim Deutschen Azetylenverein), höher als die der Azetylen-schweißung. Im übrigen zeigte sich, daß die Benzolschweißungen ähnlich ausfielen wie die Azetylen-schweißungen, daß aber das Inbetriebsetzen des Oxy-Benz-Brenners umständlicher und das Arbeiten mit ihm schwieriger war als das mit dem Azetylenbrenner. Die Zuführung des Benzols mit Hilfe des Sauerstoffs ist zwar eine einfache Lösung der Frage der Benzolzufuhr, erscheint aber nicht ungefährlich. Bei Temperaturen unter 4° erstarrt Benzol, das Verfahren ist also dann nicht anwendbar.

Leuchtgas- und Blaugas-Schweißung. Ein Gemisch von Leuchtgas und Sauerstoff ergibt eine Stichflamme von etwa 1600° Temperatur. Es ist daher nur möglich, Blechstärken bis 4 oder 5 mm autogen mit Leuchtgas zu schweißen. Ferner enthält aber auch das gereinigte Leuchtgas noch Schwefelverbindungen, die auf die Güte der Schweißnaht ungünstig einwirken. Die Leuchtgasschweißung wird daher nur selten benutzt, ist überdies auch wirtschaftlich den meisten übrigen Verfahren unterlegen.

Blaugas (nach seinem Erfinder, dem Chemiker Blau, benannt) ist ein durch Destillation von Rohölen gewonnenes Gas, ähnlich dem Leuchtgas, aber

frei von Kohlenoxyd. Es wird in Stahlflaschen, auf 100 at komprimiert, verschickt, wobei es sich auf $\frac{1}{400}$ seines Volumens verringert hat und seine Bestandteile an schweren Kohlenwasserstoffen flüssig geworden sind. Neben der Stahlflasche braucht man noch einen Gaskessel, in dem man das Gas unter Schweißdruck auffängt, bzw. überhaupt erst vollkommen verdampfen läßt. Auch die Blaugas-schweißung ist nur wenig eingeführt.

Weitere autogene Schweißmethoden von praktischer Bedeutung dürften zurzeit nicht bekannt, bzw. mit geringen Abweichungen zu den besprochenen Ausführungsarten zu rechnen sein.

Die Ausführung autogener Schweißungen. Dieses Kapitel ist heute schon so umfangreich geworden, daß hier auf die ins einzelne gehenden Darlegungen in der Literatur verwiesen werden muß³⁾. Wesentlich ist stets die Tüchtigkeit des Schweißers, der genügende Fertigkeit im Schweißen besitzen und auch in der Beurteilung der Flamme, der Schweißbrennergröße, der Beschaffenheit des Schweißmaterials, der Güte des Zusatzmaterials und etwaiger Schweißmittel sicher sein soll. Einige Beispiele heute üblicher Schweißungen frischen Materials zeigt schematisch Abb. 50. Nur dünne Bleche können stumpf

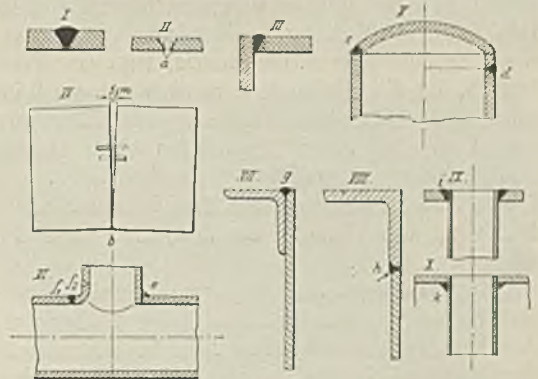


Abbildung 50. Beispiele autogener Schweißungen.

gestoßen werden, oder man läßt einen Spalt und schmilzt die Ränder herunter (bei a, Abb. 50, II). Alle stärkeren Bleche werden abgeschragt (Abb. 50, I). Die entstehende Rinne wird mit Zusatzmaterial voll geschmolzen. Abb. 50, III zeigt eine Winkelschweißung, IV das Herstellen einer Längsnaht, die bei b geheftet und bei b, mit scherenähnlich gehaltenen Stäben auseinandergehalten wird, da die Blechränder infolge der Erwärmung das Bestreben haben, sich übereinander zu schieben. Man kann aber auch so schweißen, daß man zunächst an mehreren Punkten auf die

¹⁾ Autogene Metallbearbeitung 1912, Heft 2, S. 26, und Heft 4, S. 63.

²⁾ Karbid und Azetylen 1912, S. 121 ff.

³⁾ Zeitschrift: „Autogene Metallbearbeitung“ (die letzten Jahrgänge). Kautny: Handbuch der autogenen Metallbearbeitung 1912, Verlag von Marhold, Halle.

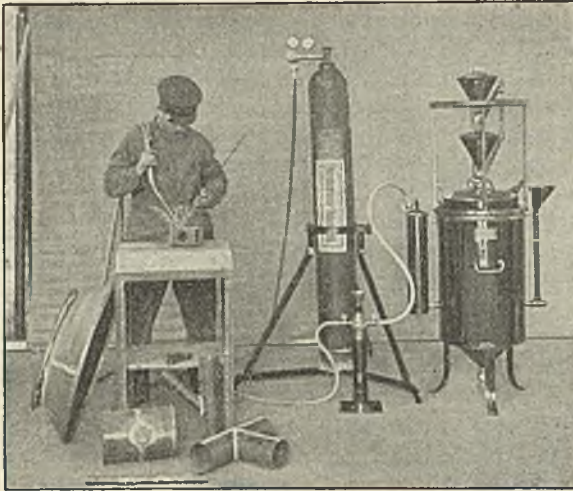


Abbildung 51. Azetylen-Schweißapparat in Betrieb.

ganze Länge heftet. Unter V ist links bei c das falsche, rechts bei d das richtige Einschweißen eines Bodens in ein Blechgefäß dargestellt. Bei c wird die Schweißnaht unnötige und unzulässige Spannungen erhalten. Das Anschweißen eines Stutzens an ein Rohr kann bei VI e, besser aber bei f_1 oder f_2 vorgenommen werden. VII und VIII zeigen das Anbringen eines Winkeleisens an einem Blechrand (Schweißstelle bei g oder h), IX das Anschweißen eines Flansches und X das Einschweißen eines Rohrs in eine Blechwand (Schweißstellen bei i und k). Wie verschiedene Resultate bei autogenen Schweißarbeiten infolge der verschiedenen Geschicklichkeit und Kenntnisse der Schweißer erzielt werden, zeigt ein Wettbewerb, den die „Union de la Soudure autogène“ im September 1911 veranstaltete¹⁾. Alle Bewerber hatten dieselbe Arbeit (Schweißen eines kleinen Blechzylinders) zu erledigen. Trotzdem betrug der Gasverbrauch bei einigen das Zweieinhalbfache, die Zeit sogar das Vierfache der Zeit, die andere Bewerber brauchten.

Abb. 51 zeigt einen tragbaren Azetylen-Sauerstoff-Schweißapparat der Firma Keller & Knappich, Augsburg, für Innenräume im Betrieb. Rechts steht der Azetylen-Entwickler, vor der Sauerstoffflasche der Wasserverschluß in der Azetylenleitung. Der Schweißer hat die Schläuche der Bequemlichkeit halber über die Schulter gelegt und führt in der Linken den Zusatzstab.

Bei der Anfertigung von Massenartikeln, z. B. Röhren, kann durch Anwendung von Schweißmaschinen die Leistung einer Schweißanlage unter gleichzeitiger Verringerung des Gasverbrauchs gesteigert werden²⁾. Die Maschine führt entweder nur einen gewöhnlichen Brenner an der Schweißnaht oder das Rohr an dem feststehenden Brenner vorbei. Nach dem letzteren Prinzip arbeitet die in Abb. 52 wiedergegebene neue Rohrschweißmaschine der Firma

Hager & Weidmann in Berg-Gladbach bei Köln. Die Röhren werden auf einer Ziehbank vorgebogen oder auf Rohrwalzmaschinen allmählich eingerollt. Dann führt man sie in der Schweißmaschine zwischen wagerecht gelagerten Fortbewegungswalzen und senkrechten Druck- und Führungswalzen an den Schweißbrennern vorbei. Die abgebildete Maschine arbeitet mit zwei Straßen nebeneinander und erreicht bei 2 mm Rohrwandstärke 30 m Schweißnaht in der Stunde auf jeder Straße oder 600 m insgesamt täglich bei zehnstündigem Betrieb. Elektrische Isolierrohre, Fahrradrohre, Gasrohre usw. werden heute vielfach auf solchen Maschinen hergestellt.

Schweißbarkeit der Metalle (bei autogenen Verfahren). Schmiedeeisen läßt sich leicht autogen schweißen, und zwar ohne Schweißmittel, da die Flamme genügend reduzierend wirkt. Die Schweißnaht bleibt bei vorsichtigem Schweißen weich. Der Schweißdraht besteht aus kohlenstoffarmem, schwedischem Holzkohleneisen. Weicher Stahl läßt sich ebenfalls gut schweißen, härterer Stahl unter Verwendung von Aluminium oder Magnesium als Desoxydationsmitteln. Das Hauptgebiet der autogenen Schweißung ist beim Schmiedeeisen das Schweißen dünnerer Bleche (nach Abb. 50). Ueber die Anwendbarkeit im Dampfkesselbau, besonders bei Dampfkesselreparaturen, sind die Meinungen noch sehr geteilt¹⁾. Die starke Erwärmung beim Schweißen führt

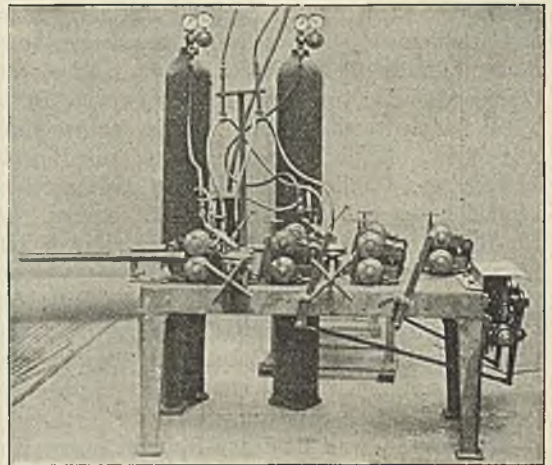


Abbildung 52. Schweißmaschine.

zu einer Stauchung, die spätere Abkühlung zu einer starken Zugbeanspruchung der Reparaturstellen, um so mehr, als die umliegenden Kesselteile wenig nachgiebig sind. Obwohl schon eine große Anzahl Reparaturen (vor allem in Frankreich) zur Zufriedenheit ausgeführt sind, gilt doch der von Bach auf Grund zahlreicher Versuche²⁾ aufgestellte Satz, „daß man bei der

¹⁾ s. Zeitschrift des Bayerischen Dampfkessel-Revisionsvereins 1908, 15. Febr., S. 23; 15. April, S. 67 ff.

²⁾ Mitteilungen über Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, Heft 83 u. 84. Herausgegeben vom Verein deutscher Ingenieure. S. a. St. u. E. 1910, 26. Okt., S. 1853.

¹⁾ s. Revue de la Soudure autogène 1911, Heft 32 und Heft 33.

²⁾ s. Autogene Metallbearbeitung 1912, Mai, S. 77.

Herstellung und Ausbesserung von Dampfkesseln mit autogener Schweißung die größte Vorsicht walten lassen und sie nur durch zuverlässig arbeitende Firmen unter Ueberwachung durch die Revisionsvereine ausführen lassen soll“.



Abbildung 53.

Turbinengehäuse mit Lunkerstelle.

Es sei hier noch darauf hingewiesen, daß in neuester Zeit gute Ergebnisse mit einer Abart der autogenen Kesselschweißung, der sogenannten „Kleinfeuerschweißung“ nach dem Verfahren der Firma Werner in Köln, erzielt worden sind. Hierbei wird



Abbildung 54.

