

## Wirtschaftlichkeit neuzeitlicher Hochofengasreinigungen im Ruhr- und Minettebezirk<sup>1)</sup>.

Von Dr.-Ing. Max Schlipkötter.

*(Vorteile der Verwendung feingereinigter Gase bei der Winderhitzung. Einfluß des Wassergehaltes der Gase. Anforderungen an Hochofengas für wirtschaftlichen Betrieb. Ermittlung der Betriebskosten des fertiggereinigten Gases an Hand von Beispielen aus der Praxis bei verschiedenen Reinigungsverfahren. Kritik der einzelnen Verfahren. Vorzüge der Trocken-Filter-Reinigung. Nachtrag.)*

Heutzutage besteht wohl keine Meinungsverschiedenheit mehr über die Frage, ob Gichtgase gereinigt werden sollen oder nicht. Die praktischen Erfahrungen der letzten 15 Jahre bei jeder wärmetechnischen Verwertung haben bewiesen, daß ein wirtschaftlicher Betrieb nur mit gereinigten Gasen gewährleistet werden kann. Geteilt sind die Ansichten noch darüber, wie weit die Reinigung für die einzelnen Verbrauchsstellen durchgeführt werden muß, und auf welchem Wege die Reinigung bewirkt werden soll. Ausschlaggebend für die Wahl eines Systems für die Reinigung ist seine Wirtschaftlichkeit für den Betrieb. Hierunter sind nicht zu verstehen die Anlage- und Betriebskosten für die Raumeinheit von bestimmtem Reinheitsgrad, sondern in den Kreis der Betrachtung sind einzubeziehen die Betriebsverhältnisse der Reinigung, ebenso wie die der Verbrauchsstellen, welche mit diesem Gas arbeiten müssen. Unter Berücksichtigung aller dieser Faktoren wird es erst möglich sein, ein Wirtschaftlichkeitsurteil über die Reinigung zu fällen.

Die nachfolgenden Ausführungen sollen die Wirtschaftlichkeit moderner Naß- und Trockenreinigungen behandeln, indem unter Naßreinigungen alle die Bauweisen zu verstehen sind, welche das Gas erst

kühlen und dann auf nassem Wege reinigen, im Gegensatz zu der Trockenreinigung, die das Gas erst trocken reinigt und dann kühlt; ihnen beiden gemeinsam ist die trockene Grobvorreinigung.

Als Faktoren für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit sind einzusetzen:

1. die Kosten bzw. Ersparnisse aus der Verwendung dieses Gases gegenüber einem Gas von anderer Reinigungsstufe;
2. die Betriebserfahrungen mit diesem fertiggereinigten Gas;
3. die Kosten für das fertiggereinigte Gas;
4. die Betriebserfahrungen an der Reinigungsanlage selbst.

Da es heute möglich ist, Gichtgas bis auf 0,00043 g zu reinigen<sup>1)</sup>, was praktisch als vollkommen gereinigtes Gas angesehen werden kann, so ist zunächst zu untersuchen, wie sich die Ausnutzungsmöglichkeiten ändern, wenn Gas von diesem Reinheitsgrad verwendet wird an Stelle des nur vorgereinigten von 0,3 bis 0,5 g/m<sup>3</sup> Staub bzw. des feingereinigten von 0,02 bis 0,08 g/m<sup>3</sup>.

Um einige greifbare Zahlen zu gewinnen, sollen Ersparnisse festgestellt werden, die ein Werk machen kann, wenn es zum Betriebe mit feingereinigtem Gas unter Berücksichtigung der heutigen Feuerungsmöglichkeit übergeht.

Es lagen folgende Verhältnisse vor: Sechs Ofen mit 1250 t täglicher Erzeugung bei 100 % Koksverbrauch, im Mittel 800° Windtemperatur, 42 cm QS Winddruck. Vorhanden waren vier Cowper je Ofen von 33 m Höhe, 6,5 m Durchmesser, 7000 m<sup>2</sup> Heizfläche und 1000 t Steingewicht. Der Gasverbrauch der Cowper wurde mit 2,65 Millionen m<sup>3</sup> in 24 Stunden = 50 % der Gaserzeugung (trocken) ermittelt. Die Zentrale verbrauchte 1,36 Mill. m<sup>3</sup>, die Kesselbatterie von 35 Kesseln den Rest = 1,43 Mill. m<sup>3</sup>.

Infolge der Beheizung der Cowper mit Gas von 0,3 g/m<sup>3</sup> Staub konnte die Betriebsdauer auf etwa

<sup>1)</sup> Die im Jahre 1914 fertiggestellte Arbeit konnte ich erst jetzt veröffentlichten. Ich bitte, das bei Zuschriften wohlwollend zu berücksichtigen. Ein in allgemeiner Form gehaltener Anhang soll zwar in etwa eine gewisse „Modernisierung“ anstreben; ich bin mir aber wohl bewußt, daß diese Absicht nur in geringem Umfange erreicht werden konnte, und wäre dankbar, wenn durch recht zahlreiche Zuschriften und ungefärbte Zahlenangaben das so wichtige Gebiet der Gichtgasreinigung einer weiteren Klärung zugeführt würde.

Insbesondere haben natürlich die absoluten Werte der Betriebskosten eine wesentliche Aenderung erfahren. Trotzdem behalten die Ermittlungen als Vergleichszahlen der einzelnen Bauarten untereinander ihren Wert. Auch ist es nicht schwierig, mit Hilfe dieser Unterlagen die heutigen Betriebskosten auszurechnen, da lediglich die einzelnen Anteile der Selbstkosten mit einem den jetzigen Verhältnissen entsprechenden Faktor zu multiplizieren sind.

<sup>1)</sup> St. u. E. 1914, 5. Febr., S. 228.

zwei Jahre bemessen werden, wobei ein Abfall der mittleren Windtemperatur von 100° zu verzeichnen war. Die Wärmeeinheiten, welche in diesem Temperaturgefälle enthalten sind, müssen natürlich durch einen höheren Koksatz ersetzt werden. 1 kg Kohlenstoff braucht zur Verbrennung zu CO 5,79 kg Luft. Bei einer spezifischen Wärme von 1 kg Luft zwischen 800 und 900° von  $c = 0,273$  ergeben sich je kg Kohlenstoff und 50° höherer Temperatur

$$50 \cdot 0,273 \cdot 5,79 = 79 \text{ WE}$$

entsprechend  $\frac{79}{2470 \cdot 0,85} = 0,03765 \text{ kg Koks}$ , welche

je 1 kg Koks gespart werden können. Auf Grund von Betriebsergebnissen konnten von diesen 37,65 kg je t Koks tatsächlich 20 kg Ersparnis nachgewiesen werden, so daß man bei Annahme von  $\eta = 0,5$  der errechneten Ersparnis zu einem annehmbaren Werte kommt. Das ergibt bei einem Koksverbrauch von 450 000 t im Jahre zum Preise von 24  $\mathcal{M}$  im Minetterevier

$$0,5 \cdot 450\,000 \cdot 0,03765 \cdot 24 = 203\,000 \mathcal{M}.$$

Bei Verwendung von feingereinigtem Gas fällt natürlich diese Isolierung des Wärmespeichers durch Staubablagerung und Verschlackung fort, weswegen diese 203 000  $\mathcal{M}$  als tatsächlicher Gewinn angesehen werden können. Allerdings gilt die Rechnung zunächst nur im Minetterevier, da im Ruhrbezirk und auch in Oberschlesien Cowper sechs Jahre und länger gehen, ohne daß ein Temperaturabfall bemerkbar sein soll.

Für den Cowper selbst ergibt sich der Vorteil, daß er nicht mehr den Spannungsänderungen unterworfen ist, die beim Kaltwerden zwecks Reinigung im Mauerwerk auftreten und zu seiner vorzeitigen Zerstörung beitragen. Auch die mechanische Beanspruchung durch das Putzen der Steine fällt fort. Diese Einflüsse können durch Zahlen zurzeit noch nicht erfaßt werden, da noch keine Angaben über einen Dauerbetrieb mit Feingas vorliegen.

Die Verwendung von Feingas ermöglicht es ferner, Heizfläche und Wärmespeicher zu erhöhen, ohne den Cowper selbst zu vergrößern. Der Grund, warum eine Mindestgröße der Züge gewahrt werden mußte, nämlich wegen der Notwendigkeit der Reinigung, ist fortgefallen.

Es kann daher für das Gitterwerk die Konstruktion gewählt werden, bei der Heizfläche und Wärmespeicher ein Maximum werden. Durch Verwendung der Steinform nach Abb. 1 (Patent Pfoser-Strack-Stumm) ist es möglich, die Heizfläche bei gleicher ausstrahlender Oberfläche zu verdoppeln unter gleichzeitiger Vermehrung des Steingewichtes um etwa 20 %, ohne den Gesamtquerschnitt der Züge wesentlich zu verringern. Die achtkantigen Steine werden nur aufgesetzt ohne Mörtelverbindung und sind mit Nut und Feder versehen. Um trotzdem beim etwaigen Verstopfen eines Zuges die Möglichkeit seiner weiteren Ausnutzung zu haben, sind an vier Seiten am Fuß Aussparungen, die die Verbindung mit den vier seitlichen Zügen herstellen. Bei Betrieb mit vier Cowpern — drei auf Gas und einer auf Wind bei 4,5 st Heizzeit und 1,5 st Blaszeit — betragen die Strahlungsverluste etwa 17 % der zugeführten

Wärmemenge. Nach Gugler<sup>1)</sup> entfallen hiervon auf die Gasperiode 14,08 % und auf die Windperiode 2,92 % unter Zugrundelegung folgender mittlerer Temperaturverhältnisse:

1. der Kuppel (Gasperiode) . . . . . 1100°
2. der Abgase . . . . . 400°
3. der Kuppel (Windperiode) . . . . . 950°
4. des Kaltwindes . . . . . 50°

Durch Anwendung des Zweicowperverfahrens vermindern sich diese Verluste rechnerisch um 7,6 % auf 9,4 %. Praktisch konnte auf dem Stummschen Werk in Neunkirchen, wo dieser Betrieb durchgeführt ist, ein Gewinn dadurch nachgewiesen werden, daß andere Betriebe jetzt bedeutend mehr Gas erhielten als früher, was in Kohlenersparnis zum Ausdruck kam.

Eine Vergrößerung in dem Verhältnis Heizfläche zu Strahlfläche bei sonst gleichen Temperaturverhältnissen im Cowper bedeutet daher einen Wärmegewinn. Die Verminderung der Strahlungsflächen durch Anwendung engerer Züge ist aber nur durch Beheizung mit Feingas möglich, weswegen diese Ersparnisse dem Feingas gutgeschrieben werden müssen.

Um nicht zu günstig zu rechnen, sollen nur 4 % Gasersparnisse gerechnet werden; das ergibt dann bei einem Gaspreis von 1,50  $\mathcal{M}$  für 1000 m<sup>3</sup>

$$0,04 \cdot 1,5 \cdot 2\,640\,000 \cdot 365 = 57\,000 \mathcal{M}$$

im Jahre.

Ein weiterer Verlust beim heutigen Cowperbetrieb mit vorgereinigtem Gas ist die mit den Rauchgasen abgehende Wärmemenge. Der von ihnen mitgeführte Flugstaub wirkt immer störend, wenn man die Abgase z. B. zur Erwärmung von Verbrennungsluft in einem Röhrensystem benutzen will. Der Staub ist ein sehr guter Isolator und drückt den Wirkungsgrad einer derartigen Anlage schon nach wenigen Betriebsstagen herunter. Die Cowpergase treten mit einer durchschnittlichen Temperatur von 350° in den Fuchs ein, von denen 150° ohne Schwierigkeit ausgenutzt werden können.

Die bei 10 % Luftüberschuß und 200° durch die Rauchgase mitgeführte Wärmemenge „Q“ für 1 m<sup>3</sup> Gas (0°/760 mm QS) ergibt sich mit Hilfe der Zahlentafel 1.

$$Q = 200 (0,41 \cdot 0,45 + 1,2366 \cdot 0,31 + 0,04 \cdot 0,39 + 0,0164 \cdot 0,31),$$

$$Q = 200 \cdot 0,5726 = 115 \text{ WE oder } \frac{115 \cdot 100}{966} = 11,9 \%$$

der zugeführten Wärme.

Ein Vorwärmer, der im Unterbau eines Cowpers die Wärme der Abgase auf die Verbrennungsluft übertragen sollte, wurde wieder ausgebaut, da infolge vollständiger Verstaubung der Rohrschlangen von

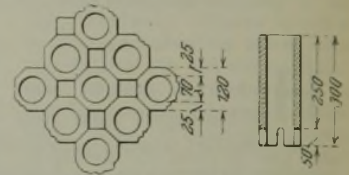


Abbildung 1. Gittersteine. Pfoser-Strack-Stumm.

<sup>1)</sup> St. u. E. 1911, 12. Jan., S. 62 ff.

Zahlentafel 1. Rauchgaswärmen.

Analyse des Gases	Heizwert für 1 m <sup>3</sup> bzw. auf 0° 760 mm QS	Erforder- licher Sauer- stoff zur voll- ständigen Verbren- nung b. 10% Überschuß	Ent- sprechen- des Luft- Volumen	Volumen des Gemisches		Spezi- fische Wärme c <sub>v</sub>	
				vor	nach		
				der Verbrennung			
Vol. %	WE	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>		
CO <sub>2</sub>	12,6	.	.	.	0,126	0,41	0,45
Co	28,0	850	0,14	.	0,280	.	.
H	3,2	82	0,016	.	0,032	.	.
CH <sub>4</sub>	0,4	34	0,008	.	0,004	.	.
N	55,8	.	.	0,0786	1,2366	1,2366	0,31
H <sub>2</sub> O	.	.	.	.	.	0,04	0,39
O	.	.	0,0164	0,1804	0,1804	0,0164	0,31
	100,0	966	0,1804	0,859	1,8590	1,7030	

einer Wärmeübertragung nichts mehr zu spüren war. Das Cowpergas hatte etwa 0,5 g Staub. Bei Verwendung von Feingas würden diese Wärmeeinheiten zweifellos gewonnen werden können und sich in Koksersparnis ausdrücken.

Durch die Erhöhung der Verbrennungstemperatur infolge dieser fühlbar zugeführten Wärme ebenso wie durch stärkere Ausnutzung der Cowper nach dem Verfahren Pfoser-Strack-Stumm wird eine weitere Erhöhung der Windtemperatur gegeben. Daß infolge höherer Verbrennungstemperatur das Sintern im Gitterwerk zunimmt, ist bei Betrieb mit Feingas ausgeschlossen. Das Sintern bzw. Verglasen der Cowpersteine tritt nur auf, wenn sich auf ihnen Stoffe ablagern, die bei den im Cowper erzeugten Temperaturen sintern bzw. schmelzen oder mit dem Schamottestein leichter schmelzbare Verbindungen eingehen. Der Schamottestein selbst hat im Brennschacht, Kuppel und Gitterwerkoberteil den S.K. 32/33, entsprechend einer Temperatur von 1720°, während die theoretische Verbrennungstemperatur des Gases in Zahlentafel 1 bei etwa 1400° liegt. Erst durch die mit dem nur vorgereinigten Gas eingeführten basischen Oxyde wird die Bildung von Doppelsilikaten mit niedrigerem Schmelzpunkt veranlaßt und damit der Prozeß für die Zerstörung des Mauerwerks eingeleitet.

Tatsächlich hat der Betrieb mit Feingas gezeigt, daß bei sonst gleichen Verbrennungsbedingungen wie früher Sintererscheinungen nicht mehr auftreten, dagegen für das Anheizen des Cowpers infolge ungehinderter Wärmeübertragung eine kürzere Heizperiode ausreicht. Deshalb ist auch der Schluß berechtigt, daß das Steinmaterial wohl in der Lage ist, die bei besserer Verbrennung mit kurzer Flamme zu erzielende höhere Temperatur auszuhalten.

Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß man in Hochöfnerkreisen des öfteren der Ansicht begegnet, eine Erhöhung der Windtemperatur über 800° bringe keine Vorteile mehr ein, und es können tatsächlich Ergebnisse vorgelegt werden, die nach Koksverbrauch, Ausbringen und Erzeugung diese Ansicht zu bestätigen scheinen. Die Erfahrungen im Minettebezirk sprechen jedenfalls gegen diese Auffassung; ein Eingehen auf diese Frage würde jedoch zu weit vom Gegenstand abführen.

Für Maschinengas wird die Reinigung auf nassem Wege durchschnittlich auf 0,02 g/m<sup>3</sup> durchgeführt. Dabei hat sich im allgemeinen ein zufriedenstellender Betrieb ergeben. Reinigung der Ventile ist zwei- bis viermal im Jahre erforderlich, große Reinigung nur einmal; ja es gibt Maschinen, die 2½ Jahre gelaufen sind, ohne daß sie aufgemacht wurden. Es hat sich jedoch gezeigt, daß Ventile im Winter, wo

im allgemeinen das Gas reiner ist als im Sommer, leichter verstauben. Das kommt daher: im Winter ist das Gas kälter und führt mehr kondensierten Wasserdampf mechanisch mit sich, der auf dem Wege von der Reinigung zu den Maschinen infolge stärkerer Oberflächenkühlung durch die Rohrleitungen niedergeschlagen wird, das Gas ist also nasser; der letzte Staub aber ist an den Wasserdampf gebunden, bzw. wird von ihm gebunden, wenn der Wasserdampf kondensiert wird, wie durch einen Versuch festgestellt wurde. Gas von 0,019 g Staub und 80,1 g Wasser je m<sup>3</sup> wurde auf 0° gekühlt, worauf es nur noch 1,87 g Wasser enthielt, während Staub nicht mehr nachzuweisen war.

Beim Eintritt dieses übernassen Gases in die warmen Ventile wird das mechanisch mitgerissene Wasser verdampft, und der Staub bleibt als Kruste zurück, während im Sommer, wo das Gas überhitzt, also wenig oder gar nicht übersättigt ist, eine Verdampfung nicht mehr stattfinden braucht. Bei -4° Außentemperatur wurde bis 30 % übersättigtes Gas vorgefunden<sup>1)</sup>.

Vorzündungen infolge Krustenbildung im Zylinder treten namentlich bei starker Belastung der Maschine zuweilen auf, und es liegen schon Ergebnisse vor, daß dieser Uebelstand seit dem Betrieb mit Feingas überwunden ist.

An das Hochofengas müssen daher folgende Anforderungen gestellt werden, wenn es als für einen wirtschaftlichen Betrieb geeignet angesehen werden soll:

1. geringer oder gar kein Staubgehalt, um eine dauernd gute Wärmeübertragung zu sichern;
2. weitgehende Trocknung und Kühlung, um den Heizwert der Raumeinheit zu erhöhen.

Es ist nicht ganz genau ausgedrückt, wenn man kurz von „Reinigung“ der Hochofengase spricht. Der Punkt 2 ist mindestens ebenso wichtig, namentlich, wenn es sich um Maschinengas handelt, da die Abmessungen der Maschine entsprechend größer ausfallen müßten, wenn nur heißes Gas mit geringerem Heizwert, bezogen auf den Betriebszustand, zur Verfügung steht. In diesem Falle ist der Heizwert nicht nur eine Funktion der Zusammensetzung des Gases,

<sup>1)</sup> Unter Zugrundelegung der Sättigungszahlen im Taschenbuch für Eisenhüttenleute, S. 535.

Zahlentafel 2. Kalorimetrische Untersuchungen über den Heizwert von Hochofengas im Minettebezirk.

12. 3. 1914						
Gastemperatur = 15° C			Raumtemperatur = 13,5° C			
Gasdruck = 20—30 mm WS			Barometerstand = 738 mm QS			
Im Kalorimeter verbrannte Gasmenge = 0,01 m <sup>3</sup> bei jedem Versuch						
Zeit	Temperatur des Wassers		Temperaturdifferenz ° C	Erwärmtes Wasser in g	Beobachteter unterer Heizwert WE	Reduzierter unterer Heizwert WE
	Eintritt ° C	Austritt ° C				
3 <sup>30</sup>	21,816	27,806	5,990	1460	874	964
3 <sup>45</sup>	21,867	27,802	5,935	1465	869	959
3 <sup>50</sup>	22,296	26,040	3,744	2296	861	950
4 <sup>00</sup>	22,300	25,996	3,696	2348	858	936
4 <sup>10</sup>	22,138	26,802	4,664	1827	851	928
4 <sup>20</sup>	22,251	28,437	6,186	1367	846	922
13. 3. 1914						
Gastemperatur = 20° C			Raumtemperatur = 23° C			
Gasdruck = 30—40 mm WS			Barometerstand = 740 mm QS			
Im Kalorimeter verbrannte Gasmenge = 0,01 m <sup>3</sup> bei jedem Versuch						
Zeit	Temperatur des Wassers		Temperaturdifferenz ° C	Erwärmtes Wasser in g	Beobachteter unterer Heizwert WE	Reduzierter unterer Heizwert WE
	Eintritt ° C	Austritt ° C				
10 <sup>00</sup>	26,013	30,448	4,44	1840	817	918
10 <sup>05</sup>	26,113	30,504	4,391	1820	799	899
10 <sup>10</sup>	26,155	28,515	2,360	3440	812	913
10 <sup>20</sup>	26,164	30,795	4,631	1720	796	895
10 <sup>25</sup>	26,116	30,204	4,088	1970	806	906
10 <sup>30</sup>	26,10	30,51	4,41	1788	789	887
10 <sup>35</sup>	16,16	30,55	4,39	1818	798	898
10 <sup>40</sup>	26,22	30,54	4,32	1810	782	879
10 <sup>45</sup>	26,22	30,53	4,31	1805	778	875
10 <sup>55</sup>	26,24	30,54	4,30	1810	779	876
10 <sup>58</sup>	26,29	31,38	5,09	1555	789	885
11 <sup>10</sup>	26,73	30,73	4,00	1967	787	885
11 <sup>15</sup>	26,78	30,67	3,89	1977	769	865
11 <sup>30</sup>	26,82	30,66	3,84	1950	749	842
11 <sup>40</sup>	26,823	30,503	3,68	2095	771	867

wodurch schon Schwankungen von 100 WE und mehr auftreten (Zahlentafel 2), sondern auch noch der Temperaturschwankungen, welche bei höherer Temperatur naturgemäß fühlbarer werden als bei geringerer.

Da sich aber im Sprachgebrauch das Wort „Reinigung“ allgemein eingebürgert hat, so soll es auch weiterhin benutzt werden und dieser kurze Hinweis genügen.

Die Reinigung der Hochofengase wurde bis vor kurzem nach folgenden Haupt Gesichtspunkten durchgeführt:

1. statische Grobvorreinigung durch große Staubsäcke;
2. statische Kühlung in Hordenkühlern;
3. dynamische Naßvor- (a) und -Nachreinigung (b) durch Zentrifugierung mit Wasser und nachherige Abscheidung in Wasserabscheidern.

Neuerdings ist ein Verfahren in die Praxis eingeführt, welches das Gas erst trocken reinigt, dann kühlt und trocknet und dabei einen Reinheitsgrad erreicht, den keine der bisher gebauten Reinigungen erreichen konnte.

Um die Betriebskosten des fertiggereinigten Gases zu ermitteln, waren zwei Wege möglich:

a) Es werden die Betriebsverhältnisse für eine Reihe von Gasreinigungsanlagen ermittelt, hieraus die Mittelwerte gezogen und dieser Wert in die Rechnung eingesetzt. Dieser Weg wäre ohne Zweifel der gangbarste, wenn er praktisch zu einigermaßen brauchbaren Werten führen würde. Doch fast sämtliche Werte können und werden von den einzelnen Werken verschieden bewertet. Ist die Anlage gekauft in einer Zeit der Hochkonjunktur, so wird der Anteil „Verzinsung und Amortisation“ ein anderer, als wenn sie unter dem Drucke scharfer Wettbewerbspreise erworben wurde. Ist bei einer Anlage der Anteil „Stromverbrauch“ ein hoher und verrechnet das Werk nur seine Selbstkosten, bei einer anderen Anlage dieser Anteil geringer, aber es muß die KWst mit einem höheren Preise eingesetzt werden, so kann man unmöglich diese beiden Ergebnisse miteinander vergleichen. In den Selbst-

kosten für ein m<sup>3</sup> Wasser kommen je nach Lage des Werkes Unterschiede vor von 0,9 bis 6,4 Pf. Ebenso wird die Klärung der Abwässer von örtlichen Verhältnissen erheblich beeinflußt. Der Anteil Löhne, Materialien ist dagegen in seinen Unterschieden für die einzelnen Arbeitsgebiete derart verschwindend für 1000 m<sup>3</sup> Gas, daß man dies vernachlässigen kann.

b) Daher wurde der andere Weg eingeschlagen und die absoluten Betriebsziffern ermittelt: KW-Verbrauch, Wasserverbrauch usw., bezogen auf 1000 m<sup>3</sup> Gas. Für diese Verbrauchsziffern wurden dann die reinen Selbstkostenwerte eingesetzt, die als Durchschnittswerte aus einer Anzahl neuerer Anlagen ermittelt werden konnten. Hieraus ergab sich der Preis für 1 m<sup>3</sup> Einspritzwasser zu 0,9 Pf., 1 m<sup>3</sup> Klärwasser aus der Vorreinigung 0,433 Pf., aus der Nachreinigung 0,66 Pf., 1 KWst bei Erzeugung durch Großgasmaschinen, 60 bis 70 % Belastung der Zentrale, ohne Gasberechnung zu 1,2 Pf. In gleicher Weise ergab sich der Platzbedarf für Kläranlage, getrennt nach Vor- und Nachreinigungswasser, Pumpstation und Rückkühlanlage bzgl. zu 1,15; 5,80; 0,2; 0,37 Pf.

je m<sup>3</sup> Wasser. Diese Art der Werteinsetzung rechtfertigt sich dadurch, daß es sich in vorliegender Arbeit nicht darum handelt, die absoluten Selbstkosten der Gaswirtschaft der einzelnen Werke zu ermitteln, sondern ein relatives Bild von der Wirtschaftlichkeit verschiedener Reinigungssysteme zu geben.

Die Leistungen der verschiedenen, im Ruhr- und Minettegebiet gebräuchlichsten Gasreinigungen, ihr Verbrauch an Kraft und Wasser, ihr Kapitalbedarf und Betriebskosten sowie der Platzbedarf sind in den Zahlentafeln 6 bis 8<sup>1)</sup> dargestellt.

Die Ergebnisse der Werke 2 und 3 beruhen auf eigenen Untersuchungen. Bei voller Belastung wurde festgestellt:

a) Die stündliche Leistung der Anlage. Die Messungen erfolgten mit einem Staurohr nach Dr. Brabbée, das in einer Entfernung  $\frac{1}{3} r$  vom Mittel-

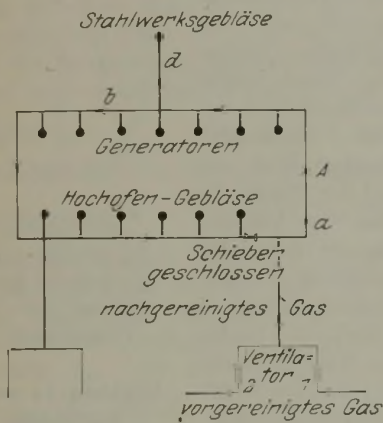


Abbildung 2. Versuchsanordnung zur Bestimmung von Leistung und Kraftverbrauch der Naßnachreinigung Werk 3.

punkt der Rohrleitungen die dynamische Druckhöhe auf einen Krellschen Zugmesser mit Alkoholfüllung vom spez. Gewicht 0,8 übertrug. Die statische Druckhöhe wurde mit einem U-Manometer gemessen. Die Ablesungen erfolgten alle 15 min. Durch Messungen über den ganzen Querschnitt wurde das Geschwindigkeitsbild festgestellt und damit der Korrektionsfaktor  $\mu$  für die in  $\frac{1}{3} r$  gemessene Geschwindigkeit ermittelt. Schraubenförmige Bewegungen im Gasstrom traten nicht auf. Die Temperatur des Gases wurde alle 3 st abgelesen. Zur Ermittlung des spezifischen Gewichtes des Gases im Versuchszustand erfolgten Gasanalysen und Wasserdampfbestimmungen, wobei gleichzeitig der Staubgehalt festgestellt wurde. Ferner wurden noch die Außentemperatur und der Barometerstand gemessen.

b) Der Wasserverbrauch von Kühlern und Ventilatoren. Ein Meßfaß wurde unter den Ablauf des Siphonrohres geschoben und die Zeit bestimmt, welche zum Vollaufen nötig war. Ein etwas rohes Verfahren, das aber immerhin bei einer genügenden Anzahl Messungen brauchbare Mittelwerte liefert.

c) Der Kraftverbrauch. Er wurde an der Schalttafel abgelesen. Die Versuchsanordnung und der Rechnungsgang seien an Hand eines Beispiels dargestellt.

Versuchsbeispiel. Zu bestimmen war die Leistung und der Verbrauch der Ventilatoren 1 und 2 (Abb. 2), die Feingas für die Kraft- und Gebläsemaschinen (Hochofen- und Stahlwerk) des Werkes 3 (Zahlentafel 7) lieferten.

1. Zur Ermittlung der Gasmenge wurde das Gas in der Richtung a, b, c, d, e geleitet. Die 1 bedeuten die Anschlüsse der Maschinen an die Gasleitung. Die Versuchsstelle war bei A eingerichtet. Vor und hinter A verlief die Rohrleitung 35 m ohne Richtungsänderung. Der Rohrdurchmesser betrug 2000 mm. Die Messungen ergaben bei einer Versuchsdauer von 60 min, wenn  $h_d$  die dynamische und  $h_s$  die statische Druckhöhe bezeichnet:

a) Mittel aus  $\sqrt{h_d} = 1,460$  mm

b) „ „ „  $h_s = 160,7$  „

Das Gewicht für 1 m<sup>3</sup> Gas im Versuchszustand ergab sich unter Berücksichtigung des Wasserdampfgehaltes zu

$\gamma = 1,166$  kg.