Turbinengehäuse, fertig geschweißt.

an der Schweißstelle nur wenig Zusatzmaterial aufgetragen und das umliegende Blechmaterial nur auf Schweißhitze erwärmt. Der Schweißer verarbeitet dann das teigige Material mit einem kleinen, ziemlich spitzen Hammer, trägt wieder von neuem etwas Zusatzmaterial auf, verhämmer es und fährt so fort, bis er die ganze keilartige Schweißfuge ausgefüllt hat.

Gußeisen läßt sich wesentlich schlechter autogen schweißen als Schmiedeeisen. Den beim Erhitzen auftretenden großen Spannungen muß man durch gleichmäßiges Anwärmen des ganzen Stücks auf Rotglut (700 bis 800°) und nachheriges sorgfältiges Abkühlen im Temperofen oder im Holzkohlenfeuer begegnen. Außerdem liegt der Schmelzpunkt des Eisenoxyduloxys (1350°) höher als der des Gußeisens. Eine

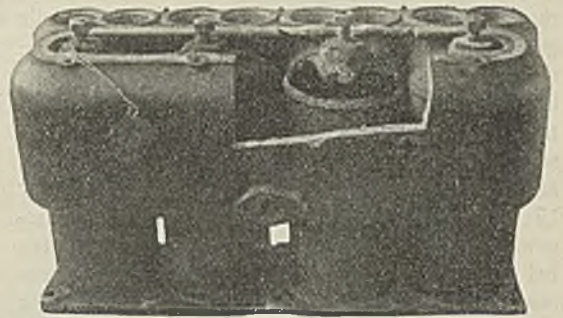


Abbildung 55. Automobilzylinder mit Bruchstellen.

Oxydbildung läßt sich also nicht vermeiden, und man muß mit Schweißmitteln arbeiten, von denen z. B. die von Schoop für die Aluminiumschweißung benutzten (s. diese) gut verwendbar sind, während Borax die Schweißstelle hart und spröde macht. Bei größeren Wandstärken, über 5 mm, kann man ohne Schweißmittel auskommen, wenn durch Rühren mit dem Schweißstab das Oxydhäutchen ständig zerstört wird. Das Zugabematerial soll aus Gußstäben mit 4 bis 5 % Si bestehen, um die verbrennende Silizium-

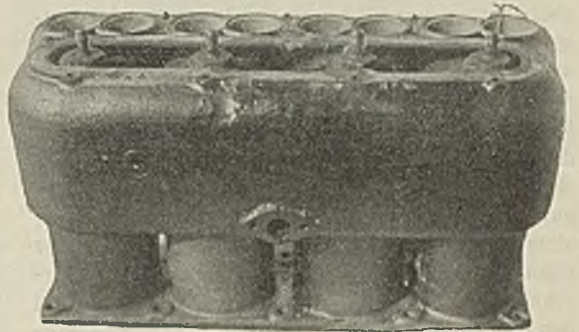


Abbildung 56. Automobilzylinder, fertig geschweißt.

menge auszugleichen und ein Hartwerden der Schweißstelle zu vermeiden. Temperguß und Stahlguß lassen sich leichter als Gußeisen schweißen. Bei Stahlguß ist auf die entsprechende Zusammensetzung des Zugabematerials zu achten.

Die autogene Gußeisenschweißung kommt hauptsächlich für Reparaturzwecke in Frage. Als Beispiele seien einige Schweißarbeiten angeführt, die in amerikanischen Gießereien vorgenommen wurden. Abb. 53 zeigt ein Turbinengehäuse, das an der mit einem Pfeil bezeichneten Stelle einen Gußfehler in Gestalt eines Lochs aufwies. Da der Guß im übrigen einwandfrei war, versuchte man das Stück durch Schweißen mit

dem Azetylen-Sauerstoff-Brenner zu retten, nachdem man es drei Stunden im Holzkohlenfeuer angewärmt hatte. In Abb. 54 sieht man das Gehäuse nach der Schweißung, die gut gelungen war, und deren Kosten nur 8 *M* betragen haben sollen. Die Abb. 55 u. 56 zeigen einen Automobilzylinder, bei dem ein herausgebrochenes Stück des Innenzylinders einzuschweißen war. Die Reparatur ist insofern bemerkenswert, als man gezwungen war, zunächst ein Stück des Wassermantels herauszuschneiden, um an die Bruchstelle gut herankommen zu können (Abb. 56). Nach Beendigung der eigentlichen Zylinderschweißung wurde das herausgeschnittene Stück des Wassermantels auch autogen wieder eingeflickt, wie Abb. 56 anschaulich zeigt. Der Wert des Zylinders ist zu 240 *M* angegeben, die Kosten der Schweißung sollen nur 15 *M* ausgemacht haben. Mit Recht wird darauf hingewiesen, daß der Wert der autogenen Schweißung bei solchen Reparaturen nicht allein in der Kostenersparnis am Arbeitsstück, sondern vor allem in der Zeit- und damit Kosten-Ersparnis liegt, die durch schnellere Wiederinbetriebsetzung der betreffenden Maschine usw. erzielt wird. Daß große Gußreparaturen mit Hilfe der autogenen Schweißung in Deutschland schon oft mit Erfolg durchgeführt wurden, dafür gibt die in dieser Zeitschrift wiedergegebene Schweißung eines Dampfmaschinenzylinders ein Beispiel¹⁾. An derartige große Reparaturen scheint man sich in Amerika — nach den übrigen Abbildungen der angezogenen amerikanischen Veröffentlichung zu urteilen — noch nicht gewagt zu haben.

Kupfer ist schwer zu schweißen. Die autogene Kupferschweißung gelingt aber heute einwandfrei bei Beobachtung verschiedener Vorsichtsmaßregeln²⁾. Zunächst ist der großen Wärmeleitfähigkeit des Metalls wegen das Schweißstück in Sand zu betten oder mit Asbestpappe zu unterlegen, bzw. abzudecken. Eine Vorwärmung ist zweckmäßig. Trotzdem ist dann bei denselben Blechstärken wie beim Schmiedeeisen der Gasverbrauch noch wesentlich höher. Da der Schmelzpunkt des Kupferoxyds bei 1025° liegt, kann man ohne Schweißmittel auskommen, verwendet aber dann Schweißstäbe mit etwas Phosphor- oder Bor-gehalt (nicht über 0,5 %), um jeder Oxydbildung und der Neigung des Kupfers, Gase zu absorbieren, entgegenzuwirken. Für den ungeübten Schweißer ist die Verwendung von Schweißmitteln zu empfehlen, die Gemische von Boraten und Silikaten (am besten mit Phosphor- und Borzusatz) sind und jetzt auch in Pastenform in den Handel gebracht werden. Neuerdings schweißt man Kupfer auch derart, daß man die zu verschweißenden Teile gereinigt schräg aufeinander legt, sie nur bis annähernd an den Schmelzpunkt des Kupfers erwärmt und dann mit kleinen Hämmern bearbeitet und so zusammenschweißt. Abb. 57 zeigt eine Kupferschweißanlage der Firma Keller & Knappeich, Augsburg, zugleich unter Verwendung des schon in Abb. 36 erläuterten Karbididapparats.

Kupfer-Zinn-Legierungen (Rotguß, Bronzen) lassen sich ähnlich wie Kupfer selbst schweißen. Kupfer-Zink-Legierungen (Messing) sind dagegen insofern schwer zu schweißen, als Zink leicht oxydiert und auch verdampft. Um dies zu vermeiden, setzt man den Schweißstäben Aluminium zu und benutzt auch meist Schweißmittel.

Der autogenen Aluminiumschweißung³⁾ stellen sich wesentliche Schwierigkeiten durch den hohen Ausdehnungskoeffizienten des Aluminiums und seine große Verwandtschaft zu Sauerstoff entgegen. Gegossenes Material ist also zunächst sehr vorsichtig anzuwärmen und wieder abzukühlen. Aluminiumoxyd hat den sehr hohen Schmelzpunkt von etwa 3000° und läßt sich nur durch Anwendung eines geeigneten



Abbildung 57.
Kupferschweißanlage mit Karbididapparat.

Schweißmittels in eine Schlacke mit niedrigerem Schmelzpunkt als dem des Aluminiums (650°) überführen. Am bekanntesten ist das Schoopsche Schweißmittel (D. R. P. Nr. 222 960), im Besitz der A.-G. für autogene Aluminiumschweißung in Zürich, das aus 60 Teilen Kaliumchlorid, 12 Teilen Natriumchlorid und 4 Teilen Kaliumsulfat besteht. Das Material des Schweißdrahts soll möglichst reines Aluminium sein. Das Schweißen führt man bei Aluminium, auch schon bei Kupfer und Kupferlegierungen nicht mit dem Flammenkern, sondern mit der weniger heißen äußeren Flammenzone aus.

Nickel löst in geschmolzenem Zustand große Mengen von Gasen. Die Schweißnaht wird dadurch porös und reißt leicht. In letzter Zeit ist man deshalb darauf gekommen, Nickel nur so weit zu erwärmen, bis es plastisch wird, und es dann, nach Art der Feuerschweißung beim Schmiedeeisen, zu verschweißen, womit man gute Erfolge erzielt hat²⁾. Poröse Stellen in Nickelblechen beseitigt man durch Einhämmern eines Nickeldrahts in die gereinigte, durch den Schweißbrenner hochoverhitzte Hohlstelle. (Schluß folgt.)

¹⁾ s. St. u. E. 1912, 12. Dez., S. 2093.

²⁾ s. Autogene Metallbearbeitung 1912, Juli, S. 119; 1913, August, S. 158.

³⁾ s. Autogene Metallbearbeitung 1913, Febr., S. 24.

²⁾ s. Autogene Metallbearbeitung 1913, Juni, S. 125.

Umschau.

Meßwerkzeuge zur Betriebskontrolle in Kraftwerken.

Einem längeren Aufsatz¹⁾ von Julian C. Smallwood entnehmen wir die folgenden Einzelheiten. Die in Amerika für diese Zwecke üblichen Meßwerkzeuge werden in großer Zahl beschrieben. Gegenstand der Messung ist wie bei uns Kohlen-, Speisewasser- und Dampfmenge, Druck, Temperatur, Kohlensäuregehalt der Rauchgase, Zug des Schornsteins. In Deutschland weniger üblich ist die Messung der Betriebszeit wichtiger Maschinen durch Meßwerkzeuge, bei denen ein Zeiger, durch einen elektrischen Kontakt betätigt, angibt, wann die Maschine

schläglicher Schätzung des Mittelwerts des Diagramms im Vergleich der Flächengrößen irreführend wird, da die dem Mittelpunkt zu gelegenen Flächen für gleichen Wert zu klein, die nach außen gelegenen zu groß sind. Nichtsdestoweniger gibt es für die genaue Auswertung auch dieser Flächen besonders gebaute Planimeter, die bei den amerikanischen Ausführungen vielfach als integrierende Zähler mit dem Instrument zusammengebaut werden. Abb. 2 gibt das Zifferblatt eines solchen Meßwerkzeuges wieder. Dasselbe gehört zu einem Wassermesser der General Electric Company; er zeigt die überaus praktische, handliche, billige, übersichtliche Form des Zusammenbaus; in der Mitte das kreisförmige Schaubildblatt mit der Nadel in der Nullstellung und dem Planimeter mit Zählwerk. Die Nachthälfte des Schaubildes ist durch schwarzen Rand gekennzeichnet. Die äußere Randteilung des Instrumentes mit den Zahlen 1 bis 12, auf denen der in der Abbildung auf 1 stehende Zeiger im Betrieb wandert,

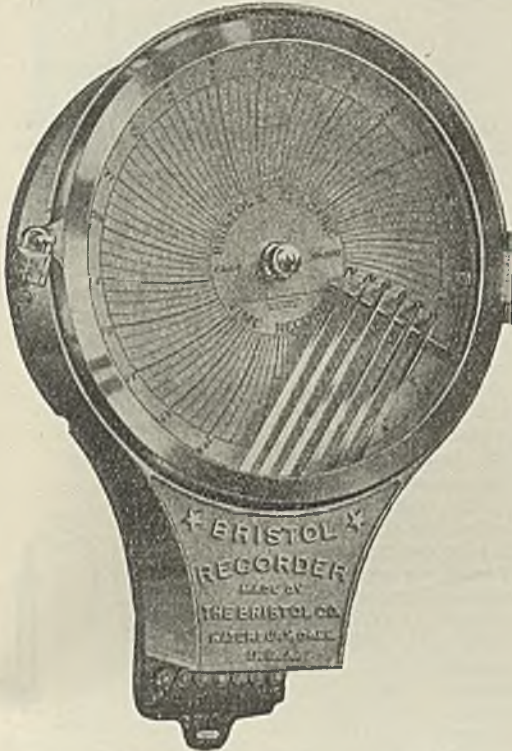


Abbildung 1. Aufzeichnung der Betriebszeit von sechs verschiedenen Maschinen.