Demnach war die Gasgeschwindigkeit

$c = \sqrt{\frac{2g}{\gamma}} \cdot \sqrt{h_d} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,808}{1,166}} \cdot 1,46 = 5,98$  m/sek.

Daraus die stündliche Gasmenge

$V = c \cdot F \cdot 3600$  m<sup>3</sup>,

wenn F der Querschnitt des Rohres ist.

Für 0° und 760 mm Hg wurde die Leistung der beiden Ventilatoren zu

$V_0 = \frac{67\ 600}{1,11} = 60\ 950$  m<sup>3</sup>/st

ermittelt.

2. Der Kraftverbrauch war

400 KW für beide Ventilatoren:

also  $\frac{400}{60,950} = 6,58$  KWst/1000 m<sup>3</sup>.

3. Der Wasserverbrauch war

$1,4$  m<sup>3</sup>/1000 m<sup>3</sup> Gas<sup>1)</sup>.

Auf gleicher Basis wurden auch Versuche an einer Trockenreinigung ausgeführt. Diese Ergebnisse konnten jedoch nicht in die Arbeit aufgenommen werden, da infolge konstruktiver Fehler in den Querschnitten der zuführenden Rohgasleitungen die Anlage nicht bei der gewährleisteten Belastung geprüft werden konnte.

Die Ergebnisse der Werke 4 bis 11 (Zahlentafel 7 bis 9) beruhen auf Versuchen, denen ich nicht beigewohnt habe. Ich konnte jedoch durch eingehende Besichtigung der Betriebe ihre Verhältnisse kennen

1) Während des Versuches betragen die Leistungen der Maschinen:

a) Hochofengebläse . . . . . 7 873 PS

b) Stahlwerksgebläse . . . . . 1 500 PS

c) Generatoren  $\frac{6100}{0,736}$  . . . . . 8 290 PS

17 663 PS

das ergibt

$\frac{60\ 950}{17\ 663} = 3,45$  m<sup>3</sup> Gas für 1 PSst.

1) Werden in der Fortsetzung veröffentlicht.

Zahlentafel 3. Kosten bei Gasvorreinigung.

15 % Verzinsung und Amortisation der Anlagekosten . . . . .	1,77	Pf.
Desgl. für rollendes Material . . . . .	0,28	„
Löhne für Staubziehen . . . . .	0,139	„
Entleeren der Selbstentlader, Heben der Gleise usw. . . . .	0,440	„
Anteil des Rangier- und Lokomotivpersonals	0,292	„
Reinigung der Staubflaschen . . . . .	0,235	„
Summe	3,156	Pf.

Zahlentafel 4. Gichtstaubanalysen.

	Fe %	Ca O %	Rückstand %
Staub aus der Flasche . . . . .	36,84	10,91	10,38
Staub aus dem Kühler . . . . .	35,17	11,95	8,70
Staub aus d. Vorreinigung . . . . .	12,51	14,80	26,26
Staub a. d. Nachreinigung . . . . .	10,98	20,02	23,36

ern und mich durch persönliche Rücksprache mit den Betriebsleitern davon überzeugen, daß die Angaben den gewünschten Grad der Genauigkeit besitzen.

Allen Systemen gemeinsam ist die trockene Grobvorreinigung in Staubsäcken oder Staubflaschen. Es ist zweckmäßig, diese Vorreinigung soweit wie möglich durchzuführen, denn sie ist

1. am einfachsten,
2. am billigsten. Für 1000 m<sup>3</sup> Gas ergeben sich die Kosten bei einer Durchsatzmenge von 50 000 m<sup>3</sup> Gas je st im Minettebezirk nach Zahlentafel 3,
3. am wirtschaftlichsten, weil sich hier der eisenreichste Staub absetzt, der nach den bisherigen Erfahrungen am erfolgreichsten brikketiert werden kann. Unter diesem Gesichtspunkte betrachtet, erfüllt z. B. die Staubflasche vor der Gasreinigung auf Werk 3 ihren Zweck nur unvollkommen, wie aus folgenden Staubanalysen hervorgeht (Zahlentafel 4):

Der Eisengehalt des Staubes in der zweiten Reinigungsstufe ist fast gerade so hoch wie in der ersten, wird aber nicht gewonnen, da er durch die Klärteiche auf die Halde geht. Dabei war die Anlage nur mit etwa 80 % belastet. Bei Verhüttung von phosphor-, zink- und bleihaltigen Erzen enthält der Staub aus dem ersten Trockenreiniger weniger Blei, Zink und Phosphor als der aus dem nachfolgenden Naßreiniger, z. B.:

Zahlentafel 5. Gichtstaubanalysen.

	P %	Zn %	Pb %
Staubflasche . . . . .	0,64	0,5	0,92
Naßreiniger . . . . .	1,077	2,82	5,44

Das ist wesentlich für die Wiederaufgabe des Staubes als Brikett einmal wegen des zu erblasenden Eisens, z. B. Hämatit, dann auch wegen der sehr unliebsamen Störungen, die bei Verhüttung eines zinkhaltigen Möllers auftreten können.

Die Verschiedenartigkeit in der Bauweise der Staubflaschen legt eine theoretische Betrachtung über die Vorgänge bei der Staubabscheidung nahe. Die aus der Gicht austretenden Gase führen den Staub zunächst in Richtung des Gasstromes mit sich fort. Da jedoch der Staub spezifisch schwerer ist als

das Gas, so wird sich sehr bald die Wirkung der Schwerkraft geltend machen und dem Staub eine Beschleunigung erteilen, welche, je nach dem Neigungswinkel der Rohrleitungen zur Wagerechten, die Geschwindigkeit der Staubteilchen vermehrt oder vermindert; mit anderen Worten, die Schwerkraft bewirkt eine Scheidung des Staubes vom Gas, soweit ersterer praktisch ihrer Einwirkung nachgibt. Man wird daher eine Gasführung anstreben müssen, bei der die Bedingungen für diese Ausscheidung am günstigsten sind. Das ist offenbar dann der Fall, wenn die Staubteilchen ein

Maximum an Geschwindigkeit erreicht haben in dem Augenblick, wo die Strömungsrichtung der Gasteilchen bei einem Minimum an Geschwindigkeit umgekehrt wird. An der Prallfläche verliert dann der Staub infolge seiner vollkommenen unelastischen Eigenschaft seine lebendige Kraft und bleibt auf der Fläche liegen. Das Gas hingegen strömt in der neuen Bewegungsrichtung weiter. Es ist jedoch darauf zu achten, daß im Augenblick der Richtungsänderung keine plötzliche Geschwindigkeitsänderung des Gases eintritt, weil

sonst leicht wieder abgeschiedener Staub mitgerissen werden kann. Aus diesem Grunde schaltet man in die Gasleitung eine Erweiterung ein — Staubsack oder Staubflasche —, um die Gasgeschwindigkeit zu verringern. Wesentlich ist aber die Art und Weise, wie das Gas durch die Staubflasche geführt wird, wenn man die günstigsten Verhältnisse für die Staubabscheidung erreichen will. Ausgehend von dem vorher Gesagten ist eine senkrechte, in Richtung der Schwerkraft konisch divergierende Gaseinführung am zweckmäßigsten.

Der Staub wird unter der Einwirkung der Schwerkraft ein Maximum an lebendiger Kraft erreichen, während das Gas, in dem Bestreben, den ganzen Konus auszufüllen, seine Geschwindigkeit vermindert. Durch richtige Abmessungen muß dann dafür gesorgt werden, daß keine plötzliche Beschleunigung des Gasstromes bei der Umkehrung eintritt. Die Abb. 3 a und b sind Skizzen, die auf vorstehenden Ueberlegungen fußen.

Es kommt also weniger darauf an, hohe als vielmehr breite Staubsäcke zu bauen. Neuerdings findet man auch schon Bauweisen von 12 m  $\phi$ ; wenn die Platzverhältnisse es erlauben, sollte man noch weiter gehen. Auch findet man wohl zwei und mehr Staubsäcke hintereinander geschaltet. Parallelschaltung wäre zweckmäßiger, weil dadurch eine wesentlich größere Verminderung der Gasgeschwindigkeit erreicht würde.

(Fortsetzung folgt.)

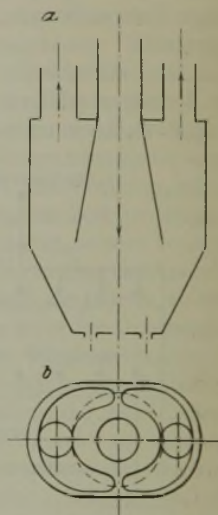


Abbildung 3 a und b.  
Staubflasche.

# Errechnung der Arbeitstemperaturen in metallurgischen Oefen.

Von Dr.-Ing. Hugo Bansen in Rheinhausen.

(Fortsetzung von Seite 253.)

(Verfahren zur überschlägigen Temperaturermittlung. Pyrometrische Wertung der Brennstoffe.)

Die Bestimmung der erforderlichen Gas- und Lufttemperatur.

Da bei Gasen die Vorwärmung des Gases und der Luft in Frage kommt, so ist die Darstellung der Anfangstemperaturen in der Weise wie bei den festen Brennstoffen, bei denen nur die Vorwärmung der Luft zu berücksichtigen ist, nicht möglich. Eine erhöhte Anfangstemperatur kann aus einer Gas- oder Luftvorwärmung oder aus beiden Quellen stammen. Ein kg Gas mit einem Heizwert von  $a$  WE/kg braucht  $l$  kg Luft/kg und gibt  $r = 1 + l$  kg Rauchgas. Daraus ergibt sich bei einer Gas- und Lufttemperatur von  $0^\circ$  und bei einer spezifischen Wärme  $c_{pr}$  eine Anfangstemperatur  $t_0 = \frac{a}{r \cdot c_{pr}}$ . Wird die Luft auf  $t_1^\circ$  vorgewärmt und das Gas auf  $t_g^\circ$ , so ergibt sich eine Anfangstemperatur  $t_1 = \frac{a + c_{pg} \cdot t_g + l \cdot c_{p1} \cdot t_1}{r \cdot c_{p1}}$ . Dieselbe Temperatur würde rechnerisch entstehen, wenn man das warme Gas mit der Luft vor dem Eintritt in den Brenner mischen würde. Man erhielte ein Gemisch von der Menge  $1 + l$  und der Mischtemperatur  $t_m$ . Es ist  $c_{pg} \cdot t_g + l \cdot c_p \cdot t_1 = (1 + l) c_{pm} \cdot t_m$ . Damit wird  $t_1 = \frac{a + (1 + l) c_{pm} \cdot t_m}{r \cdot c_{p1}}$  oder da  $1 + l$  dem Gewicht nach  $= r$  ist,  $t_1 = \frac{a + r \cdot c_{pm} \cdot t_m}{r \cdot c_{p1}}$ . Dies ist die Gleichung einer Geraden

(da  $\frac{c_{pm}}{c_{p1}}$  annähernd gleichbleibt).  
 $t_1 = \frac{a}{r \cdot c_{p1}} + \frac{c_{pm}}{c_{p1}} \cdot t_m; t_1 = t_0 + \frac{c_{pm}}{c_{p1}} \cdot t_m$ .

Man braucht sich also nur für ein Gas die Anfangstemperatur für die höchste Mischtemperatur zu errechnen, die man erstrebt, also für  $1400^\circ$ , und die Anfangstemperatur bei  $0^\circ$ .

Man trägt nach Abb. 7 in einem Koordinatensystem auf der Abszissenachse die Mischtemperaturen und auf der Ordinatenachse die Anfangstemperaturen auf und vermerkt den Punkt B für  $t_m = 1400^\circ$ . Die Verbindungslinie dieses Punktes mit dem Punkt A der Anfangstemperatur bei  $0^\circ$  ist der geometrische Ort aller Anfangstemperaturen. Weiter trägt man einen zweiten Ordinatenmaßstab für die Lufttemperaturen ein und benutzt die Abszissen-einteilung auch für die Gastemperaturenangabe. Dann findet man als Linie gleicher Luft- und Gasvorwärmung die Linie C—D. Durch die Teilpunkte dieser Linie kann man Kurven ziehen,

auf denen alle Gas- und Luftmischungen liegen, die die gleiche Mischtemperatur ergeben. Diese Kurven gehen einander parallel. Man braucht nur für eine Kurve durch Errechnung mehrerer Zwischenpunkte die Lage festzulegen und dann in Abständen von etwa  $100$  zu  $100^\circ$  dazu parallele Kurven zu ziehen. Zur Erleichterung der Errechnung dieser Zwischenpunkte dient die Darstellung des Wärmeinhaltes von  $1$  kg Gas und der erforderlichen Verbrennungsluft auf dem gleichen Blatt, die man auch zweckmäßig benutzt, um zu ermitteln, welche Wärmemengen man durch Gas- und Luftvorwärmung gewinnt.

Um in Abb. 7 die für eine erforderliche Anfangstemperatur von z. B.  $1990^\circ$  notwendige Mischtemperatur zu finden, zieht man von der Ordinatenachse bis an die Linie der Grenztemperaturen A—B die Abszisse E—F und liest dann als Schnittpunkt G der durch F nach unten gezogenen Ordinate F—G mit der Abszissenachse die Mischtemperatur ab. Diese Mischtemperatur kann nun je nach der Gas- und Luftvorwärmung auf die verschiedenste Weise zustande kommen. Kommt z. B. das Gas mit einer Temperatur von  $t_g = 300^\circ$  an den Brenner, so findet man die für die Mischtemperatur  $t_m = 390^\circ$  erforderliche Lufttemperatur in folgender Weise: Die Linie F—G kommt zum Schnitt mit C—D in H. Man zieht durch diesen Punkt parallel zu den Iso-

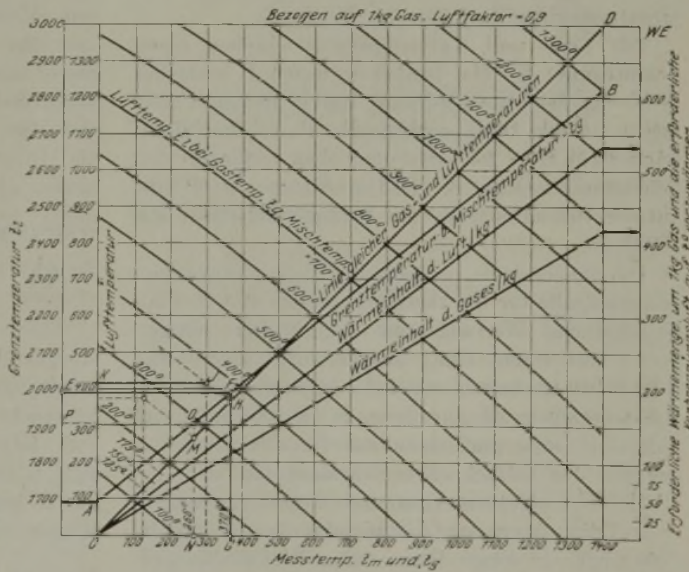


Abbildung 7. Schaubild zur Bestimmung der erforderlichen Gas- und Lufttemperatur.

Braunkohlenbrikettgenerator-Luftgas

Volum.		Volum.	
CO <sub>2</sub> = 0,058 kg	3,5 %	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> = 0,004 kg	0,4 %
CO = 0,334 ..	31,5 %	H <sub>2</sub> = 0,006 ..	7,5 %
CH <sub>4</sub> = 0,012 ..	2,0 %	N <sub>2</sub> = 0,586 ..	55,1 %
= 1177 WE/kg.		1390 WE/m <sup>3</sup> .	
Spez. Gewicht = 1,18.			

Zahlentafel 1. Zusammenstellung der dargestellten Brennstoffe.

Brennstoff	WE/kg	1 kg enthält Reinbrennstoff	WE/kg Reinbrennstoff	theoret. Verbrennung			würde z. B. ergeben bei einem Luftfaktor 0,9 <sup>1)</sup> verbr.			
				Luftbed.	Rauchgas	T	kg Luft	kg Rauchg.	ta.	WE/kg Rauchg.
<b>I. Feste Brennstoffe.</b>										
Koks . . . . .	7257	0,859	8100	10,2	11,1	2428	11,33	12,23	2075	593
Steinkohle . . . . .	7800	0,936	8346	10,5	11,45	2483	11,65	12,10	2050	617
"    II . . . . .	7503	0,936	8008	10,45	11,39	2433	11,60	12,54	2020	600
Reinbraunkohle I . . . . .	6320	1,000	6320	7,44	8,44	2613	8,27	9,27	2185	632
"    II . . . . .	6017	1,000	6017	9,18	10,18	2213	10,2	11,20	1820	538
Rohbraunkohle I . . . . .	2186	0,400	6320	3,01	4,01	1983	3,34	4,34	1500	505
Braunkohlenbriketts I . . . . .	4910	0,790	6320	5,8	7,8	2293	6,45	7,45	1960	660
Kohlenstoff . . . . .	8080	1,000	8080	11,63	12,63	2523	12,9	13,9	2070	580
Eisen . . . . .	1680	1,000	1680	1,645	2,635	2873	—	—	—	—
<b>II. Flüssige Brennstoffe.</b>										
Teeröl . . . . .	9000	1,000	9000	12,8	13,8	2175	14,22	15,22	2022	592
<b>III. Gasförmige Brennstoffe (trocken).</b>										
Koksogas . . . . .	8257	0,774	10700	11,050	12,050	2353	12,350	13,300	1960	620
Hochofengas . . . . .	744	0,443	1675	0,777	1,777	1783	0,850	1,85	1450	402
Rohbraunkohlengeneratorgas . . . . .	918	0,409	2245	1,015	2,015	1883	1,13	2,13	1545	432
Steinkohlengeneratorgas . . . . .	1084	0,408	2360	1,235	2,235	1933	1,365	2,365	1595	458
Braunkohlenbrikettluftgas . . . . .	1177	0,414	2840	1,300	2,300	2053	1,445	2,445	1690	480
Braunkohlenbrikettmischgas . . . . .	1332	0,451	2960	1,48	2,48	2095	1,645	2,645	1725	504

thermen die Isotherme von 370°. Von ihrem Schnittpunkt mit der Ordinate durch die Gastemperatur  $t_g = 300^\circ$  legt man eine Abszisse, die die Ordinatenaachse in dem Punkt der zugehörigen Lufttemperatur  $K = 415^\circ$  schneidet. Fällt die Gastemperatur am Ofen im Lauf des Betriebes auf  $120^\circ$  und geht der Ofen so zurück, daß die Lufttemperatur nur noch  $380^\circ$  beträgt, so findet man die entsprechende Anfangstemperatur in folgender Weise:

Die Gas- und Lufttemperatur ergeben einen Schnittpunkt L. Die Isotherme durch L schneidet C—D in M. Die Ordinate durch diesen Punkt ergibt auf der Abszissenachse den Punkt der Mischtemperatur  $H = 266^\circ$  und nach oben verlängert den Schnittpunkt O mit A—B. Die Abszisse O—P gibt auf der Ordinatenaachse die Anfangstemperatur mit  $1902^\circ$  an.

Die angegebene graphische Behandlungsweise gestattet, alle für die thermochemische und thermophysikalische Wertung von Brennstoffen nötigen Werte auf einem Blatt zusammenzutragen. Man wird dabei am besten sich auf 1 kg brennbare Reinkohle beziehen, da nur diese an der Verbrennung teilnimmt, man muß dann nur für alle Gewichtsangaben den tatsächlichen Substanzgehalt der verwendeten Kohle einsetzen und damit umrechnen.

Auf diese Weise sind sämtliche für metallurgische Feuerungen in Frage kommenden Brennstoffe graphisch behandelt worden. So wertvoll eine solche Sammlung von Kurvenblättern auch ist, so erfordert das Ablesen davon doch eine gewisse Gewandtheit,

<sup>1)</sup> Der Luftfaktor läßt sich nicht als Festwert angeben, sondern schwankt nach Brennstoff- und Verbrennungsbedingungen.

und die Werte sind nur einwandfrei für den Brennstoff der zugrunde gelegten Zusammensetzung. Es soll daher versucht werden, aus ihnen einfache Wege zur Berechnung abzuleiten. Darum sind zunächst in Zahlentafel 1 die Hauptergebnisse zusammengestellt. Es zeigt sich dabei, daß die theoretischen Grenztemperaturen der festen Brennstoffe sich alle um 2500 bis 2600° bewegen, wobei keineswegs eine Verhältnismöglichkeit zwischen dem Heizwert und der Grenztemperatur besteht. So hat das Eisen mit dem niedrigsten Heizwert die höchste Temperatur, weil es die kleinste Abgasmenge ergibt, und das Teeröl hat eine geringere Temperatur als die Braunkohlensubstanz, trotz 1,5fachen Heizwertes, weil es eine größere Abgasmenge mit höherem Wasserdampfgehalt ergibt. Die Bezugzahl  $\frac{WE}{kg \text{ Abgas}}$  ist bei den festen Brennstoffen (bei normalem Asche- und Wassergehalt und Luftüberschuß) etwa 600.

Eine merkwürdige Stelle nimmt das Koksogas ein. Es lehnt sich in jeder Hinsicht an die festen Brennstoffe an. Würde man den ihm nicht natürlich zukommenden, sondern aus falscher Luft und falschem Rauchgas stammenden Stickstoff- und Kohlensäuregehalt herausrechnen, so würden die Verhältnisse noch klarer. Die pyrometrische Minderwertigkeit der Vergasung zeigt sich am besten aus dem Verhältnis  $\frac{WE}{kg \text{ Abgas}}$ . Es steigt vom Hochofengas zum Braunkohlenbrikettmischgas von 402 auf 504 WE/kg infolge des steigenden Gehaltes an Schwelgasen.

In Abb. 8 ist die Zusammensetzung der bei der Verbrennung von Kohlenstoff, Koks und Stein-



kohle entstehenden Gase eingetragen bei einem Luftfaktor 1 : 2, also bis zur vollständigen Reduktion der Kohlensäure zu Kohlenoxyd, der Vergasung. Es dürfte aus dem früher Gesagten schon hinreichend klar sein, daß eine solche Darstellung höchstens für reinen Kohlenstoff, allenfalls Koks, sich mit den praktischen Verhältnissen deckt, unvollkommen aber für Brennstoffe, deren Verbrennung eine Entgasung vorausgeht, und nie für Gasverbrennung. Sie zeigt aber einmal, daß es nicht angängig ist, die Verbrennung von Kohlenstoff etwa auch zur Ableitung von Werten für kohlenstoffhaltige Brennstoffe zu benutzen. Dazu sind die Abweichungen zu groß. Man erkennt daraus, daß, je mehr der C-Gehalt des Brennstoffes abnimmt, um so mehr auch der CO<sub>2</sub>- und CO-Gehalt der Rauchgase fällt. Demnach ergeben bei vollständiger Luftvergasung ein Höchstgehalt von CO Kohlenstoff 34,7 %, Koks 32,2 %, Steinkohle 29,0 %.

Es ist weiter geschieden in

1. unvollkommene Verbrennung bis 13 % CO,
2. Halbgas bis 20 % CO,
3. Gas bis 29 % CO.

Die Darstellung ergibt kein vollkommenes Bild, da bei der teilweisen Verbrennung fester Brennstoffe sich ein Gas-Rauchgas-Teerdampf-Kohlenstaub-Gemisch bildet, für das die Art des Brennstoffes, die Brennstoffaufgabe, die Beschickungshöhe, die Rostbelastungen, die Temperatur der Verbrennungskammer maßgebend sind. Es ist anzustreben, alle direkten Feuerungen als Halbgasfeuerungen zu bauen und dabei auf eine Halbgaszusammensetzung hinzuwirken, die der Gaszusammensetzung sich nähert. Um so wirksamer kann man dann mit Oberwind arbeiten und eine nachträgliche vollkommene Verbrennung erzielen. Bläst man bei Rostfeuerungen, die im Höchstfalle 10 bis 13 % CO bei frischem Anschütten des Brennstoffes ergeben, Oberwind ein, so ist der Erfolg mangelhaft, da der CO-Gehalt beim Herunterbrennen der Feuerung rasch fällt und ein Luftüberschuß eintritt, wenn der Brennstoff entgast ist.

Für Feuerungsberechnungen ist einmal die rasche Ermittlung der rechnerischen Temperaturen, weiter die Kenntnis des Wärmeinhaltes der Abgase bei verschiedener Temperatur von Bedeutung. Darum sind weiter aus den einzelnen Wärmeinhaltskurven die Wärmeinhalte von 1 kg Rauchgas und Frischgas ausgezogen und in Figur 9a zusammengetragen. Das Koksofengas ist ausgenommen, da infolge des Verhältnisses von 0,524 kg Gas zu 11,2 kg Luft bei vollständiger Verbrennung die Gasvorwärmung keinen nennenswerten Einfluß hat, das Gas hingegen auf seinem Wege durch die Kammern eine Verschlechterung erfährt. Dagegen ist sein Rauchgas aufgenommen, da es wegen seines größeren Gehaltes an Verbrennungswasser in seiner Wärmekapazität abweicht. Der Wärmeinhalt der Luft ist zugefügt, da er stets in Verbindung mit den anderen Angaben gebraucht wird. Die Linien der Luft und des Rauchgases schließen alle Fälle der Verbrennung mit Luftüberschuß ein; je größer der Luftüberschuß ist, um

so mehr nähern sich die Werte denen der Luft, die den Grenzfall der Verbrennung mit unendlich großem Luftüberschuß darstellt. Zwischen Hochofengas und Generatormischgas liegen die Gase mit geringem Wasserstoffgehalt und hohem Gehalt an CO<sub>2</sub> und CO. Die Linie des Hochofengases lehnt sich eng an die des Rauchgases an, da die spezifischen Wärmen der Bestandteile nicht sehr verschieden sind. Sie wird mit ihr zusammenfallen, wenn der Koks ganz zu Kohlensäure verbrennt. Zwischen den beiden Linien liegen also die Abgase der Schachtöfen, wie Kuppelöfen, Kalk- und Zementbrennöfen, mit einem gewissen Gehalt an Kohlenoxyd. Ueber die Linie des Generatormischgases hinaus liegen die Gase mit höherem Wasserstoffgehalt, die über Wassergas, Koksofengas

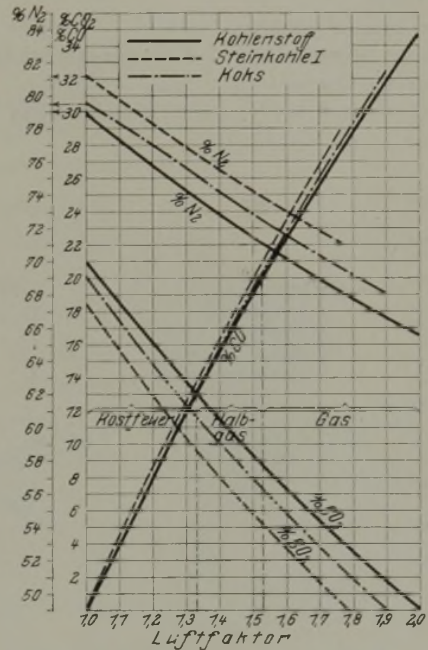


Abbildung 8. Zusammensetzung der Rauchgase für Kohlenstoff, Steinkohle und Koks.

und Leuchtgas hinweg bis zum reinen Wasserstoff sich erstrecken würden.

Als Kennzeichen des pyrometrischen Wertes eines Brennstoffes ist das Verhältnis  $\frac{WE}{kg \text{ Abgas}}$  angegeben worden. Zur Feststellung von Uberschlagswerten sind die Anfangstemperaturen der verschiedenen Brennstoffe bei verschiedenem Luftfaktor und verschiedener Gas- und Luftvorwärmung aus den graphischen Darstellungen herausgeholt und in Abb. 9b zusammengetragen. Es ergibt sich eine verhältnismäßige Uebereinstimmung für alle Brennstoffe, ob kalt oder mit Vorwärmung verbrannt. Als gutes Mittel kann man die Kurve II annehmen, die Werte unterscheiden sich von den anderen um etwa 3 %. Nur das Koksofengas macht wieder eine Ausnahme, der Grund ist die hohe spezifische Wärme des Rauchgases infolge des großen Gehaltes an Verbrennungswasser. Man kann mit Hilfe dieser Darstellung also in einfachster Weise die Anfangstempe-

ratur eines Brennstoffes bestimmen, wenn man seinen Heizwert und die Zusammensetzung und daraus rechnerisch den Luftbedarf und die Rauchgasmenge kennt. Die Luftvorwärmung ruft im allgemeinen ein steileres Ansteigen der Kurven hervor. Theoretisch kann man ableiten, daß unter Annahme gleichbleibender spezifischer Wärmen die Anfangstemperatur sich um die Temperatur der verbrennenden Stoffe am Beginn der Verbrennung erhöht. In Wirklichkeit ist die Temperatur nur ein Bruchteil =  $m$  der Vorwärmungstemperatur, weil die spezifische Wärme sich mit steigender Anfangstemperatur erhöht, und der Anstieg also nicht der Wärmezufuhr durch die Brennstoffwärmerhöhung verhältnismäßig bleibt, dann auch, weil bei festen Brennstoffen z. B. nur die Luft vorwärmung wird.

Man kann überschlägig setzen:

für feste Brennstoffe und Koksofengas bei Luftvorwärmung auf  $t_1$ ,  $t = t_a + 0,6 t_1$ ,  
für Gase und bei Luftvorwärmung allein auf  $t_1$ ,  $t = t_a + 0,4 t_1$ .