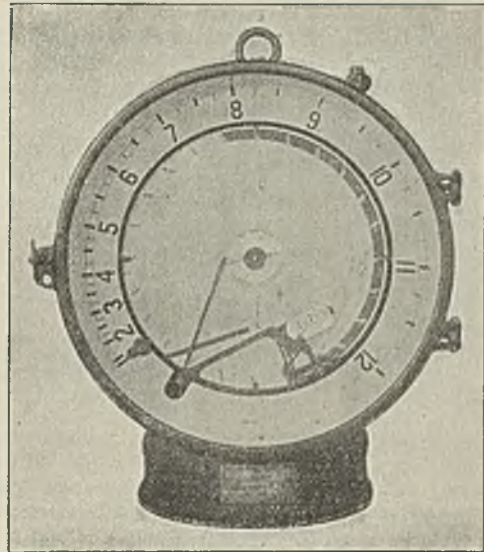


Abbildung 2. Zifferblatt eines Wasserstandszeigers.

läuft und wann sie steht. Hieraus kann der Betriebsleiter ein Bild über die Störungen und die Ausnutzung seiner Anlage gewinnen. Namentlich wäre dies für solche Maschinen wichtig, die kostspielig sind und bei denen man die Pausen auf ein Mindestmaß zurückführen möchte. Als Beispiel gibt Abb. 1 den Bristol time recorder, bei dem sechs Schreibstifte die Ueberwachung von sechs Maschinen in dieser Weise gestatten. Die Instrumente können auch auf dem Arbeitszimmer des Betriebsleiters aufgestellt werden, der dadurch auf jede Störung aufmerksam gemacht wird. Ähnliche Meßwerkzeuge werden von namhaften deutschen Firmen, beispielsweise Siemens & Halske, u. a. gebaut.

Die Bauweise der amerikanischen Meßwerkzeuge scheint durchaus kräftig und betriebsmäßig durchgeführt zu sein, was man von unsern deutschen Fabrikaten nicht immer sagen kann. Bei letzteren hat mitunter zu sehr der Mechaniker, zu wenig der Maschinenkonstrukteur das Wort. Ein Kennzeichen amerikanischer Ausführungen ist die Vorliebe für Aufzeichnung auf einem kreisförmigen Schaubild, wie dies bereits Abb. 1 wiedergibt. Dies hat freilich den Nachteil, daß das Auge bei über-

hat den Zweck einer Fernanzeige, d. h. es soll von weitem die jeweilige Größe der Durchflußmenge erkennbar machen, die an dem dünnen Zeiger des Aufschreibesapparates nur bei genauerem Zusehen in der Nähe erkenntlich ist. Die technisch gute Durchbildung des Zeigerwerks ist in Abb. 3 wiedergegeben. Sie eignet sich für alle Wasserstandszeiger. Abb. 4 zeigt noch ein anderes Planimeter, welches mit einer in der Abbildung deutlich erkennbaren Kurvenscheibe versehen ist. Diese Kurve ist so gebogen, daß die ungleichmäßige Teilung der Ordinaten des Schaubildes für die Integration aufgehoben wird. Das Instrument ist gleichfalls von der General Electric Co. gebaut.

Der kreisförmige Schaubildstreifen hat den Vorzug, daß man auf ihm die ganze Umlaufzeit der Trommel überblicken kann. Bei den rechteckigen Diagrammstreifen, wie sie bei uns üblich sind, ist dies erst nach Entfernung des Streifens von der zylindrischen Trommel und nach Aufschneiden des zusammengeklebten Streifens möglich. Ferner ist das Aufziehen einfacher und auch das Aufbewahren, indem man die kreisförmigen Schaubilder mit dem in der Mitte befindlichen Loch auf einen Nagel an der Wand aufhängt oder sie auf einem senkrechten Dorn mit Unterlagsplatte auf dem Schreibtisch aufbewahrt. Abb. 5 gibt ein weiteres Beispiel einer solchen Aufzeichnungsvorrich-

¹⁾ The Engineering Magazine 1915, S. 813 ff. und folgende Nummern.

tung an einem Unterdruckmesser und zeigt die gedrängte, billige Bauweise.

Die Meßverfahren und die Grundsätze, auf denen sie sich aufbauen, sind im wesentlichen in Amerika dieselben wie in Deutschland. Einige bei uns weniger

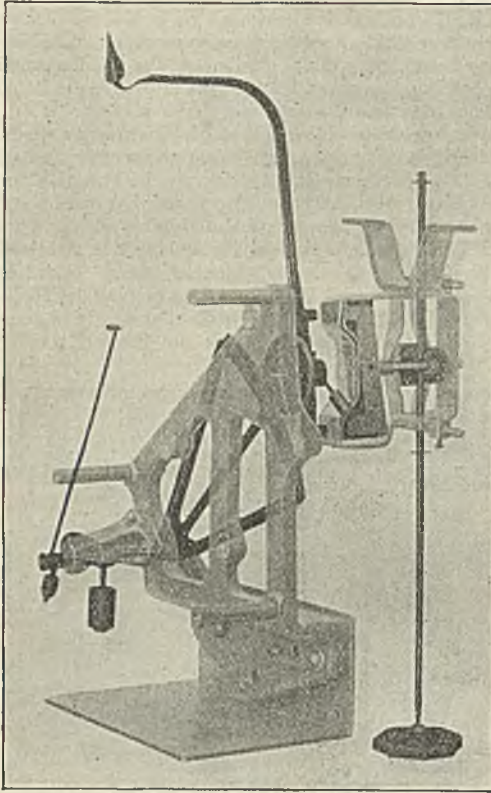


Abbildung 3. Zeigerwerk (zu Abb. 2).

bekannte, zum Teil absonderliche Ausführungen sind nachstehend beschrieben. Ein eigenartiges Thermometer zeigt Abb. 6. Es benutzt einen Grundsatz, der für eine ganze Reihe verschiedenartigster Instrumente nutzbar gemacht wird, die alle von der Firma Uehling gebaut



Abbildung 4.
Kreisförmiges Schaubild mit Planimeter.

werden und auch meist miteinander vercinnt sind.¹⁾ Ein Dampfgebläse, das durch einen besonderen Regulator nicht angegebener Bauart auf stets gleiche Saugwirkung geregelt wird, saugt Gas in die Kammer C, in die es durch die enge Oeffnung A eintritt, und die es durch eine zweite

¹⁾ Vgl. St. u. E. 1894, 1. Mai, S. 388/9; 1899, 1. Mai, S. 431/8, 15. Mai, S. 500/2.

enge Oeffnung B gleicher Weite wieder verläßt. Die Oeffnung B wird durch einen Mantel gesättigten Wasserdampfes von atmosphärischer Spannung auf gleichbleibender Temperatur gehalten. Hat das Gas eine höhere Temperatur beim Eintritt durch die Oeffnung A, so ist sein Volumen bei A größer als bei B, und je nach der Temperatur, die bei A herrscht, stellt sich in der Kammer ein

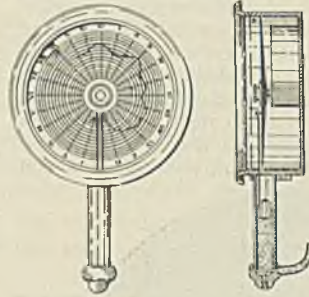


Abbildung 5. Aufzeichnungsvorrichtung an einem Unterdruckmesser.

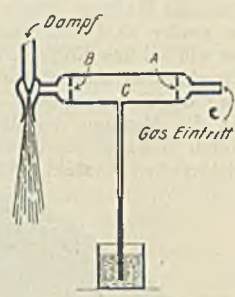


Abbildung 6. Thermometer von Uehling für Gase.

Unterdruck ein, der bei empirischer Eichung zur Angabe der Temperatur benutzt werden kann.

Ein anderes seltsames Meßinstrument auf gleicher Grundlage ist in Abb. 7 dargestellt, und zwar für den CO₂-Gehalt der Rauchgase. Wir sehen hier wieder das Dampfgebläse, eine Oeffnung A und eine Oeffnung B. Zwischen A und B ist ein Behälter mit einem Absorptionsmittel eingeschaltet, der, je nachdem wieviel Kohlensäure absorbiert wird, das zwischen A und B befindliche Gasvolumen mehr oder weniger vermindert und dadurch einen Unterdruck von wechselnder Größe herstellt, der zu dem CO₂-Gehalt in Funktion steht und an einem Manometer abgelesen werden kann. Man muß sich wohl sagen, daß es verblüffend einfach aussieht, wenn die Uehlingschen Instrumente sämtliche wichtigen Größen des Kesselbetriebes (Zug, Druck, Temperatur, CO₂-Gehalt) durch vier Manometer gleicher Bauart, selbstaufzeichnend oder nicht selbstaufzeichnend, abzulesen gestatten. Die ganze Sache ist aber doch etwas merkwürdig, und der wissenschaftlich denkende Betriebsmann

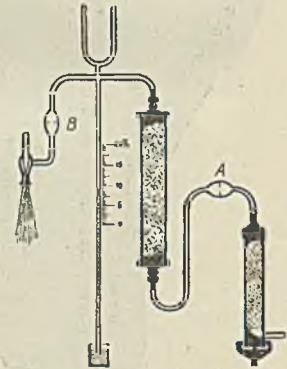


Abbildung 7. Kohlensäuremesser von Uehling.

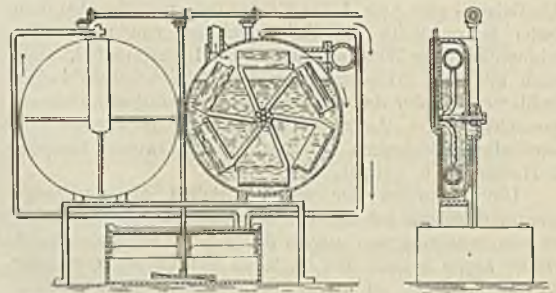


Abbildung 8. Kohlensäuremesser von Parker.

wird sich mit diesen Instrumenten nicht befreunden können; er wird beispielsweise neben anderen schweren Bedenken sehr skeptisch fragen, inwieweit die zunehmende Verstopfung des Filters in Abb. 7 die Ablesungen beeinflusst.

Auf ähnlichem Grundsatz beruhend, aber besser durchgebildet, ist der Kohlensäureapparat von Parker, (s. Abb. 8). Das untere Rührwerk, welches von der oben liegenden Welle angetrieben wird, liegt in der Absorptionskammer und rührt dort das Absorptionsmittel mit dem Gas durcheinander. Eine



Abbildung 9. Meßwerkzeug.

gleichfalls angetriebene Gasuhr bringt eine gleichbleibende Menge Gas zu dieser Absorptionskammer; eine zweite, ebenso große, führt dasselbe Volumen wieder ab. Entsprechend dem absorbierten Volumen stellt sich ein Unterdruck in der Kammer ein, welcher in einem selbstaufzeichnenden Manometer gemessen wird und den Kohlensäuregehalt angibt.