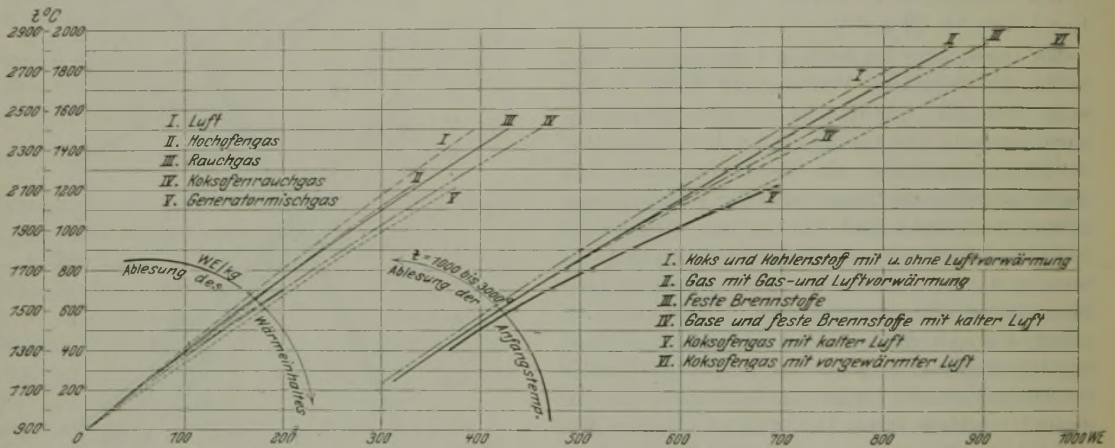


Abbildung 9a - b. Wärmehalt von 1 kg (Gas, Rauchgas und Luft). (Durchschnittswerte.)

für Gase bei Gasvorwärmung allein auf  $t_g$ ,  
 $t = t_a + 0,4 t_g$ ,

für Gase bei Gas- und Luftvorwärmung auf eine Temperatur  $t_1$  und  $t_g$ ,  $t = t_a + 0,4 t_1 + 0,4 t_g$   
oder bei einer Mischtemperatur =  $t_m$ ,  $t = t_a + 0,8 t_m$ .

### C. Die pyrometrische Wertung der Brennstoffe.

Die Grundlage der Wärmewirtschaft auf Hüttenwerken bildet das Hochofengas. Die Grenze der Verwendungsfähigkeit ist dort gesteckt, wo man auch unter Anwendung von Gas- und Luftvorwärmung nicht die erforderlichen Temperaturen erzielt. Der Anwendungsbereich des Hochofengases erstreckt sich also auf die Kraft- und Dampferzeugung, die Trocknungs-, Röst-, Glüh- und Wärmöfen. Zum Herdschmelzen reicht es nicht aus. Man muß es mit hochwertigem Gas so weit anreichern, daß man durch die Mischfeuerung auf die erforderlichen Arbeitstemperaturen kommt. Die Karburierung des Gases, wie man sie vor dem Kriege in der Leuchtgasindustrie angewendet hat, kommt auf Hüttenwerken nicht in Frage wegen der großen

Mengen, die angewendet werden, und der Gesteigungskosten. Auch die Teerölzusatzfeuerung, wie sie sich hier und da einführt, scheidet gegenwärtig wegen der Oelknappheit und des Preises aus, ebenso die Teerfeuerung

Als gasförmiger Zusatzbrennstoff erhält aber das Koksofengas dauernd erhöhte Bedeutung. Man gibt wohl an manchen Stellen der Beheizung der Martinöfen mit Koksofengas allein den Vorzug, weil sich der Ofen durch den Fortfall der Gaskammern und die leicht einzubauende Gaszufuhr sehr vereinfacht. Es erscheint aber gegenwärtig bei den schwankenden Brennstoffverhältnissen nicht angebracht, sich in der Bauart auf einen Brennstoff zu beschränken, sondern es ist besser, die Gasvorwärmung beizubehalten und so durch die Mischung von Hochofengas mit Koksofengas in den für den Prozeß günstigsten Verhältnissen den Ofengang völlig zu beherrschen.

In Abb. 10 sind für das Gemisch von 1 : 0 kg bis 0 : 1 kg Koksofen- zu Hochofengas und zwar für

den Luftfaktor 0,9 die Zusammensetzung des Abgases, Luftbedarf, Abgasmenge, Anfangstemperatur, Heizwert und Wärmehalt der Abgase/kg Gas bei verschiedenen Temperaturen graphisch aufgetragen.

Um vergleichsweise ermitteln zu können, welches Gemisch man zum Ersatz eines anderen Brennstoffes und zur Erreichung von dessen Anfangstemperatur anwenden muß, ist auch die Kurve des Wärmehaltes je kg Rauchgas eingetragen. Dadas Gemisch hauptsächlich zum Ersatz von Generatorgas verwendet wird, sei es dem Steinkohlen- und Braunkohlenbrikettgeneratorgas gegenübergestellt, indem man das Gemisch herauszieht, das den gleichen Quotienten WE/kg hat. Die Gemische haben einen höheren Heizwert als die zu ersetzenden Gase, haben aber einen höheren Luftbedarf und eine größere Abgasmenge, so daß die Anfangstemperaturen gleich sind. Hierauf kommt es an, da man das Gemisch so gestalten will, daß man die gleichen Arbeitsverhältnisse erhält. Der Wärmeverbrauch ist natürlich in allen Fällen der gleiche, so daß bei einem höheren Heizwert je  $m^3$  Gas eine kleinere Menge anzuwenden

ist. Um die Temperaturen des Steinkohlengases zu erzielen, genügt rechnerisch bereits ein Zusatz von 16% Koksogefgas zum Hochofengas, da in dem Gemisch aber der (CO + CH<sub>4</sub>)-Gehalt steigt und der H-Gehalt fällt, so wird das Gemisch pyrometrisch minderwertiger. Es empfiehlt sich also, entweder einen stärkeren Koksogefgaszusatz zu wählen oder mit einer größeren Vorwärmung zu arbeiten. Meist wird es sich darum handeln, durch ein Gemisch ein Gas zu ersetzen, das mit Vorwärmung verbrannt wird. Da es rechnerisch nur darauf ankommt, daß man auf den gleichen Wärmehalt je kg Rauchgas achtet, so ist es gleich, ob man ihn durch Vorwärmung oder Wahl eines stärkeren Gemisches erhöht.

Es soll z. B. ein Walzwerkstoßofen durch ein Gemisch von Hochofengas-Koksogefgas beheizt werden. Die erforderliche rechnerische Anfangstemperatur ist 1964°. Man könnte diese Temperatur noch mit kaltem Koksogefgas mit kalter Luft erreichen. Es wären hierfür nach Abb. 10 627 WE/kg Rauchgas erforderlich, die noch gerade durch das Koksogefgas aufgebracht würden. Man hätte aber keine Möglichkeit, die Temperatur noch etwas höher zu treiben, wenn der Ofen stark beansprucht wird, und müßte den ganzen Wärmebedarf durch Verbrennen von Frischgas decken. Man könnte wohl durch einen Abhitzekegel einen großen Teil der Abgasverluste wieder einbringen und hätte den Vorteil, mit einem sehr einfachen Ofen zu arbeiten. Es widerspricht aber den Grundsätzen der zeitgemäßen Wärmewirtschaft, einen hochwertigen Brennstoff dort zu verarbeiten, wo man einen niedrigwertigeren durch Steigerung des Temperaturgefälles hätte verwenden können. Man wird also wenigstens das Gas unter den möglichst gleichen Bedingungen verbrennen wie das Generatorgas und den gleichen Ofen benutzen. Gelangt das Gasgemisch kalt an den Ofen und läßt sich die Lufttemperatur nicht über 400° steigern, so wird man immerhin unter Umständen ein stärkeres Gemisch anwenden müssen. Man wird durch Vorwärmung der Verbrennungsluft etwa 15% der anzuwendenden Wärme aus der Abhitze herausholen, sich jedoch, wenn man die Richtlinien der Wärmewirtschaft zielbewußt verfolgt, nicht damit begnügen, sondern bemüht sein, durch Steigerung der Vorwärmung von Gas und Luft zu versuchen, in diesem Falle zunächst mit Hochofengas allein auszukommen. Es sind erforderlich zur Erreichung einer Temperatur von 1964°

576 WE/kg Abgas,

das kalte Hochofengas hat 402 „ „  
also sind 174 × 1,85 = 322 WE/kg

Gas durch die Gas- und Luftvorwärmung aufzubringen.

Heizt man Gas und Luft in einem Regenerativofen auf und nimmt man gleiche Temperaturen an, so entsprechen 174 WE/kg Gas und Luft (= kg Abgas) einer Gas- und Lufttemperatur von 680°. (Da es sich um ein Hochofengas-Luft-Gemisch handelt, liegen die Werte in Abb. 9 zwischen beiden Linien.) Man führt dann  $\frac{174 \times 100}{576} = 30,2\%$  des Wärmebedarfes durch Ausnutzung der Abhitze zu.

„Durch die pyrometrische Verbesserung des Brennstoffes bei Ausnutzung der Abhitze wird ein geringerer Aufwand an Brennstoff erzielt als bei Verwendung eines hochwertigeren.“ Man muß von Fall zu Fall prüfen, unter welchen Umständen man den

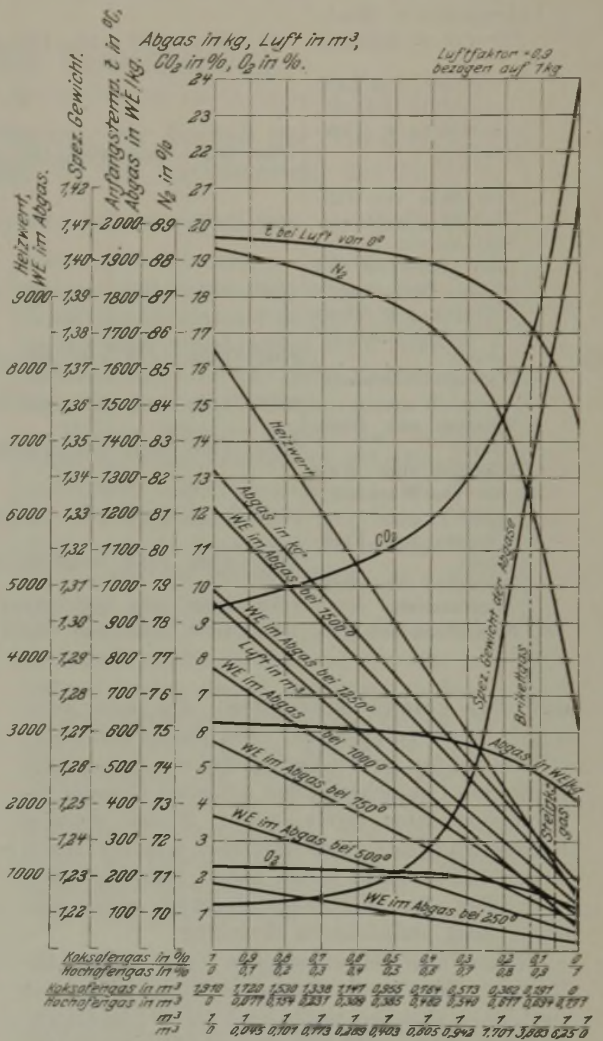


Abbildung 10. Mischung von Koksogefgas und Hochofengas.

Koksogefgas.	Hochofengas.
CO <sub>2</sub> = 2,2 Vol. %	CO <sub>2</sub> = 9,3 %
CO = 6,3 „ „	CO = 30,2 %
H <sub>2</sub> = 50,5 „ „	H <sub>2</sub> = 1,9 %
CH <sub>4</sub> = 29,2 „ „	CH <sub>4</sub> = — „
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> = 2,4 „ „	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> = — „
O <sub>2</sub> = 0,3 „ „	O <sub>2</sub> = — „
N <sub>2</sub> = 9,1 „ „	N <sub>2</sub> = 58,6 %
WE/m <sup>3</sup> = 4330	WE/m <sup>3</sup> = 965
WE/kg = 8257	WE/kg = 744
spez. Gew. = 0,524	spez. Gew. = 1,3

geringwertigsten Brennstoff mit dem größten pyrometrischen Nutzeffekt verwenden kann. Der Heizwert des Brennstoffes ist dabei von nebensächlicher Bedeutung, er ist weniger ein feuerungstechnischer als ein transporttechnischer Faktor und ein Wertmaßstab für die Gewichtseinheit. Hochofengas, richtig vorbehandelt, genügt für alle Zwecke außer für das Herdschmelzen und für kleine Oefen, die baulich als Regenerativofen zu verwickelt und teuer würden,

Zahlentafel 2. Anfangstemperaturen für verschiedene Arbeitsvorgänge, Werkstücktemperaturen, Ofentemperaturen.

Nr.	Arbeitsvorgang	Werkstück- temperatur ° C	Mittel- tempe- ratur ° C	erforderl. Temperatur Spannung zw. Ofen u. Werkstück ° C	erforderliche		pyrom. Wirk.- Grad	erforderliche Anfangs- temperatur	erforderliche WE/kg Abgas	Wärme- inhalt von/kg Eisen
					Ofentemperatur					
1	Ausglühen v. Werk- zeugen u. Anlassen	700—800	750	50—100	800—900	direkt 1100—1200 Muffel	77—82	1050—1100 1400—1500	300— 350—420	113
2	Ausglühen von kalt- gezogenen Drähten, Bandeisen u. Fein- blechen . . . . .	800—900	850	100—150	900—1050	direkt 1100—1250 Muffel	75—80	1200—1300 1470—1570	320—350 400—430	135
3	Ausglühen von Guß- und Stahlgußteilen	800—1000	900	100—150	1000—1200		73—77	1430—1510	385—420	142
4	Wärmen von Kupfer und Aluminium und deren Legierungen	750—850	800	50—100	850—1000		68—75	1230—1360	320—370	—
5	Wärmen von Eisen f. Gesenkschmiede- arbeit . . . . .	1100—1200	1150	150—200	1300—1400		68—75	1800—1980	500—600	185
6	Wärmen v. Schmiede- eisen . . . . .	1100—1200	1150	150—200	1350—1420		68—75	1840—2040	520—620	185
7	Wärmen von Hart- stahl . . . . .	1150—1200	1150	100—150	1300—1400		70—74	1820—1930	510—570	185
8	Wärmen zum Wal- zen von Werkzeug- stahl . . . . .	1050—1150	1100	100—150	1250—1350		70—74	1760—1860	480—520	177
9	Wärmen von Fluß- eisen . . . . .	1200—1300	1250	100—200	1380—1500		70—75	1920—2060	560—620	198
10	Wärmen von Preß- muttereisen . . . .	1280—1330	1305	150—200	1420—1550		75—80	1860—1980	530—600	208
11	Herdenschmelzen	1480—1560	1520	250—300	1750—1840		68—70	2580—2650	780—830	254

und für solche Wärmöfen, die nur zeitweise im Betrieb sind. Der Zusatz von Koks- ofengas hat den großen Vorzug, daß man je nach der Stärke des Gemisches in den weitesten Grenzen die Ofentemperaturen regeln, also z. B. mit starkem Koks ofengaszusatz rasch aufheizen und mit Hoch- ofengas allein warm halten kann. Daß Hochofen- gas allein für Martinofenbeheizung nicht aus- reicht, zeigt nachstehende Rechnung:

Nimmt man den günstigsten Fall, daß die Ab- gase mit 1600° in die Kammern kommen und mit 400° daraus abziehen, so gibt nach Abb. 9 1 kg Rauch- gas 460 — 115 = 355 WE ab, von denen nach Ab- zug der Strahlungsverluste etwa 0,85 · 355 WE = 300 WE zur Erwärmung von Gas und Luft zur Verfügung stehen, mit denen man eine Vorwärmung auf 1100° erreicht. Die damit erzielbare Anfangs- temperatur ist  $t = 1450 + 0,8 \cdot 1100 = 2330$  (nach Abb. 10 genauer 2327°), also völlig unzureichend.

Zur Festlegung des Mindestheizwertes eines Gases, das bei einer Gas- und Luftvorwärmung von 1250° für die Martinofenbeheizung noch ausreicht, kann man folgende Ueberlegung anstellen: Zur Erzielung der Temperatur von 2600° sind nach Abb. 10 800 WE/kg Abgas nötig. Die Abgasmenge eines ärmeren Gases ist 2,25 kg (Zahlentafel 2). Es sind insgesamt auf 1 kg Gas einzuführen:  $800 \cdot 2,25 = 1800$  WE. Davon stammen aus der Vorwärmung von Gas und Luft auf 1250° nach Abb. 9  $335 \cdot 2,25 = 753$  WE, so daß das Gas einen Heizwert von  $1800 - 753 = 1027$  WE/kg haben müßte. Vergleicht man dieses Ergebnis mit Zahlentafel 2, so findet

man, daß demnach ein trockenes Rohbraunkohlen- gas auch noch unzureichend wäre. Das Gas müßte mindestens eine Zusammensetzung haben, die zwi- schen Rohbraunkohlen und Steinkohlengenerator- gas und näher an diesen liegt und einen Heizwert von etwa 1200 WE/m<sup>3</sup> besitzt. Das Gas erfordert  $\frac{1027}{2,25} = 456$  WE/kg Abgas, also den Wert von Stein- kohलगas. Es genügt jedoch nicht allein, zu prüfen, ob man die erforderlichen Anfangstemperaturen erzielt, sondern man muß auch untersuchen, ob man aus der Abhitze die Gas- und Luftvorwärmung erzielt. Bei einer Eintrittstemperatur der Rauchgase von 1600° in die Kammern und 400° Austritts- temperatur würde man  $355 \cdot 0,85 \cdot 225 = 680$  WE gewinnen, denen ein Bedarf von 753 WE gegen- übersteht. Der Rechnung nach wäre dies also noch unzulänglich. Man darf jedoch nicht übersehen, daß bei Verarbeitung von Generatorgasen das Gas zumeist mit erhöhter Temperatur in die Kammern gelangt und der Wärmebedarf daher geringer wird. Auch ist bereits früher darauf hingewiesen worden, daß der Rechnungsgang für die Wärmewirtschaft des Martinofens unzulänglich ist, wenn man nicht die Oxydations- und Reduktionsvorgänge im Herde mit einbezieht. Es werden noch größere Mengen fester Brennstoffe, wie Eisen, Mangan, Phosphor, Schwefel, verbrannt, die nur einer Luftvorwärmung bedürfen, andererseits erfolgt die Oxydation der Brennstoffe durch die Oxyde des Einsatzes, wodurch sich die Abgasmenge verkleinert. Dadurch werden gegen Ende der Charge die Kammern heißer, als die Ueber-

schlagrechnung ergibt, so daß man doch die hohen Temperaturen erzielt.

Der Zweck der vorliegenden Betrachtungen ist es jedoch nicht, diese Vorgänge eingehend zu untersuchen, sondern nur, Regeln für die thermochemische und physikalische Bewertung der Brennstoffe aufzustellen, damit man in der Lage ist, für jeden Ar-

beitsvorgang den richtigen Brennstoff in der richtigen Aufbereitung zu wählen. Es würde bei der Mannigfaltigkeit der Brennstoffe und ihrer Behandlungsweise zu weit führen, ein allgemein gültiges Schema für die Verwendung eines jeden Brennstoffes für jeden Zweck aufzustellen.

(Fortsetzung folgt.)

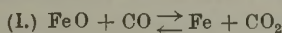
### Zuschriften an die Schriftleitung.

(Für die in dieser Abteilung erscheinenden Veröffentlichungen übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung.)

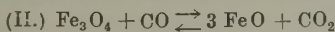
#### Fortschritte auf dem Gebiete der Kokserzeugung, der Einfluß der Koksbeschaffenheit auf den Hochofenbetrieb und Vorschläge für die Verbesserung des letzteren.

Für Hochöfner muß der Vortrag von Dr.-Ing. e. h. H. Koppers<sup>1)</sup> von größtem Wert sein. Vielleicht wäre von Bedeutung, eingehender einige Gesichtspunkte im Zusammenhang mit dem umwälzenden Vorschlag, einen Teil der Hochofengase auf einem niedrigen Punkte aus dem Ofen abzuziehen, zu erörtern. Die Fragen, an die ich besonders denke, sind folgende: In welcher Höhe ist es am ehesten angebracht, das Gas abzuziehen, und wie groß soll die Gasmenge sein, die im voraus abgezogen werden soll? In folgendem soll ein Versuch gemacht werden, diese Fragen kurz zu beantworten.

Setzt man einen Augenblick voraus, daß im Hochofen die Reduktion der Eisenoxyde nur indirekt geschieht, und daß die Reaktion  $CO_2 + C \rightleftharpoons 2CO$  nur im Gestell verläuft, so wird in Übereinstimmung mit dem Schaubild von Bauer-Gläßner<sup>2)</sup> bei der Reaktion

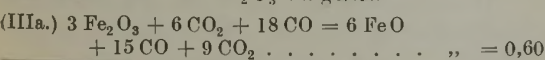
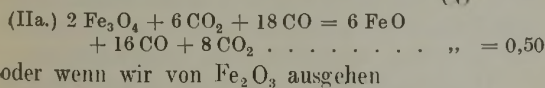
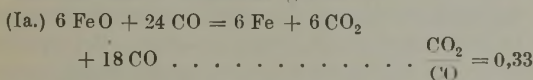


das Verhältnis  $\frac{CO_2}{CO} = 0,33$ , und bei



das Verhältnis  $\frac{CO_2}{CO} = 4,0$  im Gleichgewicht sein bei einer Temperatur von 900°.

Jedenfalls ist klar, daß wir bei Reduktion von  $Fe_3O_4$  mit CO auf Fe nicht das wirtschaftliche Verhältnis  $\frac{CO_2}{CO}$ , das durch die Reaktion (II) bedingt ist, im Gichtgas erreichen können, hinderlich ist das schlechte Verhältnis  $\frac{CO_2}{CO}$  der Reaktion (I). Diese Behauptung, auf deren mögliche praktische Bedeutung meines Wissens zuerst in einer Patentbeschreibung von Bergingenieur M. Wiberg in Falun (Schweden) die Aufmerksamkeit gerichtet worden ist, wird durch folgende Entwicklung der genannten Reaktionen noch deutlicher gemacht:

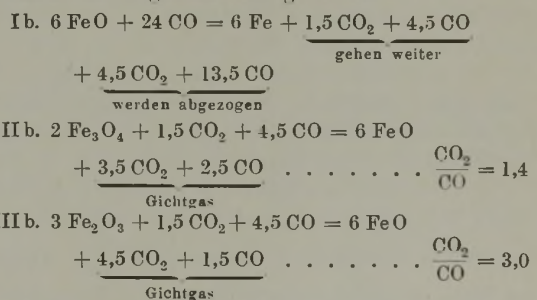


<sup>1)</sup> Vgl. St. u. E. 1921, 25. Aug., S. 1173/81; 8. Sept., S. 1254/62.

<sup>2)</sup> B. Osann: Lehrbuch der Eisenhüttenkunde I, S. 453.

Zu beachten ist, daß das Verhältnis  $\frac{CO_2}{CO}$  im Gichtgas im allgemeinen auch bei gutem Hochofenbetrieb nicht höher als 0,60 ist, eine Tatsache, die im Schrifttum meistens auf die große Gaseschwindigkeit im Hochofen zurückgeführt wird. Können die Reaktionen (Ia), (IIa) und (IIIa) nicht möglicherweise eine näherliegende Erklärung dieser Frage geben?

Dr.-Ing. Koppers schlägt das Abziehen eines Teiles der Gase zwischen der Schmelzzone und der niedrigsten Reduktionszone vor. Die Temperatur ist hier ungefähr 1500°, und habe ich Dr.-Ing. Koppers recht verstanden, so ist sein hauptsächlichstes Ziel, auf diesem Punkte eine Abkühlung zu erreichen, um dadurch den Koks leichter verbrennlich zu machen. Vielleicht könnte er das letztere Ziel ebensogut erreichen, wenn er das Gas an einem höheren Punkte abzöge. Ich meine an dem Punkte, wo man behaupten kann, daß der größte Teil  $Fe_3O_4$  zu FeO reduziert ist, oder bei 900 bis 1000°. Vom Gesichtspunkte der Reduktion aus gesehen, wäre nämlich durch ein solches Verfahren noch mehr zu gewinnen. Ziehen wir z. B. drei Viertel der Gasmenge an diesem Punkte ab, so werden sich die Reaktionen folgenderweise gestalten:



und man nähert sich dem theoretischen Ideal.

Wenn man, wie in Schweden, Holzkohle mit etwa 10% Wasser verwendet, muß die Menge des vorher abgezogenen Gases von der gewünschten Temperatur der Gichtgase abhängig werden.

Bei schwedischen Elektrohochofen sind manchmal große Schwierigkeiten dadurch entstanden, daß die Temperatur des Gichtgases niedriger als 100° gewesen ist. Es scheint, als ob Mengen herauskondensierten Wassers periodenweise nach heißeren Schichten des Hochofens heruntergelangen. Durch ein heftiges Verdampfen oder vielleicht sogar durch eine Zerteilung dieser Wassermengen können sogar

Explosionen entstehen. Auch bei feuchtem Koks oder wasserhaltigem Möller wird es vielleicht notwendig, mit oben erwähnten Umständen zu rechnen.

Möglicherweise könnte auch die erzielte Abkühlung eine zu große Kohlenstoffausscheidung im Schacht verursachen, eine Reaktion, die wohl die deutschen Hochofeningenieure kennen und fürchten gelernt haben.

Es ist anzunehmen, daß Dr.-Ing. Koppers die oben besprochenen Verhältnisse und Schwierigkeiten eingesehen und erwogen hat; da sie aber bei der Aussprache nicht behandelt wurden, wird es mir sicher verziehen, wenn ich sie jetzt erörtert habe.

Söderfors (Schweden), im September 1921.

Bergingenieur Magnus Tigerschiöld.

\* \* \*

A. Vorgänge vor den Formen. Dr.-Ing. Koppers sagt in seinem Vortrage, daß der Koks primär zu Kohlensäure verbrennt. Diese Anschauung wird jetzt überwiegend vertreten. In Wirklichkeit dürfte aber der Vorgang wie folgt verlaufen: Bei der hohen Reaktionstemperatur (wobei sowohl Luft als auch Koks hoch vorgewärmt aufeinander wirken) entsteht primär in heterogener Reaktion Kohlenoxyd, wie es dem Gleichgewicht entspricht. In den Versuchen von Rhead und Wheeler<sup>1)</sup> sowie von Dr.-Ing. Gwodz<sup>2)</sup> kann man eine Stütze dafür finden. Das primär entstandene Kohlenoxyd reagiert aber sofort mit dem zur Kohlenoxydbildung nicht verbrauchten Sauerstoffe in homogener Reaktion unter Bildung von Kohlensäure (sekundäre Reaktion), die in höheren, glühenden Kokszone unter Umständen wieder in heterogener Reaktion in Kohlenoxyd (tertiäre Reaktion) umgewandelt wird.

Diese Anschauungsweise, die scheinbar nur ein belangloses theoretisches Interesse bieten sollte, wirft aber manches Licht auf verschiedene, bisher mysteriöse Vorgänge im Hochofen. Unter diesem neuen Gesichtspunkte erscheint z. B. die Wirkung der Windtrocknung nach Gayley ganz klar. Je nach dem Verhältnisse der Vergasungsgeschwindigkeit des angewandten Kokes (d. h. der Bildungsgeschwindigkeit des primären Kohlenoxyds) zu der Verbrennungsgeschwindigkeit des primären Kohlenoxyds zur sekundären Kohlensäure wird sich ein bestimmtes Verhältnis zwischen  $\frac{\text{CO (prim.)}}{\text{CO}_2 \text{ (sek.)}}$  bilden, das desto kleineren Koksverbrauch zur Folge haben wird, je größer es ist. Wenn die Verbrennungsgeschwindigkeit des Kohlenoxyds zu Kohlensäure (die von der Konzentration von CO, O und der Temperatur-Katalysatoren abhängig ist) in erster Annäherung als unbeeinflussbar angenommen wird, ist dieses Verhältnis desto günstiger, je größer die Vergasungsgeschwindigkeit, d. h. auch die Leichtverbrennlichkeit des Kokes ist.

Aber auch die Verbrennungsgeschwindigkeit des Kohlenoxyds ist, wie die Untersuchungen von Dixon,

<sup>1)</sup> Journal of the Chem. Soc. 1911, S. 846.

<sup>2)</sup> Dr.-Ing.-Dissertation, Berlin.

Ubbelohde u. a. zeigen, beeinflussbar und zwar namentlich durch Feuchtigkeit. Durch 1 bis 2 Vol.-% Wasserdampf wird die Verbrennungsgeschwindigkeit bei normaler Temperatur verdoppelt bis verdreifacht. Wenn also der Vergasungswind feucht ist, so wird die homogene (d. h. sekundäre) Reaktion, die Kohlensäurebildung, vergrößert, d. h. die Verteilung des Windsauerstoffs zwischen Koks und primär entstandenem Kohlenoxyd derart verschoben,

daß das Verhältnis  $\frac{\text{CO}}{\text{CO}_2}$  verkleinert wird. Dadurch werden die Oxydationsvorgänge begünstigt. Daraus wird ersichtlich, daß kleine Wasserdampfmengen, die thermochemisch durch Zersetzung eine kleine Wirkung zeigen würden, durch die oben geschilderte Beeinflussung der Verbrennungsgeschwindigkeit des primär gebildeten Kohlenoxyds einen sehr großen Einfluß haben können.

Nach dieser neuen Anschauungsweise ist auch vorauszusehen, wann eigentlich die Trocknung des Windes einen Einfluß auf den Koksverbrauch haben kann. Wenn die Vergasungsgeschwindigkeit des verwendeten Kokes (was bei dem sogenannten schwer verbrennlichen Koks zutrifft) viel kleiner ist als die Verbrennungsgeschwindigkeit des primären Kohlenoxyds, so wird das Verhältnis  $\frac{\text{CO}}{\text{CO}_2}$  sehr klein, d. h. es entsteht überwiegend Kohlensäure, und in diesem Falle wird die Windtrocknung, weil kein Kohlenoxyd vorhanden ist, keinen Erfolg haben können.

Nach dieser Theorie kann die Windtrocknung nur bei leicht vergasbarem Brennstoff einen durchgreifenden Erfolg versprechen. Deshalb haben auch die Amerikaner mit ihrem leicht verbrennlichen Koks bessere Ergebnisse erzielt, als es in Europa möglich war, wo man im allgemeinen einen schwerer verbrennlichen Koks gewinnt.