Abb. 9 zeigt ein Meßwerkzeug, das in die Rohre eingebaut werden soll, die von den hochliegenden Kohlenbunkern zu den Rosten der Kessel mit selbsttätiger Feuerung herunterführen; es ist natürlich eine sehr rohe Anzeige, die hierdurch vermittelt wird, und die Vorrichtung wird wohl auch nur bei ziemlich staubreicher Kohle gleichmäßiger Körnung verwendbar sein; aber immerhin

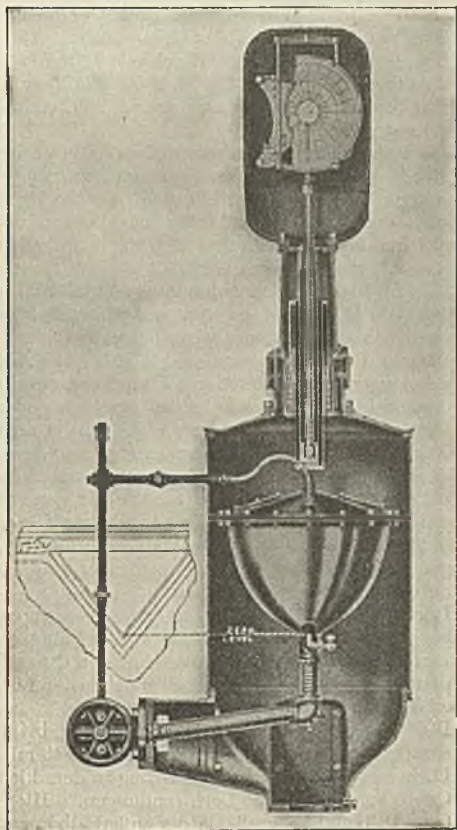


Abbildung 10. Aufzeichnungsvorrichtung für den Messer von Hoppes.

Als Messer für das Kesselspeisewasser werden in Amerika meist sogenannte offene Messer verwendet, bei welchen die Höhe des Wasserspiegels beim Ueberfall über einen V-förmigen Wehrausschnitt gemessen wird. Eine gut durchgebildete Aufzeichnungsvorrichtung für die aus dieser Höhe des Wasserspiegels zu ermittelnde sekundliche Wassermenge ist die des Messers von Hoppes, (s. Abb. 10). In dieser wird durch einen schwingenden, besonders kalibrierten Schwimmerbehälter die Aufzeichnung der Höhe so abgewandelt, daß die Ordinaten des Diagrammes gleiche Teilung erhalten, eine Vorrichtung, die in entsprechender Abänderung auch wohl für andere Meßwerkzeuge Verwendung finden kann.

K. Rummel.

Jubiläums-Stiftung der deutschen Industrie.

Dem kürzlich erschienenen Bericht über die Tätigkeit des Kuratoriums und des Vorstandes der Jubiläums-Stiftung der deutschen Industrie im Jahre 1915 entnehmen wir nachstehende Angaben:

Zufolge Beschlusses des Kuratoriums in seiner am 3. Oktober 1914 abgehaltenen außerordentlichen Sitzung fand im Berichtsjahre die nach den Stiftungssatzungen alljährlich einzuberufende ordentliche Versammlung der Kuratoriumsmitglieder nicht statt. Dementsprechend fiel in diesem Jahre auch die Sitzung des Vorstandes der Stiftung, die jener Versammlung sonst vorauszugehen pflegt, aus. Um aber die Fortführung wichtiger und dringlicher Forschungsarbeiten, deren Unterbrechung sehr schädigend auf die Untersuchungen wirken würde, zu ermöglichen, war der Vorstand in der erwähnten Sitzung gleichzeitig ermächtigt worden, über etwa eingehende Anträge auf Bewilligung von Geldmitteln für derartige Arbeiten im Einvernehmen mit den zuständigen Kommissionen nach bestem Ermessen selbständig zu entscheiden. Anträge der bezeichneten Art waren jedoch nicht eingegangen.

Von den Berichten über den Fortgang der mit Stiftungsmitteln ausgeführten Arbeiten seien nachstehende wiedergegeben: Bericht des Vorsitzenden des Eisenbetonausschusses der Jubiläums-Stiftung der deutschen Industrie, Staatsrat Professor Dr.-Ing. C. v. Bach in Stuttgart, über die

Tätigkeit des Ausschusses.

Der Bericht über die ausgedehnten Versuche mit bewehrten und unbewehrten Betonkörpern, die durch zentrischen und exzentrischen Druck belastet wurden, ist, wie bereits im vorigen Jahre berichtet, gegen Ende 1914 erschienen, und zwar in Heft 166/169 der Forschungsarbeiten, herausgegeben vom Verein deutscher Ingenieure. Ueber die Prüfung der Tragfähigkeit einer Gurträgerbrücke bei Hamun in Westf. hat Herr Geheimer Hofrat Professor Max Möller in der „Deutschen Bauzeitung“, Mitteilungen über Zement-, Beton- und Eisenbetonbau, XII. Jahrgang 1915, Nr. 10, berichtet. Die weiter geplanten Versuche mußten infolge des eingetretenen Kriegszustandes und der Einberufung der für die Durchführung der Versuche unentbehrlichen Arbeitskräfte zum Heeresdienst ruhen.

Bericht des Dozenten Professor Dr. Wölbling in Berlin über die

Bildung der oxydischen Eisenerze.

Die Arbeiten des Berichtsjahres dienten in erster Linie der Verbesserung des Spateisenstein-Röstprozesses. Letzterer liegt noch sehr im argen. Die Erzielung eines brauchbaren Röstgutes hängt viel vom Zufall ab, da bisher wenig systematisch gearbeitet wird. Laboratoriumsversuche ergaben die Möglichkeit der Erzeugung eines vorzüglichen und magnetischen Röstgutes. Auch für andere Eisenerze als Spateisenstein ließ sich ein neues zweckmäßiges Röstverfahren ausarbeiten. Die Ausnutzung des in den Siegerländer Röstöfen entweichenden Schwefeldioxyds wurde im Heeresinteresse ebenfalls vorgeschlagen,

ist sie besser als garnichts, und gerade die Kohlenmessung bei selbsttätiger Feuerung macht außerordentliche und ganz ungewöhnliche Schwierigkeiten. Der Betriebsmann ist oft sehr froh, wenn er wenigstens einen ungefähren Anhalt für den Tages- oder Wochenverbrauch hat. Wesentlich ist z. B. auch Feststellung des Sonntagsverbrauches.

zumal da auch die Vegetation vielfach darunter leidet. Für die von dem verstorbenen Geheimrat Wedding gewünschte Erzeugung von brikettierfähigem Spateisensteinrost besteht heutigen Tages kein Interesse mehr. Während der Kriegszeit wird übrigens das geförderte Erz zum großen Teil ohne weitere Aufbereitung verkauft.

Berichte des Professors Dr.-Ing. P. Goerens in Aachen über den Fortgang der Arbeiten

1. über eine volumetrische Sauerstoffbestimmung im Flußeisen.

Die Arbeiten konnten im verflossenen Jahre nicht gefördert werden, da infolge des Krieges keine geeignete Hilfskraft zur Durchführung der Versuche zu finden war. Es besteht indessen Aussicht, daß die Versuche im Laufe dieses Jahres wieder aufgenommen werden können.

2. über die Untersuchung über den Einfluß der Warmformgebung, insbesondere des Walzens, auf die Eigenschaften des Eisens.

Die Versuche konnten auch in diesem Jahre nicht in Angriff genommen werden, da der mit der experimentellen Durchführung beauftragte Dipl.-Ing. J. W. Gilles noch im Felde steht. Es ist in Aussicht genommen, die Versuche zunächst an möglichst reinem Eisen auszuführen. Zu diesem Zwecke haben die Langbein-Pfanhauser Werke, Leipzig-Sellerhausen, in Aussicht gestellt, geeignete Platten aus Elektrolyteisen herzustellen. Indessen konnte bisher das Material nicht geliefert werden. Es besteht Aussicht, daß im Laufe dieses Jahres Vorversuche in Angriff genommen werden können, für die bereits anderweitig Material beschafft worden ist.

Bericht des Geheimen Regierungsrats Professor Mathesius in Charlottenburg über das

System Eisen-Arsen.

Infolge der im Frühjahr 1914 nur in erheblich vermindertem Maße seitens der Jubiläums-Stiftung beschlossenen Bewilligung von Mitteln für die vorliegenden Arbeiten ist es leider nicht möglich gewesen, diese bis zu demjenigen Abschlusse zu fördern, der gestattet hätte, den für industrielle Verhältnisse wichtigen Nachweis zu erbringen, daß bei geeigneter Ausführung einer Röstoperation Eisenerze in sehr weitgehendem Maße von Arsen befreit werden können. Es ist deshalb im verflossenen Jahre nur möglich gewesen, die Arbeiten in rein wissenschaftlicher Hinsicht zum Abschluß zu bringen. Es fand aber gleichzeitig während des Berichtsjahres eine so außerordentlich starke Inanspruchnahme des Instituts für Kriegszwecke statt, daß bisher nicht daran gegangen werden konnte, in irgendeiner wissenschaftlichen Zeitschrift einen abschließenden zusammenfassenden Bericht über die durchgeführten Untersuchungsarbeiten zu veröffentlichen.

Bericht des Vereins Deutscher Brücken- und Eisenbau-Fabriken über seine

Versuche mit Eisenkonstruktionsteilen.

Die Versuche selbst wurden im Jahre 1915 wegen des Krieges nicht fortgesetzt. Die vom Verein geplanten Veröffentlichungen seiner Versuche in besonderen Heften: „Berichte des Ausschusses für Versuche im Eisenbau“ haben begonnen; es erschienen die Hefte: Ausgabe A, Heft 1: Der Einfluß der Nietlöcher auf die Längenänderung von Zugstäben und die Spannungsverteilung in ihnen. Berichterstatter: Geheimer Regierungsrat Professor Max Rudoloff. Ausgabe B, Heft 1: Zur Einführung — Bisherige Versuche. Berichterstatter: Regierungsbaumeister a. D. Dr.-Ing. Kögler. Das an zweiter Stelle genannte Heft enthält eine kurze Zusammenstellung der bisher durchgeführten Versuche. Die Versuche, über die im Heft A, 1 berichtet wird, wurden angeregt gelegentlich der Prüfung von Stoßdeckungen auf Zugfestigkeit. Hierbei ist zu ermitteln, welche An-

teile der äußeren Zugkräfte von den einzelnen Teilen der Stoßdeckung aufgenommen und wie die Zugkräfte von einem Teile zum anderen übertragen werden. Diese Feststellung ist nur auf dem Wege möglich, daß die Dehnungen der einzelnen Stoßteile (Platten, Laschen usw.) gemessen und aus ihnen rückwärts auf die vorhandenen Zugkräfte geschlossen wird. Die Dehnungen können nur an den Rändern der einzelnen Bauteile gemessen werden, nicht an allen Punkten des Querschnittes, und es entsteht nun die Frage, wie weit aus den Randdehnungen auf die Werte in den übrigen Punkten des Querschnittes geschlossen werden kann. Ist dies schon für einen vollen Querschnitt schwierig zu beantworten, so ganz besonders für einen Querschnitt, der durch ein oder mehrere Nietlöcher geschwächt ist. Es war also festzustellen, ob die Belastung auch bei einem gelochten Stabe aus der Randdehnung und der Dehnungszahl des Materials berechnet werden kann und welcher Materialverlust durch das Nietloch hierbei in Anrechnung zu bringen ist. Es wurde ein Stab untersucht von 230 mm Breite und 12,2 mm Dicke, der zwei Längsreihen von je sechs Nietlöchern enthielt; ein Teil der Nietlöcher war offen, der andere enthielt warm eingezogene Niete. Aus den angestellten Versuchen hat sich folgendes ergeben:

1. Bei Beanspruchung eines mit Bohrungen oder Löchern versehenen Stabes auf Zug ist die Zugspannung bis zu einem gewissen Abstände A vom Lochquerschnitt (Querschnitt mit Mitte Loch) nicht gleichmäßig über die Stabquerschnitte verteilt.
2. Die Reichweite A des Locheinflusses ergab sich bei dem untersuchten Stab zu $A = 100$ bis 120 mm.
3. Bei Anordnung mehrerer Lochreihen in Abständen kleiner als A überstrahlen sich die Einflüsse der in Richtung der Zugbeanspruchung hintereinander gelegenen Löcher.
4. Bei Berechnung der Dehnung eines Stabes mit Nietlöchern vom Durchmesser d unter Einführung rechteckiger Löcher von der Länge l und der Breite n statt der kreisrunden Löcher darf wegen der ungleichmäßigen Spannungsverteilung nicht allgemein $n = 0,8$ gesetzt werden.
An dem untersuchten Stabe ergab sich n bei 100 mm Meßlänge gelegen auf den Stabrändern innerhalb des Stabteiles mit offenen Nietlöchern von 23 mm Durchmesser zu $n = 1,704$. Bei Löchern mit eingezogenen Nieten und Unterlagsplatten unter dem Schließkopf wuchs n bei Steigerung der Belastung von 1 auf 20 t von $n = 0$ bis $n = 0,600$.
5. Nach Beseitigung der Zugspannung aus dem Niet durch Abheben des Schließkopfes nahm n annähernd den gleichen Wert an wie für den Stabteil mit Löchern ohne Niet. Die Ausfüllung der Löcher mit dem Nietschaft hatte somit innerhalb der angewendeten Belastung keinen nennenswerten Einfluß auf die Dehnung des Stabes.
6. Infolge der ungleichmäßigen Querdehnungen bei Beanspruchung eines gelochten Stabes auf Zug erfährt vornehmlich das Material im kleinsten Querschnitt, und hier besonders an den Stellen neben den Löchern, erhöhte Zugspannung.
7. Die größte Zugspannung σ_{\max} herrscht bei Beanspruchung eines in demselben Querschnitt mit zwei Löchern versehenen Stabes auf Zug in dem kleinsten Querschnitt an den Lochwandungen. Hier war σ_{\max} 1,3 mal so groß als die außerhalb der Reichweite des Locheinflusses gleichmäßig über den Stabquerschnitt verteilte Zugspannung σ_m .
8. In dem Stabteil zwischen den beiden in demselben Stabquerschnitt gelegenen Löchern war die Zugspannung größer als in den beiden Teilen zwischen Loch und Stabrand. Dies hat zur Folge, daß bei dem gleichen Stabquerschnitt σ_{\max} bei einem Loch in der Mitte größer ist als σ_{\max} bei zwei Löchern in demselben Querschnitt.

Bericht des Vorsitzenden des Ausschusses zur Förderung der sechs- bis siebenstündiger Arbeitszeit, um dem Arbeiter genügend Zeit zu lassen, sich mit dem Gliede vertraut zu machen, andererseits aber um die Betriebssicherheit auch bei Dauerbeanspruchung einwandfrei feststellen zu können.

Herausgabe der „Illustrierten Technischen Wörterbücher“, Patentanwalt Dipl.-Ing. C. Fohlert in Berlin, über den Fortschritt der Arbeiten.

Die „Illustrierten Technischen Wörterbücher“, die schon vor dem Kriege der Industrie und dem Handel Deutschlands wertvolle Dienste geleistet haben, haben sich auch für die deutsche Kriegswirtschaft ganz hervorragend bewährt; sie sind mit großem Erfolge von den Wirtschaftsausschüssen und sonstigen Behörden im Felde in ausgiebigem Maße benutzt worden, so daß die Aufwendungen der deutschen Industrie für dieses Werk sich gelohnt haben. Im Interesse der Rückeroberung des deutschen Handels nach dem Kriege und der weiteren Ausgestaltung der bisherigen Beziehungen zu dem Ausland muß die Wiedereinbringung der für die „Illustrierten Technischen Wörterbücher“ verloren gegangenen Zeit und die möglichst schnelle Vollendung der Gesamtarbeit erstrebt werden. Die etwa zu lange hinausgezögerte Aufeinanderfolge der schon in Vorbereitung befindlichen und noch vorgesehenen Bände würde eine wesentliche Benachteiligung der deutschen Interessen bedeuten.

Von den übrigen Empfängern von Stiftungsmitteln für 1903 bis 1915 ist u. a. zu berichten, daß infolge seiner Einberufung zu der Königl. Feldzeugmeisterei, Inspektion der Technischen Institute der Artillerie, dem Geheimen Regierungsrat Professor Dr. Schenck, bisher in Breslau, eine Weiterführung der Untersuchungen zur Theorie des Hochofenprozesses nicht möglich war. Er ist mittlerweile als Direktor an das Chemische Institut der Universität Münster berufen worden und hofft hier, nach Eintritt des Friedens, den in Aussicht gestellten umfangreichen Bericht über die Ergebnisse seiner Untersuchungen nunmehr erstatten zu können.

Prüfstelle für Ersatzglieder.

Um eine sachgemäße Prüfung der vielen auf den Markt kommenden Ersatzglieder für Kriegsbeschädigte in sachverständiger und unparteiischer Weise durchführen zu können, ist unter Mitwirkung des Vereines deutscher Ingenieure eine Prüfstelle für Ersatzglieder errichtet worden, die auch als Gutachterstelle für das Königl. preussische Kriegsministerium dient. Der Staatssekretär des Innern hat dafür die Räume der Ständigen Ausstellung für Arbeiterwohlfahrt in Charlottenburg, Fraunhoferstr. 11/12, zur Verfügung gestellt, wo sich zugleich auch die vom Reichsamt des Innern veranstaltete Ausstellung für Ersatzglieder befindet. Der Vorstand der Prüfstelle setzt sich aus Ingenieuren, Aerzten und Orthopädie-Mechanikern zusammen, welche gemeinsam die zur Prüfung eingereichten Ersatzglieder hinsichtlich ihrer baulichen Durchbildung und ihrer Verwendbarkeit einer Untersuchung unterziehen. Ein Stab von fünf Diplom-Ingenieuren, einem Meister, einem Vorarbeiter und einem Bandagisten steht dem Vorstand zur Seite; er überwacht die Erprobung der Glieder im Dauerbetriebe und macht gleichzeitig Vorschläge für etwaige bauliche Abänderungen und Verbesserungen. Das Arbeiten mit den Gliedern geschieht durch Kriegsbeschädigte, die mit der Handhabung vertraut gemacht werden und später andere anzulernen haben. Dabei wird in erster Linie auf fachkundige und arbeitswillige Leute gesehen, von deren Mitarbeit man sich gleichfalls Fortschritte im Kunstgliederbau verspricht. Die Glieder werden an der Bedienung von Maschinen und Arbeitsgeräten aller Art erprobt, und zwar etwa zwei bis drei Monate lang bei

genügend Zeit zu lassen, sich mit dem Gliede vertraut zu machen, andererseits aber um die Betriebssicherheit auch bei Dauerbeanspruchung einwandfrei feststellen zu können.

Eine weitere wichtige Tätigkeit der Prüfstelle ist die Normalisierung der Verbindungsteile der Glieder, der Schraubengewinde und der Ansatzzapfen, um gegebenenfalls diese Teile in Massen und daher billig und schnell herstellen zu können und um auch eine bequeme Auswechslung zu ermöglichen.

Die Prüfstelle wird fortlaufend *Merkblätter* herausgeben, in welchen über ihre Erfahrungen berichtet wird. Ihre weiteste Verbreitung ist dringend erwünscht. Zwei dieser Merkblätter sind bereits erschienen. Das erste gibt eine allgemeine Uebersicht über die Zusammensetzung und das Arbeitsgebiet der Prüfstelle und bringt dann einen Bericht über die von dem Landwirt Keller erfundene und seit 12 Jahren benutzte sogenannte *Keller-Hand*. Der technische, von Professor Schlesinger herrührende Teil des Berichtes¹⁾ bringt mit Hilfe einer großen Anzahl von Abbildungen die Bauart der Hand und ihre vielfältige Benutzungsweise für leichte und schwere Arbeiten, sowie auch für solche, die eine bestimmte Geschicklichkeit erfordern, wie das Knüpfen einer Schlinge, das Spitzen eines Bleistifts, das Schreiben, Essen usw. Der ärztliche Teil des Berichtes rührt von Professor Borchardt und Dr. Radike her und befaßt sich namentlich mit der zweckentsprechenden Anbringung der Hand an dem Armstumpf unter Vermeidung von Schmerzempfindungen und unter möglichster Steigerung der Kraft und Geschicklichkeit des Verletzten. Beide Gutachten kommen zu dem Schluß, daß die Keller-Hand als vorzügliches Universalgerät bei Amputierten am linken oder rechten Unterarm, insbesondere auch für landwirtschaftliche Arbeiter empfohlen werden kann.

Das soeben erschienene zweite Merkblatt befaßt sich mit der Normalisierung der Schrauben und der Befestigungszapfen für die Ansatzstücke. Sowohl für die Befestigungsschrauben, die zum Verbinden zweier Teile dienen, als für die Schrauben zum Einstellen zweier Teile gegeneinander werden Normalien festgesetzt, und zwar die bereits in Maschinenbau und in der Feinmechanik allgemein eingeführten. Von außerordentlicher Wichtigkeit ist auch die Normalisierung der Befestigungszapfen für die Ansatzstücke. Es wird für jedes Armgerät der gleiche Befestigungszapfen für irgendwelche Ansatzstücke festgesetzt. Der Benutzer kann dann je nach seinem Beruf und der auszuführenden Handlung beliebige Ansatzstücke in sein Kunstglied einsetzen, gleichgültig, welche Bauart dieses hat und woher es bezogen ist. Zu diesem Zweck ist jedes Ansatzstück mit einem zylindrischen Zapfen von 13 mm Durchmesser versehen, der in ein entsprechendes Loch im Kunstglied eingesteckt wird. Durch einen Stift oder einen Bajonettverschluß erfolgt alsdann die sichere Befestigung. Die Abmessungen für alle diese Teile sind im Merkblatt genau angegeben und es ist auch eine Anweisung für die Prüfung der normalisierten Teile mittels Lehren vorgesehen.

Weitere Versuche, auch solche über Fuß- und Beinersatz, sind im Gange. Es kann nur der Wunsch ausgesprochen werden, daß die erfinderische Tätigkeit gerade auf diesem nicht nur für den Verletzten, sondern auch für unser Wirtschaftsleben so überaus segensreichen Gebiete recht lebhaft einsetzen möge.

Die Merkblätter sind zu beziehen durch die Prüfstelle für Ersatzglieder: Charlottenburg 2, Fraunhoferstraße 11/12.

¹⁾ Vgl. St. u. E. 1916, 30. März, S. 306/11.

Aus Fachvereinen.

American Institute of Metals.

Während der zweiten gemeinsamen Tagung des American Institute of Metals und der American Foundrymen's Association in Atlantic City N. J. Ende September (27. September bis 1. Oktober) 1915 wurde in fünf Sitzungen eine umfangreiche und teilweise recht bemerkenswerte Tagesordnung erledigt.

Josse L. Jones berichtete über Herstellung und Verwendung von

gewalzter oder geschmiedeter Manganbronze.

Manganbronze fand erstmals im Jahre 1893 in den Vereinigten Staaten Verwendung, und zwar für die Flügel von Schiffsschrauben. Infolge ihres niedrigen Schmelzpunktes und ihrer leichten Verbiegbarkeit, ihrer hohen Festigkeit zugleich mit großer Dehnung und ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Seewasser und heißen Dampf wird sie seither für viele hochbeanspruchte Teile, insbesondere für Wasserarmaturen, Kolbenstangen und Achsen in Bergwerksmaschinen und in Explosionsmotoren, Schaufeln in Dampfturbinen, Drehurmmechanismen auf Schlachtschiffen, und für viele ähnliche Teile bevorzugt. Gewalzte Manganbronze hat im allgemeinen etwas geringere Festigkeit als die gegossene, zeichnet sich aber dafür durch sehr hohe Dehnung aus. Sie wird in Blöcken (für Stäbe) und in Brammen (für Bleche) geliefert und unterscheidet sich vor der gegossenen hauptsächlich durch vollkommene Aluminiumfreiheit. Die drei Hauptmarken haben folgende Zusammensetzung:

Bronze	für Blöcke	für Bleche	für Sandformgüsse
	%	%	%
Aluminium	—	—	0,15
Kupfer	57,35	58,15	56,00
Eisen	1,40	0,75	1,40
Blei	0,03	0,03	0,03
Mangan	0,02	0,02	0,12
Zinn	1,20	0,45	1,05
Zink	40,00	40,60	41,25

Zur Herstellung der Bronze darf nur reinstes Rohmetall verwendet werden, da schon die geringsten Verunreinigungen, insbesondere jeder Blei- und Kadmiumgehalt, die Festigkeitseigenschaften sehr ungünstig beeinflussen.

Das Legieren und Schmelzen. Man schmilzt im Tiegel erst das Kupfer und überhitzt es unter sorgfältiger Abdeckung mit einer Holzkohlenschicht. In einem zweiten, kleineren Tiegel wird zugleich manganhaltiges Eisen geschmolzen und dann dem hitzigen Kupfer beifügt. Schließlich legiert man unter fortwährendem fleißigen Umrühren allmählich mit Zink fertig. Wenn das Kupfer nicht genügend überhitzt war oder das Zink auf einmal in zu großer Menge zugesetzt wurde, so scheidet das Eisen in Form kleiner, durch das gesamte Gefüge unregelmäßig verteilter Kügelchen wieder aus, wodurch die Güte der Legierung wesentlich vermindert und die Bearbeitung außerordentlich erschwert wird. Das Umschmelzen der Legierung zu Brammen, Platinen und Blöcken kann im Flammofen erfolgen. Sehr gut haben sich ölgefeuerte Flammöfen mit frei entwickelter Flamme bewährt. Bei einigmaßen sorgfältigem Betriebe kann man mit einmaligem Umschmelzen einwandfreie Legierungen erhalten.

Das Vergießen in Blockformen geschieht entweder unter Zwischenschaltung eines Tiegels mit Bodenloch oder von unten. Um Schaumbildung zu vermeiden, muß möglichst rasch und mit möglichst kurzem Strahle gegossen werden. Die Oberfläche der Blöcke ist meist unsauber und kaltschweißig, weshalb man sie vor dem Schmieden, Ziehen oder Walzen abschruppen muß. Die Gießtemperatur soll nicht zu hoch bemessen werden, da sonst die eisernen

Formen angegriffen werden. Nach wiederholtem Gießen setzt sich an den Innenwänden der Formen ein Zinkbelag an, der regelmäßig abgekratzt oder durch Erhitzung der Formen auf Rotglut verbrannt werden muß.

Manganbronze läßt sich in Rotglut leicht schmieden, walzen oder ziehen. Die technischen Eigenschaften des Enderzeugnisses hängen wesentlich von der Endtemperatur beim Verdichtungsverfahren ab. Tritt eine vorzeitige Abkühlung ein, so wird die Oberfläche hart bis glashart und erhält leicht feine, mit freiem Auge nicht wahrnehmbare Haarrisse. Die Bruchfläche einer Probe gibt zuverlässig Aufschluß über die gute oder schlechte Behandlung während des Verdichtens. Bei richtiger Behandlung erscheint sie durchaus gleichmäßig, wie bei weichem Stahl, während sie bei vorzeitiger Abkühlung schuppig und ungleichmäßig wird.

Gute Manganbronze hat bei 49 kg/qmm Festigkeit eine sehr hohe Dehnung. Steigert man die Festigkeit, so sinken die Dehnungswerte. Die Bronze für Formguß in Sandformen wird mitunter im Flammofen gepolt, bis ein Teil des Zinks verdampft ist. Da dabei zugleich eine Menge Schaum und Schmutz beseitigt wird, gewinnt man so eine sehr reine und gut vergießbare Legierung, die aber für alle Arten mechanischer Verdichtung weniger gut geeignet ist. Andere Werke verschmelzen 50 Teile Gießmanganbronze mit 50 Teilen Walzbronze, setzen noch etwas Mangan zu und steigern so die Zugfestigkeit auf 65 kg/qmm. An anderen Orten steigert man den Aluminium- oder den Mangangehalt, unter Umständen auch beide, und setzt etwas Vanadin oder Titan zu. Dadurch wird die Zugfestigkeit auf 87 kg/qmm erhöht, die Dehnung aber auf 20 % und noch weniger herabgedrückt. Da aber durch all diese Kniffe die Geschmeidigkeit der Bronze mit oben angegebener Normalzusammensetzung ganz wesentlich vermindert wird, empfiehlt es sich, im allgemeinen von den angegebenen Werten nicht abzuweichen.

Russell R. Clarke erörterte die Vorteile der allgemeinen Verwendung einer einheitlichen

Normallegierung für Eisenbahn-Achsbüchslager.

Heute sind die Metallgießereien gezwungen, bis zu zwölf verschiedene Sorten von Lagermetall herzustellen. Das ist umständlich und kostspielig, um so mehr, als man nie weiß, wie der in den Magazinen sich sammelnde Bruch zusammengesetzt ist. Die allgemeine Einführung einer Einheitslegierung erleichtert und vereinfacht die Lagerung des Altmetalls, erspart die Kosten der Analysen, erübrigt das verlustreiche Umschmelzen zum Zwecke der Beseitigung unerwünschter Beimengungen und bietet den Verwaltungen selbst wesentliche Vorteile. Anstatt daß jede einzelne nach der besten Legierung sucht, kann das in gemeinsamer Arbeit geschohen, was bessere Ergebnisse verspricht und weniger Mühen und Auslagen verursacht. Insbesondere käme man dazu, allgemein gültige Regeln für die Auswechslung schadhafter Lager fremder Wagen aufzustellen.

Die Lagermetalle mit Zinn- oder Bleigrundlage haben sich nicht bewährt; es kann nur ein Metall mit Kupfergrundlage in Frage kommen. Als bestgeeignet wird eine Zinnbleibronze mit 78 % Cu, 7 % Sn und 15 % Pb empfohlen, der zur Zerstörung der Oxyde $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ oder 1 % Phosphor auf Kosten des Bleigehaltes zuzusetzen ist. Eine Anfrage bei 70 Lagermetall verwendenden Stellen in den Vereinigten Staaten hat ergeben, daß die gebräuchlichsten Legierungen sich innerhalb folgender Grenzwerte bewegen:

Kupfer: nicht weniger als 76 und nicht mehr als 80 %
 Zinn: " " " 9 " " " " 11 %
 Blei: " " " 10 " " " " 14 %
 Zink: nicht mehr als $2\frac{1}{2}$ %

Gesamtheit anderer Bestandteile einschließlich Unreinigkeiten nicht über $\frac{3}{4}$ bis 1 %.

David F. McFarland und Oskar E. Harder berichteten über Studien und Versuche mit

Chrom-Kupfer-Nickel-Legierungen.

Legierungen der drei Metalle mit Aussichten auf technische Verwendung sind danach nur innerhalb enger Grenzen zu erwarten. Ein Dreieckdiagramm veranschaulicht das ganz unzweifelhaft. In der nickelreichen Ecke des Schaubildes erscheinen grobe vielflächige Kristalle, die erfahrungsgemäß Porositäten und Blasen im Gusse bewirken. Es dürfte aber möglich sein, dieser Schwierigkeit durch Befügung eines vierten, Sauerstoff entziehenden und entgasend wirkenden Metalles zu begegnen, wie es von anderer Seite bereits mit Erfolg geschehen ist. Die Legierungen mit hohem Chromgehalt sind schwierig zu erzeugen und haben einen so hohen Schmelzpunkt, daß sie nur für Sonderfälle, in denen es auf außerordentliche Härte ankommt, in Frage kommen werden. Natürlich sind sie auch entsprechend schwierig zu bearbeiten. — Die dritte Legierungsreihe mit überwiegendem Kupfergehalt neigt außerordentlich zu Ausseigerungen und ist daher schwer zu bearbeiten. Nur die in der Mitte liegenden Legierungen haben Aussicht auf umfangreichere Entwicklung und praktische Verwertung. Sie zeigen eine hervorragende Widerstandsfähigkeit gegen Salzlösung, Salpeter-, Salz- und Schwefelsäure, Natronlauge, Salmiak und Fettsäuren. Umfangreiche Zahlentafeln geben zum Schlusse ein übersichtliches Bild der möglichen Legierungsverhältnisse sowie der spezifischen Gewichte, Festigkeitseigenschaften und der Säurewiderstandsfähigkeit verschiedener Legierungen.

S. W. Parr erörterte die Schwierigkeiten bei der Entwicklung einer

säurebeständigen Legierung.

Nach mühseligen Untersuchungen hat man eine Legierung aus

Cu	6,42 %
Mn	0,98 „
Si	1,04 „
W	2,13 „
Ni	60,65 „
Al	1,09 „
Fe	0,76 „
Cr	21,07 „
Mo	4,67 „
	98,81 %

(Kohlenstoff und Bor wurden nicht bestimmt) gefunden die praktisch säurebeständig ist. Sie wurde „Jilium“ genannt, schmilzt bei 1300° und erreicht eine Zugfestigkeit

von 35 kg/qmm. Neben ihrer Säurebeständigkeit zeichnet sie sich durch große Feinkörnigkeit und Dichte aus. Um sie herzustellen, muß der Schmelzofen leicht eine Wärme von 1600°, der Schmelztemperatur des Nickels, ermöglichen. Völlig dünnflüssig gemacht, vergießt sie sich leicht und füllt die Form vorzüglich aus, doch erstarrt sie so rasch, daß ein Nachfüllen durch Eingüsse oder Steiger ausgeschlossen ist. Da sie zugleich sehr stark schwindet, erfordert die Herstellung brauchbarer Abgüsse (die sich ähnlich wie Stahl bearbeiten lassen) besondere Sorgfalt.

G. H. Camer brachte eine umfangreiche Studie über die

Lagermetalle der amerikanischen Eisenbahnen

zum Vortrage. Nach Wiedergabe einer kurzen Entwicklungsgeschichte der Legierungen für amerikanische Eisenbahnlager wird dargetan, daß heute die Legierungen aller Bahnen durch Zinkzusätze verunreinigt und entwertet sind. Selbst Bahnen, die grundsätzlich kein Zink verschmelzen, wurden davon nicht verschont, da sie infolge des Ersatzes ausgelaufener oder sonst schadhafte gewordener Lager von Wagen, die auf fromden Strecken liefen, allmählich immer mehr zinkhaltiges Altmetall gewannen und dieses, ohne den Zinkgehalt zu ahnen, zur Erzeugung neuer Lager benutzten. Mindestens 75% aller heute im Dienste stehenden Bahnlager enthalten mehr als 2% Zink. Durch eingehende Untersuchung einer großen Zahl von Kupfer-Zink- und Kupfer-Zinn-Zink-Legierungen wird die Schädlichkeit eines Zinkgehaltes im Lagermetalle dargetan, und auf gleiche Weise die Nützlichkeit eines Bleigehaltes nachgewiesen. Insbesondere in Hinsicht auf geringeren Verschleiß empfiehlt es sich, der Kupfer-Zinn-Legierung Blei zuzusetzen und dafür den Zinngehalt zu vermindern. Die Legierung von 70% Cu, 5% Sn, 5% Zn und 20% Pb bewährt sich trotz ihres schädlichen Zinkgehaltes besser als die zinkfrei aber bleiärmere Legierung von 80% Cu, 10% Sn und 10% Pb. Als Endergebnis seiner Versuche stellt der Vortragende folgende Leitsätze auf:

1. Bahnachslager - Legierungen müssen mindestens 65% Kupfer enthalten.
2. Es ist erwünscht, daß für Bahnachslager allgemein die gleiche Legierung von Cu, Sn, Pb und Zn verwendet werde.
3. Mehr als 5% Zinn sind nicht von Vorteil.
4. Es ist besser, in der Legierung den Bleigehalt zu steigern als den an Zink, zugleich soll mit steigender Bleimenge der Zinngehalt vermindert werden.
5. Legierungen, die bei 5% Sn bis zu 20% Pb und bis zu 5% Zn enthalten, reichen für alle Klassen von Achslagern vollkommen aus.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

13. Juni 1916.

Kl. 12 r, Gr. 1, K 60549. Verfahren zur Entwässerung von Teer, Erdölen u. dgl. Dr. Konrad Kubierschky, Eisenach, Richardstr. 4.