Außer der Erzeugung einer Oxydationszone bringt ein schwer verbrennlicher Koks eine andere Temperatur und Wärmeverteilung in dem Gestell und in der Rast mit sich. Bekanntlich entsteht etwa dreimal soviel Wärme bei der Verbrennung von Kohlenstoff zu Kohlensäure als zu Kohlenoxyd. Andererseits wieder verbraucht die Reduktion von Kohlensäure zu Kohlenoxyd (tertiäre Reaktion) beträchtliche Wärmemengen und verläuft in höheren Temperaturzonen, die sonst für direkte Reduktion in Betracht kommen könnten.

Infolge dieser Umstände herrscht bei schwer verbrennlichem Koks (und bei feuchtem Winde) vor den Formen eine hohe Temperatur mit oxydierender Atmosphäre, darüber die durch tertiäre Kohlenoxydbildung abgekühlte Reduktionszone. Bei der Bildung von Kohlenoxyd durch primäre Reaktion wird eine Temperatur und Wärmeverteilung bewirkt, die für die direkte Reduktion eben zweckmäßig ist.

Alle diese Vorgänge zeigen uns, wie mächtig die Leichtverbrennlichkeit des Hochofenkokes den spezifischen Koksverbrauch beeinflussen kann.

B. Die Ursache der Schwerverbrennlichkeit des Kokes. Dr.-Ing. Koppers scheint dem

Wasserstoffgehalt des Kokses die entscheidende Rolle für die Leichtverbrennlichkeit beizumessen. Ich glaube aber, daß auch z. B. eine Holzkohle, die bei 1000° gewonnen ist und eine mit dem schwer verbrennlichen Kokse auch ziemlich übereinstimmende elementare Zusammensetzung zeigen wird, viel leichter verbrennt als dieser.

Es ist sicher, daß die wasserstoff- und sauerstoffreicheren Umwandlungserzeugnisse, die bei der Verkokung aus Holz bzw. Kohle entstehen, leichter verbrennlich sind als die wasserstoff- und sauerstoffärmeren, und daß das Enderzeugnis der Umwandlung der Kohlensubstanz, der reine Kohlenstoff in Form von Graphit, die schwerste Verbrennlichkeit besitzt.

Ich glaube aber, daß der übergare, schwer verbrennliche Koks sogar schwerer verbrennlich sein kann als der reine Kohlenstoff-Graphit. Ich bin der Meinung, daß die Schwerverbrennlichkeit des überhitzten Kokses nicht in den organischen Umwandlungserzeugnissen zu suchen ist, sondern in den anorganischen Reaktionsstoffen der Asche und des Kohlenstoffs.

Nach den bemerkenswerten Untersuchungen von Hempel und Lierg<sup>1)</sup> ist die große Kokshärte auf die im Koksofen gebildeten Silizide des Eisens und Kohlenstoff zurückzuführen. Von diesen beiden hat besonders das Karborundum, Siliziumkarbid, eine sehr große Härte (9 der Härteskala) und ist auch äußerst schwer verbrennbar; es wird erst in der Weißglut oxydiert und nur durch Alkalien aufgeschlossen.

Durch die Annahme der Bildung von Silizium-Kohlenstoffverbindungen im Koks ließe sich also nicht nur seine große Härte, sondern auch die Schwerverbrennlichkeit, die immer mit großer Härte des Kokses parallel geht, sehr gut erklären.

Die Frage, ob für die Bildung von solchen Silizium-Kohlenstoffverbindungen im Koksofen die Möglichkeit vorhanden ist, ist jedenfalls zu bejahen. Nach den Angaben im Schrifttum bildet sich Siliziumkarbid zwar erst in Weißglut, also bei einer Temperatur, die im Koksofen nicht vorkommt; aber die Verhältnisse im Koksofen liegen anders. Bei 750 bis 800° tritt eine sehr heftige Wasserstoffentwicklung auf, die bis über 1000° fort-dauert und eine fast reine Wasserstoffatmosphäre im Koksofen herstellt. Diese mächtig reduzierende Wasserstoffatmosphäre (bzw. Wasserstoff in statu nascendi) ist es, die eine Bildung von Silizium-kohlenstoffkarbid bei den Temperaturen unter 1000° ermöglicht, wobei auch Eisenoxyde als Katalysatoren mitwirken. Den gleichen Fall haben wir bei der Reduktion der Tonerde durch Kohlenstoff und der Nitridbildung bei dem Serpekverfahren, wo die Reaktionstemperatur von 1500° auf etwa 1200° durch Wasserstoffzusatz erniedrigt wird.

Die überaus mächtige Reduktionswirkung der Wasserstoffatmosphäre dürfte sogar die Bildung von

Methan (CH<sub>4</sub>) und Siliziumwasserstoff (SiH<sub>4</sub>) ermöglichen, die als Gase den erweichten, glühenden Koks durchdringend, die Bildung von Silizium-Kohlenstoffverbindungen verursachen. Der Koks wird auf diese Weise mit diesen Silizium-Kohlenstoffverbindungen durchtränkt, so daß er nicht nur vielleicht oberflächlich, sondern in der ganzen Masse hart und schwer verbrennlich wird. Da diese Wasserstoffwirkung das Wesentliche des Ganzen ist, ist es klar, daß ein schwer verbrennlicher Koks einen niedrigeren Wasserstoffgehalt zeigt, der aber nicht direkt die Hauptursache der Schwerverbrennlichkeit darstellen dürfte.

Daß auch unter Umständen die Bildung anderer Erzeugnisse, z. B. Si<sub>n</sub> C<sub>m</sub> O<sub>r</sub> oder Si<sub>n</sub> C<sub>m</sub> N<sub>r</sub>, u. ä. (Kohlenstoff-Silizium-Sauerstoff- bzw. Stickstoffverbindungen) durch gegenseitige Wechselwirkung der Asche und Kokssubstanz die Härte und die Schwerverbrennlichkeit verursachen kann, ist nicht von der Hand zu weisen, muß aber erst durch eingehende Untersuchungen aufgeklärt werden.

Daraus ist wieder die große Wichtigkeit eines geringen Aschegehaltes für einen guten, leicht verbrennlichen Hochofenkoks zu ersehen, sowie die der Aufbereitung der Kokskohle.

Meine Ausführungen fasse ich wie folgt zusammen:

1. Bei Verbrennung des Kokses durch erwärmten Wind entsteht primär Kohlenoxyd mit einer Geschwindigkeit, die von der Brennstoffbeschaffenheit abhängig ist.

2. Das primär entstandene Kohlenoxyd verbrennt mit überschüssiger Luft mit einer den beeinflussenden Faktoren entsprechenden Geschwindigkeit sekundär zu Kohlensäure.

3. Die sekundär entstandene Kohlensäure wird in höheren Zonen durch eine Reduktion in Kohlenoxyd umgewandelt (tertiäres Kohlenoxyd).

4. Für den Koksverbrauch im Hochofen ist das Verhältnis  $\frac{\text{primäres CO}}{\text{sekundäres CO}_2}$  von größter Wichtigkeit. Je größer es ist, desto kleiner ist der jeweilige Koksverbrauch.

5. Die Windfeuchtigkeit (1 bis 2 Vol.%) verkleinert dieses Verhältnis auf die Hälfte bis zu einem Drittel, worauf die Wirkung der Gayleyschen Windtrocknung beruht.

6. Die Windtrocknung läßt durchgreifende Ersparnisse nur bei leicht verbrennlichem Kokse erhoffen.

7. Die Ursache der Schwerverbrennlichkeit wird auf Bildung von Siliziumkohlenstoffverbindungen zurückgeführt, und deshalb ist zur Herstellung des leicht verbrennlichen Kokses die Verwendung einer aschearmen Kohle (durch entsprechende Aufbereitung) anzustreben.

Alle diese Fragen beabsichtige ich in einer besonderen Abhandlung über die wärmetechnischen Grundlagen des Hochofenprozesses näher zu besprechen.

Witkowitz, im September 1921.

Dr.-Ing. Ferd. Heyd.

<sup>1)</sup> Dr.-Ing. Dissertation, Dresden.

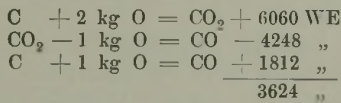
In seinem Vortrage sowohl als auch in der Erörterung führt Dr.-Ing. Koppers als Begründung für die Verwendung eines besseren Koks mehrfach Hochofenvorgänge an und geht auf ihre theoretische Behandlung ein. Ohne mich mit dem eigentlichen Zweck dieses Vortrages in Widerspruch setzen zu wollen, denn eine Verbesserung der Koksbeschaffenheit kann dem Hochöfner nur erwünscht sein, glaube ich doch, auf einige Teile des Vortrags nochmals näher eingehen zu sollen.

Eingangs weist der Vortragende darauf hin, daß durch das Einblasen des Windes eine oxydierende Zone entsteht, die eine Wiederoxydation des Eisens zur Folge hat und damit durch dessen erforderliche Reduktion einen nicht unerheblichen Mehraufwand an Koks bedingt. Diese Ansicht ist nach Mitteilung des Verfassers zuerst von Geheimrat Wüst ausgesprochen worden. Ich muß ihr widersprechen.

Es ist im Grunde gleichgültig, ob die vor den Formen entstehende Kohlensäure durch Kohlenstoff reduziert wird oder auf dem Umwege über Eisenoxydul. Denn man darf nicht vergessen, daß zur Oxydation von Eisen dieselbe Wärmemenge frei wird, die zu seiner Reduktion verbraucht wird. Der Vorgang sei durch nachstehende Gegenüberstellung näher erläutert. Ich beziehe dabei die Wärmetönungen auf 1 kg reagierenden Sauerstoff und benutze die Zahlenwerte, die Mathesius<sup>1)</sup> ausgearbeitet hat.

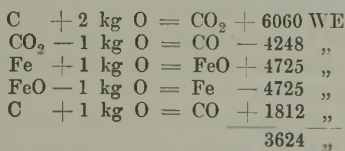
Dann ergibt sich:

1. Bei Reduktion der vor den Formen gebildeten Kohlensäure durch Kohlenstoff



Demnach ist der Wärmegewinn, bezogen auf 2 kg Sauerstoff = 3624 WE.

2. Bei Reduktion der gebildeten Kohlensäure durch Eisen und Reduktion des Eisens durch Kohlenstoff



Demnach ist auch hier der Wärmegewinn, bezogen auf 2 kg Sauerstoff = 3624 WE.

Es heißt dann weiter: „Wenn der Hochofen mit leicht verbrennlichem Koks arbeitet, so braucht er ein Mindestmaß an Luft, dadurch auch entsprechend weniger Gas für die Winderhitzung, woraus auch eine geringere Maschinenleistung folgt, und man erzeugt dabei noch eine größere Menge Eisen. Das Verhältnis von Kohlensäure zu Kohlenoxyd wächst.“

Diese Auffassung beruht auf einem grundsätzlichen Irrtum. Der Luftverbrauch für 1 kg Koks

hängt in erster Linie von seinem Kohlenstoffgehalt ab (auf den Schwefelgehalt braucht man an dieser Stelle nicht einzugehen). Da der Kohlenstoff über Kohlensäure stets zu Kohlenoxyd verbrennt und zwar gleichgültig, ob es sich um schwer oder leicht verbrennlichen Koks handelt, so braucht 1 kg vor den Formen verbrannter Kohlenstoff im Hochofen stets  $\frac{4}{3}$  kg Sauerstoff, bzw.  $\frac{4}{3} \cdot \frac{100}{23} = 5,73$  kg

Luft. Dabei entstehen 6,73 kg Gichtgas bzw. 5,37 m<sup>3</sup> mit 34,6 Vol. % Kohlenoxyd ohne Kohlensäure. Durch die leichte Verbrennlichkeit des Koks wird im wesentlichen die Geschwindigkeit beeinflusst, mit der diese Reaktion vor sich geht. Als Folge dieser Reaktionsgeschwindigkeit wird die Zone höchster Temperaturentwicklung auf ein Minimum zusammengedrängt, und darin liegt der eigentliche Wert des leicht verbrennlichen Koks. Je schneller die Bildung des Kohlenoxydes vor den Formen vor sich geht, um so eher kann seine reduzierende Wirkung einsetzen, um so größer kann der Anteil der indirekten Reduktion im ganzen Hochofenprozeß werden, um so eher kann der Gasstrom Wärme an die Beschiekung abgeben, und um so kälter wird die Gicht. Das mehr oder weniger gute Verhältnis von Kohlensäure zu Kohlenoxyd kann also nur insofern durch den Koks beeinflusst werden, als dieser die Reaktionsgeschwindigkeit vor den Formen begünstigt, sonst hat der Koks auf diese Bildung keinerlei Einfluß. Ich stimme mit dem Vortrag soweit vollkommen überein, als für den Hochofenprozeß ein leicht verbrennlicher Koks sehr erwünscht ist, nur der theoretischen Begründung, warum wir diesen Koks brauchen, kann ich nicht beipflichten.

An dieser Stelle sei mir gestattet, auf die Versuche von Vlotens hinzuweisen, der 1893 durch Gasproben, die in, unter und über der Formebene genommen worden sind, den Umfang dieser oxydierenden Atmosphäre nachgewiesen hat<sup>1)</sup>. Danach besteht nur unmittelbar vor den Formen ein verhältnismäßig nicht sehr großer Raum, in dem überhaupt noch Kohlensäure gefunden wurde. 60 cm oberhalb der Formen konnte in keinem Fall Kohlensäure nachgewiesen werden. Demnach ist man berechtigt, anzunehmen, daß die oxydierende Atmosphäre vor den Formen bei normalem Hochofengange nur einen verhältnismäßig kleinen Raum einnimmt.

Wenn man dies berücksichtigt und ferner bedenkt, daß der Koks beim Niedergange im Ofen noch wesentlich höhere Temperaturzonen durchwandern muß, als bei der Verkokung herrschen, so kann ich dem nicht beipflichten, daß durch niedrig gehaltene Destillationstemperatur im Hochofen ein leicht verbrennlicher Koks nutzbar gemacht werden kann.

Aber auch an anderen Stellen entwickelt der Vortragende Anschauungen und Theorien, die einer genaueren Prüfung nicht standhalten können.

So wird auf Seite 1255 ein Schaubild gebracht, in dem durch zu starke „Generatorgasentwicklung“

1) Die chemischen und physikalischen Grundlagen des Eisenhüttenwesens, S. 20.

1) Vgl. St. u. E. 1893, Januar, S. 26/30.



Rohgang nachgewiesen werden soll, und weiterhin steht in dem Bilde eine Bemerkung „Rohgang infolge zu starker Kohlensäurebildung vor den Formen“.