Kl. 18 a, Gr. 1, A 25918. Ofen zum Reduzieren von Eisenoxiden (Erzen). Harvey Carroll Alford, Mobile, Alabama, V. St. A.

Kl. 18 c, Gr. 9, R 42635. Kammerglühofen mit Halbgasfeuerung. Josef Rosen, Düsseldorf-Eller, Ellerkirchstr. 31.

Kl. 24 f, Gr. 15, W 47259. Rost, welcher sich an einen Wanderrost anschließt; Zus. z. Pat. 288931. Wanderrost-Fabrik, G. m. b. H., Kattowitz O.-S.

¹⁾ Die Anmeldungen liegen von dem angegebenen Tage an während zweier Monate für jedermann zur Einsicht und Einsprucherhebung im Patentamt zu Berlin aus.

15. Juni 1916.

Kl. 81 e, Gr. 14, St 20546. Dachförmiger, an einer Verladerampe entlang fahrbarer Verteiler für Schüttgut. Fa. Carl Still, Recklinghausen, Westf.

Deutsche Gebrauchsmustereintragungen.

13. Juni 1916.

Kl. 18 a, Nr. 647969. Schmiedeiserner Formkasten für Hochöfen. Gebrüder Schuß, Siegen i. W.

Kl. 18 a, Nr. 647970. Schmiedeiserner Windformkasten für Hochöfen. Gebrüder Schuß, Siegen i. W.

Kl. 19 a, Nr. 647801. Herzstück bzw. Kreuzung aus Billenschienen. „Phönix“, Akt.-Ges. für Bergbau und Hüttenbetrieb, Abteilung Ruhrort, Duisburg-Ruhrort.

Kl. 40 a, Nr. 647983. Schachtovenverschluss mit Einrichtung zur künstlichen Zugvergrößerung. Franz Papouschek, Salzburg.

Kl. 40 a, Nr. 647985. Röst- und Sinterofen mit Anheizofen. Dr. Wilhelm Buddeus, Charlottenburg, Mommsenstr. 20.

Statistisches.

Roheisenerzeugung Deutschlands und Luxemburgs im Mai 1916¹⁾.

	Bezirke	Erzeugung				
		im April 1916	im Mai 1916	vom 1. Jan. bis 31. Mai 1916	im Mai 1915	vom 1. Jan. bis 31. Mai 1915
		t	t	t	t	t
Gießerei- und Gußwaren I. Schmelzung	Rheinland-Westfalen	68 674	60 766	332 647	81 982	369 233
	Siegerland, Kr. Wetzlar und Hessen-Nassau	25 486	29 049	135 830	29 613	137 404
	Schlesien	10 232	8 700	49 271	14 133	62 940
	Norddeutschland (Küstenwerke)	19 341	14 720	87 524	18 051	81 155
	Mitteldeutschland	1 777	1 733	10 600	5 805	18 430
	Süddeutschland und Thüringen	5 559 ²⁾	5 796	29 814	6 869	22 270
	Saargebiet	7 548	7 774	39 299	6 973	35 265
	Lothringen	15 220	18 109	78 165	34 109	161 744
Luxemburg	12 058	14 544	46 399	21 505	74 179	
	Gießerei-Roheisen zus.	165 895	161 191	809 549	219 040	962 620
Bessemer- Roheisen	Rheinland-Westfalen	10 719	2 277	50 180	15 669	53 054
	Siegerland, Kr. Wetzlar und Hessen-Nassau	1 260	716	4 987	38	4 063
	Schlesien	1 885	1 653	9 390	1 258	5 553
	Norddeutschland (Küstenwerke)	—	—	—	—	—
	Bessemer-Roheisen zus.	13 864	4 646	64 557	16 965	62 670
Thomas-Roheisen	Rheinland-Westfalen	279 826	288 189	1 411 202	264 231	1 215 713
	Schlesien	13 940	14 770	71 100	11 930	67 250
	Mitteldeutschland	16 290	18 147	85 982	19 011	85 996
	Süddeutschland und Thüringen	14 903	15 238	75 456	13 724	69 914
	Saargebiet	63 232	70 273	321 738	59 804	277 891
	Lothringen	148 336	152 799	739 539	112 951	523 493
	Luxemburg	151 162	154 009	756 962	119 101	523 673
	Thomas-Roheisen zus.	687 689	713 425	3 461 979	600 752	2 763 930
Stahl- und Spiegel- eisen einschl. Ferromangan, Ferro-Silicium usw.	Rheinland-Westfalen	110 263	123 593	569 375	60 400	311 487
	Siegerland, Kr. Wetzlar und Hessen-Nassau	38 508	40 304	188 057	26 951	140 685
	Schlesien	26 711	30 857	143 793	25 376	112 965
	Norddeutschland (Küstenwerke)	94	4 866	12 987	816	11 061
	Mitteldeutschland	12 070	12 810	62 200	8 340	41 785
	Süddeutschland und Thüringen	—	—	352	76	943
	Saargebiet	58	—	58	—	—
	Lothringen	—	—	1 403	—	—
	Stahl- u. Spiegeleisen usw. zus.	187 704	212 430	978 225	121 959	618 926
Puddel-Roheisen (ohne Spiegeleisen)	Rheinland-Westfalen	223	4 550	5 940	3 986	24 687
	Siegerland, Kr. Wetzlar und Hessen-Nassau	4 710	3 505	25 990	6 835	28 214
	Schlesien	12 822	12 418	65 168	15 760	76 868
	Norddeutschland (Küstenwerke)	—	—	—	—	—
	Süddeutschland und Thüringen	—	—	—	—	—
	Lothringen	769	314	1 952	671	2 850
	Luxemburg	40	95	2 165	—	76
	Puddel-Roheisen zus.	18 564	20 882	101 215	27 252	132 695
Gesamt-Erzeugung nach Bezirken	Rheinland-Westfalen	469 705	479 375	2 369 344	426 268	1 974 174
	Siegerland, Kr. Wetzlar und Hessen-Nassau	69 964	73 574	354 864	63 437	310 366
	Schlesien	65 590	68 398	338 722	68 457	325 576
	Norddeutschland (Küstenwerke)	19 435	19 586	100 511	18 867	92 216
	Mitteldeutschland	30 137	32 690	158 782	33 156	146 211
	Süddeutschland und Thüringen	20 462 ²⁾	21 034	105 622	20 669	93 127
	Saargebiet	70 838	78 047	361 095	66 777	313 156
	Lothringen	164 325	171 222	821 059	147 731	688 087
	Luxemburg	163 260	168 648	805 526	140 606	597 928
	Gesamt-Erzeugung zus.	1 073 716²⁾	1 112 574	5 415 525	985 968	4 540 841
Gesamt-Erzeugung nach Sorten	Gießerei-Roheisen	165 895 ²⁾	161 191	809 549	219 040	962 620
	Bessemer-Roheisen	13 864	4 646	64 557	16 965	62 670
	Thomas-Roheisen	687 689	713 425	3 461 979	600 752	2 763 930
	Stahl- und Spiegeleisen	187 704	212 430	978 225	121 959	618 926
	Puddel-Roheisen	18 564	20 882	101 215	27 252	132 695
	Gesamt-Erzeugung zus.	1 073 716²⁾	1 112 574	5 415 525	985 968	4 540 841

¹⁾ Nach der Statistik des Vereins Deutscher Eisen- und Stahlindustrieller. ²⁾ Berichtigt.

Wirtschaftliche Rundschau.

Versand des Stahlwerks-Verbandes. — Der Versand des Stahlwerks-Verbandes betrug im Mai 1916 insgesamt 311 620 t (Rohstahlgewicht) gegen 271 756 t im April d. J. und 288 566 t im Mai 1915. Der Versand ist also 39 864 t höher als im April d. J. und 23 054 t höher als im Mai 1915.

1915	Halbzeug t	Eisenbahn- material t	Form- eisen t	Insgesamt t
Mai	62 002	142 207	84 357	288 566
Juni	77 804	154 736	86 412	318 952
Juli	61 768	118 737	77 587	258 092
August	59 303	120 057	70 720	250 080
September	67 220	117 426	62 194	246 840
Oktober	68 344	130 981	57 953	257 278
November	69 099	118 942	53 709	241 750
Dezember	75 089	135 820	54 061	264 970
1916				
Januar	75 045	157 345	53 394	285 784
Februar	74 491	141 076	66 702	282 269
März	82 787	153 994	74 868	311 649
April	83 132	119 936	68 688	271 756
Mai	80 765	142 327	88 528	311 620

Deutsche Ammoniak-Verkaufs-Vereinigung, G. m. b. H., Bochum. — Ueber das Geschäftsjahr 1915 berichtet der Vorstand, daß der Absatz (auf 25 prozentiges Salz umgerechnet) 364 077 t gegen 406 476 t im Jahre 1914 betrug, von denen nur ein Teil der Landwirtschaft zur

Rheinische Chamotte- und Dinaswerke, Cöln a. Rh. — Nach dem Bericht des Vorstandes wuchs im abgelaufenen Jahr 1915 die Beschäftigung durch die vermehrten Bestellungen der Eisen- und Stahlindustrie und hätte zur vollen Ausnutzung der Betriebe geführt, wenn genügend Arbeitskräfte zur Verfügung gestanden hätten. Die Einstellung von Kriegsgefangenen konnte den Schwierigkeiten nur in beschränktem Maße abhelfen. Infolgedessen waren im Berichtsjahr nur die Werke Mehlem, Ottweiler und Bondorf in Betrieb, die am Jahresschluß auf eine Leistungsfähigkeit von etwa 75 % gebracht wurden. Hohe Lohnforderungen und geringere

Verfügung gestellt werden konnte. Die Nachfrage nach schwefelsaurem Ammoniak war sehr lebhaft, und die Vereinigung war entfernt nicht in der Lage, ihre vertraglichen Lieferungsverpflichtungen zu erfüllen. Abgesehen von den durch die allgemeine Verkehrsnot zeitweilig hervorgerufenen Stockungen in der Wagengestellung vollzogen sich die Ablieferungen glatt. Bestände waren zu Ende des Berichtsjahres nur in geringem, durch die Höhe der Frühjahrsverkäufe bedingtem Umfange vorhanden.

Deutsche Benzol-Vereinigung, G. m. b. H., Bochum. — In den ersten neun Monaten des Berichtsjahres vermochte die Gesellschaft, wie der Geschäftsbericht für das Jahr 1915 ausführt, den Bedarf nicht in vollem Umfange zu befriedigen. Erst nachdem es gelungen war, durch stärkeren Betrieb der Kokereien und Ausgestaltung der größeren Gasanstalten die Benzolerzeugung nicht unwesentlich zu steigern, konnte in den letzten drei Monaten des Berichtsjahres nicht allein der Bedarf gedeckt, sondern auch ein Teil der Erzeugung zu Lager gebracht werden. Die Ablieferungen betragen insgesamt 102 296 t gegen 105 392 t im Jahre 1914. Nach Ausschaltung der fremden Erzeugung ergibt sich für die Mitglieder eine Beschäftigung von 48 % der zuerkannten Beteiligungsziffern. Die letzteren sind inzwischen gewachsen — einschließlich der Mengen, deren Verkauf auf Grund besonderer Verträge bewirkt wurde — von 200 000 t zu Anfang des Jahres auf 210 000 t zu Ende des Jahres. An Toluol und Lösungsbenzol bzw. Xylol wurden abgeliefert: Toluol (Rohware) 29 006 (i. V. 12 913) t, Lösungsbenzol/Xylol einschließlich Schwerbenzol (Rohware) 11 036 (18 715) t.

Leistungen der ungeschulten Arbeitskräfte beeinträchtigten das Gesamtergebnis. Die Abrechnung ergibt einschließlich 63 718,71 \mathcal{M} Vortrag aus 1914 einen Rohgewinn von 385 528,45 (i. V. 533 200,98) \mathcal{M} . Nach Abschreibungen in Höhe von 187 579,83 (i. V. 193 343,92) \mathcal{M} sowie nach Abzug sämtlicher Unkosten, Zinsen, Steuern usw. im Betrage von 240 081,83 (i. V. 269 138,35) \mathcal{M} bleibt ein Verlust von 42 133,21 (i. V. Reingewinn von 70 718,71) \mathcal{M} . Seit Anfang dieses Jahres hat sich die Nachfrage derart vermehrt, daß außer dem Mehlemer Werk auch die Werke Eschweiler und Siershahn wieder in Betrieb genommen werden konnten.

Bücherschau.

Ostwald, Dr. Wolfgang, Privatdozent an der Universität Leipzig: *Die Welt der vernachlässigten Dimensionen*. Eine Einführung in die moderne Kolloidchemie mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendungen. Mit 33 Fig. und 6 Tafeln. Dresden u. Leipzig: Theodor Steinkopf 1915. (X, 219 S.) 8 ^o. Geb. 5,75 \mathcal{M} .

Mit dem seltsamen Titel „Die Welt der vernachlässigten Dimensionen“ bezeichnet der Verfasser des vorliegenden sehr beachtenswerten Buches die Kolloide, weil die Wissenschaft sich bisher zumeist mit den Eigenschaften der groben Massen und der Moleküle befaßt, aber die etwa zwischen 1 zehntausendstel und 1 millionstel Millimeter großen Teilchen, die das „Zwischenreich der Kolloide“ bilden, vernachlässigt habe.

Das Buch ist aus einer Vortragsreise entstanden, die der Verfasser im Winter 1913/14 auf Einladung einer Reihe amerikanischer Universitäten nach den Vereinigten Staaten und Kanada unternahm. Dieser Entstehung entspricht die muntere, wortreiche Sprechweise, die Ein-

führung zahlreicher Experimente und die Einteilung in fünf Kapitel: Grunderscheinungen des kolloiden Zustandes, Kolloide als disperse Systeme, Herstellungsweisen kolloider Lösungen (S. 1 bis 27); Systematik der Kolloide, die physikalisch-chemischen Eigenschaften der Kolloide in ihrer Abhängigkeit vom Dispersitätsgrad (S. 28 bis 62); Zustandsänderungen der Kolloide (S. 63 bis 103); wissenschaftliche (S. 104 bis 146), technische und praktische Anwendungen der Kolloidchemie (S. 147 bis 179). Angehängt sind eine große Zahl von Anmerkungen, in denen der Verfasser Winke für die Anstellung der von ihm vorgeführten Versuche gibt und auf die Fachliteratur verweist.

Dank seiner gründlichen Beherrschung des Gegenstandes gibt der Verfasser eine ausgezeichnete Uebersicht über das weite Gebiet der Kolloide, die dem Laien eine überraschende Fülle vielseitiger Belehrung bietet und auch dem Fachmanne wertvoll ist. Dem Laien wird freilich durch die Menge der Begriffe und Einzeltatsachen eine etwas reichliche Kost geboten und durch die Ueberzahl von fremden Fachausdrücken das Verständnis mehr als nötig erschwert. Z. B. wäre statt „Dispersitätsgrad“ besser „Zerteilungsgrad“ zu sagen; „periodische Struk-

turen“ ist schwerfälliger als „Streifungen“. Indessen nicht nur das Ostwaldsche Buch, sondern die ganze Kolloidchemie wimmelt von großenteils entbehrlichen, eigens geschaffenen Fremdwörtern, was meines Erachtens mit dem unfertigen Zustande dieser jungen Wissenschaft zusammenhängt. Denn je unbekannter die Vorgänge selbst sind, um so eifriger schafft der Fachmann neue gelehrte Begriffe, um seine geringen Vorräte an tiefem Wissen „zu strecken“. Trotzdem empfehle ich das vorliegende, in ein buntes Gewand gekleidete Buch auch dem Eisenhüttenmann angelegentlich; er findet auf Seite 163 bis 169 im besonderen die kolloiden Gefügebestandteile des Stahles erörtert. *K. Arndt.*

Ferner sind der Schriftleitung zugegangen:

Adreßbuch der Direktoren und Aufsichtsräte 1916. Hrsg. von Hans Arénds und Curt Mossner. Berlin (C., Neue Friedrichstraße 47): Finanzverlag-Gesellschaft m. b. H. 1916. (2 Bl., 1238 S.) 8°. Geb. 15 M.

Der vorliegende Jahrgang des schon seit einer Reihe von Jahren in stetig steigendem Umfange erscheinenden Adreßbuches weist infolge der vielen Opfer, die der Krieg auch aus den Reihen der Direktoren und Aufsichtsratsmitglieder gefordert hat, gegenüber der vorletzten Ausgabe des Werkes zahlreiche schmerzliche Lücken auf und hat naturgemäß auch die im feindlichen Auslande Ansässigen diesmal nicht verzeichnen können. Dagegen berücksichtigt die Neuausgabe die Veränderungen bei den Verwaltungsstellen in den von uns besetzten feindlichen Gebieten, soweit dies der Postverkehr nach dort zuließ. Das Werk dürfte sich für Nachschlagezwecke wie bisher als recht nützlich erweisen. #

Freytag, Fr., Professor, Kgl. Baurat, Lehrer an den Technischen Staatslehranstalten in Chemnitz: *Hilfsbuch für den Maschinenbau.* Für Maschinentechniker

sowie für den Unterricht an technischen Lehranstalten. 5., erw. u. verb. Aufl. Mit 1218 Textfig., 1 farb. Taf., 9 Konstruktionstaf. u. 1 Beil. für Oesterreich. Berlin: Julius Springer 1916. (XVI, 1162 S.) 8°. Geb. in Leinen 10 M., in Leder 12 M.

Das Buch hat sich neben den älteren Veröffentlichungen ähnlichen Inhaltes in verhältnismäßig kurzer Zeit¹⁾ seinen anerkannten Platz unter den Werken erobert, die dem Maschinen-Ingenieur als Rüstzeug bei der täglichen Arbeit unentbehrlich geworden sind. Diesen Erfolg verdankt es ohne Zweifel in erster Linie dem Umstande, daß es Vollständigkeit mit Kürze der Darstellung zu verbinden weiß und sich dadurch eine Handlichkeit bewahrt hat, die vielen anderen „Hilfsbüchern“ nur zu bald in der Folge der Auflagen verloren gegangen ist. So hat der Verfasser auch in der vorliegenden Bearbeitung seines Werkes, um Platz für notwendige Ergänzungen zu gewinnen, entbehrlich Erscheinendes aus der vorigen Ausgabe ausgeschieden und weiter durch geschickte drucktechnische Aenderungen erreicht, daß trotz einer Vermehrung der Zahl der Abbildungen die Seitenzahl gemindert werden konnte. Alle Abschnitte des Buches zeigen die sich tendende und ergänzende Hand des Verfassers mit dem Ergebnis, daß das Werk zeitgemäß umgestaltet worden ist. Auf Einzelheiten dieser Art brauchen wir wohl bei einem so bekannten Werke hier nicht einzugehen. Nur möchten wir erwähnen, daß der Anhang des Hilfsbuches durch die vom Verein deutscher Eisenhüttenleute aufgestellten deutschen Normalprofile für Wellbleche²⁾ erweitert worden ist. #

¹⁾ Vgl. St. u. E. 1909, 3. März, S. 482/3; 1912, 11. Jan., S. 86.

²⁾ Vgl. St. u. E. 1915, 11. März, S. 258.

Vereins-Nachrichten.

Verein deutscher Eisenhüttenleute.

Für die Vereinsbücherei sind eingegangen:

(Die Einsender sind mit einem * bezeichnet.)

Schuchart*, Dr. Th.: *Der Außenhandel der Vereinigten Staaten von Amerika.* Eine statistische Studie. („Meereskunde.“ Sammlung volkstümlicher Vorträge zum Verständnis der nationalen Bedeutung von Meer und Seewesen. 9. Jg., H. 11.) Berlin 1915. (34 S.) 8°.

Schulz*, J. H.: *Die Arbeiterfrage nach dem Kriege.* Worte der Ermunterung und der Verständigung zwischen Arbeitnehmern und Arbeitgebern. Köln 1916. (24 S.) 8°.

—: *Wie müssen Landwirtschaft und Industrie zusammenarbeiten jetzt und nach dem Kriege?* Köln 1916. (72 S.) 8°.

Steinhaus, W., und E. Gumlich*: *Experimentelle Untersuchungen zur Theorie des Ferromagnetismus.* I/II. (Aus „Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft“ XVII. Jg., Nr. 15 u. 21.) Braunschweig 1915. (S. 271/88 u. 369/84.) 8°.

Aenderungen in der Mitgliederliste.

Adler-Nissen, Christian J., Gießereingenieur d. Fa. Ludw. Loewe & Co., A. G., Charlottenburg 1, Kaiserin Augusta-Allee 49.

Curtius, Wilhelm, kaufm. Direktor des Eisen- u. Stahlw. Mark, G. m. b. H., Wengern a. d. Ruhr.

Engau, Fritz B. A., Ingenieur, Ludwigshafen a. Rhein, Schützenstr. 17.

Först, Carl, Direktor der Radiowerke, Rheinböllen i. Rhein.

Fromm, Hans, Dipl.-Ing., Gefreiter, bevollm. Ing. der Fliegertruppen bei den Ostdeutschen Albatros w., Schneidemühl, Westendstr. 40.

Gugler, Heinrich, Obering. u. Gießereileiter der Brünne-Königsfelder Maschinenf., Brunn i. Mähren, Schwarzfeldgasse 32.

Haverkamp, Max, Dipl.-Ing., Essen, Sachsenstr. 17.

Hübers, J. H., Obergeringenieur, Overpelt, Belgien.

List, Josef, Ing., techn. Direktor der Mähr. Stahl- u. Eisen-Industrie, A. G., Olmütz-Stadt Neugasse i. Mähren, Müllerstr. 266.

Minor, Adolf, techn. Direktor des Eisen- u. Stahlw. Mark, G. m. b. H., Wengern a. d. Ruhr.

Rothe, Heinrich, Obergeringenieur des Hochofenw. Lübeck, A. G., Herrenwyk i. Lübeckschen.

Rusch, Hermann, Ing., Walzwerkschef der A.-G. Kronprinz, Immigrath a. Niederrh., Bahnstr. 24.

Schneider, Th. Emil, Obergeringenieur, Berlin-Weissensee, Berliner Allee 91.

Neue Mitglieder.

Bois, Hugo du, Dipl.-Ing., Assistent an der Kgl. Bergakademie Berlin, Charlottenburg 4, Waitzstr. 10.

Dahm, Paul, Inh. der Bims-Beton-Dielenf. J. Schnütgen & Dahm, Neuwied.

Dickertmann, Paul, Prokurist der Gutehoffnungshütte, Oberhausen i. Rheinl., am Grafenbusch 7.

Hupkes, Leonard, Bergingenieur, Den Haag, Holland, Beguidenhout 3.

Labouvie, Valentin, Ing., Betriebsassistent im Martinstahlw. des Stahlw. Thyssen, A. G., Hagendingen i. Lothr., Bahnstr. 23.

Neuman, Robert, Dipl.-Ing., Hochofenassistent des Stahlw. Thyssen, A. G., Hagendingen i. Lothr., Jungesellenheim.

Pusch, Emil, kaufm. Direktor der Phönix-Stahlw. Joh. E. Bleckmann, Mürzzuschlag, Steiermark.

Gestorben.

Haniel, Franz, Geh. Kommerzienrat, Düsseldorf. 16. 6. 1916.

Meyer, Ferdinand, Direktor, Wattenscheid. 5. 6. 1916.