Ich kann mir aus den vorstehend angeführten Gründen das Eintreten rohen Ganges im Hochofen nicht vorstellen. Andererseits sagt der Vortragende ja auch selbst: „wie Rohgang eintreten kann, wenn zu wenig Koks aufgegeben wird“. Das ist die eigentliche Ursache des Rohganges: Störung im Wärmehaushalt des Ofens. Es wäre mir sehr erwünscht, wenn Dr.-Ing. Koppers Untersuchungen bekanntgeben würde, nach denen sich bei schwer verbrennlichem Koks „immer mehr Generatorgas bildet und zuletzt Rohgang eintritt. . .“? Da wohl sämtliche Oefen in Deutschland mit schwer verbrennlichem Koks arbeiten, so müßten nach dieser Ansicht eigentlich alle immer Rohgang haben. Das ist aber nicht der Fall.

Für die Behauptung, daß bei schwer verbrennlichem Koks der Gehalt an Eisenoxydul im Roh-eisen niedriger sein soll als bei leicht verbrennlichem Koks, bleibt der Vortragende den Beweis schuldig. Diese Erscheinung hat angeblich besonders in Deutschland seit dem Kriege zu lebhaften Klagen geführt; als Quelle aber bezieht sich der Verfasser auf Veröffentlichungen einiger französischer Forscher, die in den „Comptes rendus“ am 30. September 1918 veröffentlicht worden sind. Dieser Zusammenhang ist mir in Anbetracht der Verhältnisse unklar.

Vollkommen beipflichten kann ich dem Vortragenden, wenn er für eine richtige Korngröße des Kokes bei Aufgabe in den Hochofen eintritt. Das gilt aber nicht nur für den Koks, sondern für den Gesamtmöller überhaupt. Dieser Frage wird in Deutschland noch viel zu geringe Beachtung geschenkt, und ich möchte wohl glauben, daß eine richtige Korngröße der Beschickung noch ungleich wichtiger und auch billiger zu erzielen ist als der Umbau einer Kokerei auf die Erzeugung leicht verbrennlichen Kokes.

Die im Zusammenhange mit Vorstehendem gegebene Erklärung für die Gichtstaubbildung ist angreifbar. Die Entwicklung des Gichtstaubes hat zwei Ursachen. Einmal wird durch die dynamische Wirkung des Gasstromes ein großer Teil der feinkörnigen Beschickung aus dem Ofen fortgeführt. Sodann werden bei der hohen, vor den Formen herrschenden Temperatur Kieselsäure, Mangan, Zink, Phosphor, Alkalien usw. verdampft. Teilweise werden die Metalle im aufsteigenden Gasstrom oxydiert, teilweise gehen sie mit dem Gasstrom fort. „Eine zu ausgedehnte oxydierende Atmosphäre vor den Formen“ hat aber auch mit diesem Vorgang gar nichts zu tun.

Zum Schluß noch eine Frage. An einer Stelle heißt es: „Die Schmelzzone dient zur Verflüssigung und zur direkten Reduktion. Sind die Gasmassen der Schmelzzone zu groß, so muß man regelnd eingreifen, denn sonst stört man die Arbeitsvorgänge im Schacht. Hierzu möchte ich Ihnen nur vor-

schlagen, den regelnden Eingriff durch Entnahme<sup>e</sup> der überschüssigen Gasmenge zwischen Schmelz- und Reduktionszone erfolgen zu lassen.“ Durch welche Versuche ist bewiesen worden, daß in unserem Hochofenbetrieb, d. h. also bei schwer verbrennlichem Koks, zu große Gasmassen in der Schmelzzone auftreten und störend auf die Arbeitsvorgänge im Schacht einwirken? Die Gase verrichten doch Arbeit im Schacht durch Reduktion der Erze, und bei Gasverminderung würde diese Arbeit doch nur kleiner werden. Es erscheint mir sehr fraglich, ob bei Gasabzug in Höhe der Schmelzzone die restlichen Gase, die dann noch durch den Schacht strömen, den Möller in der gleichen Weise vorbereiten werden, daß man mit unverändertem Kokssatz die gleiche Leistung und die gleiche Beschaffenheit des Eisens erzielt. Wenn ich mich recht erinnere, hat man auch schon einmal versucht, aus tieferen Ofenzonen Gase zu entnehmen, hat aber wegen der dabei auftretenden Schwierigkeiten den Versuch wieder aufgegeben. Abgesehen von diesen theoretischen Schwierigkeiten, würde die praktische Ausführung einer derartigen Gasentnahme wahrscheinlich auf sehr große Hindernisse stoßen, wie mir wohl jeder Hochofenmann bezeugen wird.

Zusammenfassend möchte ich feststellen: es ist sicherlich für die Verbrennungsvorgänge vor den Formen gut, wenn leicht verbrennlicher Koks im Hochofenprozeß verwendet wird. Die in dem Vortrage gebrachten wissenschaftlichen Begründungen für die Verwendung dieses Kokes beruhen jedoch zum größten Teil auf einem Irrtum, und es ist auch nicht der Beweis erbracht, daß die Umstellung der Kokereien auf die Erzeugung leicht verbrennlichen Kokes (Patent Koppers) im ganzen wirtschaftlich gerechtfertigt ist.

Wetzlar, im Oktober 1921.

Dr.-Ing. Max Schlipköter.

\* \* \*

Um Mißverständnissen vorzubeugen, bemerke ich, daß sich meine Worte nicht gegen die Ausführungen von Koppers über das Verkoken richten. Ich freue mich, daß er so glänzende Ergebnisse sowohl in Amerika als auch in Deutschland erzielt hat, und glaube ihm auch, daß der in seinen neuen Oefen erzeugte Koks sich sehr gut im Hochofenbetriebe bewährt hat und Ersparnisse bei seiner Anwendung erzielt sind. Nur seiner Erklärung dieses Erfolges stimme ich nicht zu.

Ich muß mit dem Hinweis beginnen, daß wir bis jetzt noch kein einwandfreies Prüfungsverfahren für Koks besitzen. In dem Vortrage ist gar nicht der Versuch gemacht, die leichtere Brennbarkeit oder Endzündbarkeit experimentell zu beweisen, auch nicht die besseren mechanischen Eigenschaften. Solange man den Koks nicht streng nach seinen Eigenschaften klassifizieren kann, kann man auch nicht sicher von leichterer und schwererer Verbrennbarkeit sprechen.

Koppers' Behauptung gründet sich

1. auf die Hypothese von Wüst der Wieder-oxydation des Eisens vor den Formen,
2. auf die Arbeiten des Amerikaners Howland.

Der Wüst'schen Theorie kann ich nicht beitreten; denn in der Zone der höchsten Temperatur des Hochofens ist der Kohlenstoff so reduktionskräftig, daß er keine Oxidation aufkommen läßt. Wie wäre es sonst möglich, daß aller an Eisen gebundener Sauerstoff, praktisch genommen, durch Reduktion entfernt wird. Unsere Hochofenschlacken sind bei normalem Gange so gut wie eisenfrei. Abgesehen davon: Weshalb soll denn leicht verbrennlicher Koks den Sauerstoff besser beseitigen als schwer verbrennlicher? In Hochofenbetrieben werden Anthrazit, Steinkohlenkoks, Holzkohle und sogar rohe Steinkohle angewandt, und überall wird eine eisenfreie Schlacke erzielt. Man muß allerdings die Windpressung dem Brennstoffe anpassen, um die nötige Temperatur zu erhalten. Anthrazit erfordert unter gleichen Verhältnissen eine höhere Windpressung als Koks und dieser wieder eine höhere als Holzkohle. Die in Amerika üblichen Windpressungen sind seinerzeit übernommen worden, als die Hochofen von Anthrazit auf Koks umgestellt wurden.

Howland hat bei einigen Hochofen günstige Koksverbrauchszahlen gefunden und macht die Koksbeschaffenheit dafür verantwortlich oder, genauer gesagt, die leichtere Verbrennbarkeit einiger Kokssorten. Wie wollen Howland und Koppers dies beweisen?

Mit einem leicht verbrennlichen Brennstoff kann man keine hohe Temperatur im Hochofen erzielen, weil die leichte Entzündbarkeit die weitgehende Vorwärmung im Schacht hindert. In Laboratorien für feuerfeste Erzeugnisse wählt man bei Feststellung der Erweichungstemperatur die dichteste Kohle, die es gibt, nämlich Retortengraphit, den man im Schacht eines Devilleofens mit hoher Windpressung verbrennt, wenn hochfeuerfeste Stoffe, z. B. Magnesit, mit Segerkegeln verglichen werden sollen. Ein leichter verbrennlicher Stoff, z. B. Koks, genügt nicht in diesem Falle.

Holzkohle ist leichter verbrennlich als Koks, und infolgedessen ist die Temperatur im Holzkohlenhochofen bei gleichem Brennstoffsatz auch nicht so hoch. Deshalb muß eine leichter schmelzende Schlacke geführt werden, und auch wegen der ungünstigeren Verbrennung mehr Brennstoff gesetzt werden.

Wenn Koppers schreibt, daß Holzkohlenöfen weniger Brennstoff gebrauchen, so irrt er. Ich bin selbst Holzkohlenhochofenmann gewesen und kenne auch die Verhältnisse bestehender Holzkohlenhochofen. Seinen Irrtum haben steirische Hochofen verschuldet, die aber eine Ausnahme darstellen<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Vgl. Osann: Lehrbuch der Eisenhüttenkunde, I. Band, 1915, S. 620 u. ff.

In demselben Sinne ist zu verstehen, daß ober-schlesische Hochofen unter sonst gleichen Verhältnissen mehr Koks brauchen. Das hängt z. T. mit der geringen Festigkeit und dem starken Abrieb zusammen, aber auch mit der leichteren Verbrennbarkeit. In der gleichen Weise trifft es den leichter verbrennlichen Saarkoks. Beim Uebergang vom schwer verbrennlichen zum leicht verbrennlichen Koks wird man sogleich Oberfeuer erhalten, wenn man nicht besondere Maßnahmen trifft.

Diese bisherigen Ansichten müssen natürlich fallen, wenn sie irrig sind, aber durch die Ausführungen von Howland und Koppers ist in keiner Weise ein Beweis dafür erbracht. In Deutschland haben wir genug Beispiele von Hochofen mit sehr geringen Koksverbrauchsziffern. Man denke an die Hochofen des Phönix in Bergeborbeck und in Ruhrort, die in Jlsede, in Hermanshütte und viele kleine Minettehochofen. In der Neuzeit brauchen in Rücksicht auf wirtschaftliche Vorteile anderer Art, die den Vorrang verdienen, viele Hochofen mehr Koks, weil die Durchsatzzeit nicht so eingestellt werden kann, wie es dem geringsten Brennstoffverbrauch unter den obwaltenden Verhältnissen entspricht. Auch der von Gillhausen untersuchte Ofen gehört zu diesen.

Ein geringer Kohlenstoffverbrauch kann sehr verschiedene Ursachen haben. Will man darüber Klarheit haben, so muß man Wärmebilanzen aufstellen, die u. a. beweisen, welchen großen Einfluß z. B. 1% mehr an Möllerausbringen usw. ausübt.

Von solchen Vergleichen ist in dem Aufsatz nicht die Rede. Es wird nur von einer Mehrerzeugung an Kohlensäure bei der Verbrennung des Kokskohlenstoffs gesprochen, die natürlich einen Minderverbrauch an Koks für die Tonne Roheisen zwangsläufig zur Folge hat, aber durchaus nicht ausschlaggebend ist. Um dies zu beweisen, braucht man nur zu wissen, daß

1 kg C zu CO<sub>2</sub> verbrennend 8080 WE

1 „ C „ CO „ 2430 „

liefert.

Für den Anteil der Verbrennung zu Kohlensäure ist die Reduktionsziffer maßgebend, die in Tafel 3 (S. 1176) gekennzeichnet ist. Demgegenüber ist die Zahl  $m = \frac{CO_2}{CO}$  nicht brauchbar, weil die aus der Beschickung stammende Kohlensäure das Bild trübt.

Die Reduktionsziffer wird wie folgt ermittelt: Man berechnet für 100 kg Roheisen die Erzmenge und ihren an Eisen gebundenen Sauerstoff. Von diesem wird ein Teil durch das im Hochofen aufsteigende Kohlenoxyd zu Kohlensäure gebunden, d. h. durch indirekte Reduktion entfernt. Die Anteil-ziffer dieser Sauerstoffmenge habe ich in meinen Veröffentlichungen die Reduktionsziffer genannt, allerdings den an Eisen und Mangan gebundenen

Erzsauerstoff zusammengefügt<sup>1</sup>). Um diese Sauerstoffmenge zu kennen, muß man die Gichtgasmenge für 100 kg berechnen, was auf Grund der Gichtgasanalyse geschieht, und die Kohlensäuremenge für 100 kg Roheisen finden. Von ihr wird die aus der Beschickung stammende Kohlensäuremenge abgezogen. Die verbleibende Kohlensäure ist dadurch entstanden, daß Kohlenoxyd durch Erzsauerstoff höher oxydiert ist. Daß es durch Luftsauerstoff geschieht, ist ausgeschlossen, denn bei der hohen Gestelltemperatur kann sich Kohlensäure nicht behaupten. Die Versuche von van Vloten — andere besitzen wir bisher nicht — bestätigen dies.

Zur Ermittlung der Reduktionsziffer ist also eine unbedingt richtige Gichtgasanalyse und eine unbedingt richtige Angabe der Koksverbrauchsziffer erforderlich. In beiden Fällen wird man aber oft getäuscht und irreführt, wie jeder in der Praxis stehende Hochofenmann bestätigen wird. Schon deshalb warne ich davor, unsere grundlegenden Anschauungen ohne weiteres zu verlassen.

Ich will noch anführen, daß einige der von Howland genannten Ziffern so hoch sind, daß ich schon aus diesem Grunde Zweifel habe. Kennzeichnend ist auch, daß die höchsten Ziffern durchaus nicht bei den günstigsten Kokssätzen auftreten. Ich bin bei meinen Berechnungen, die ich nun schon seit über 30 Jahren durchführe, zu der Ansicht gekommen, daß, praktisch genommen, die Reduktionsziffer bei allen unseren Kokshochöfen ziemlich gleich ist und etwa 55 % beträgt. Im Jahre 1917 habe ich eine von Howland gegebene Zahl aufgegriffen<sup>2</sup>) (80 % des verfügbaren Kohlenstoffs verbrennen vor den Formen, 20 % mit Erzsauerstoff) und an ihrer Hand berechnet, daß in Amerika ebenso wie bei uns die Reduktionsziffer 55 % beträgt. Das stimmt auch mit den Aufzeichnungen, die ich seinerzeit von den Edgar Thomson-Hochöfen unter Brasserts Führung mitgenommen habe. Es wurde daselbst sogar etwas mehr Koks gebraucht als bei uns. Das ist ganz natürlich, weil die Durchsatzzeit kürzer als bei uns eingestellt war.

Wie kommt denn bei gleichartigem Möllerausbringen und gleicher Reduktionsziffer usw. ein höherer Koksverbrauch zustande? Ich will, um kurz zu sein, auf einen Ferromanganofen hinweisen. Sein unverhältnismäßig großer Koksverbrauch ist nicht etwa durch eine kleinere Reduktionsziffer bedingt, auch nicht dadurch, daß Mangan wesentlich mehr Wärme zur Reduktion erfordert als Eisen, sondern durch das Bestreben, die Temperatur zu heben und gleichzeitig die Durchsatzzeit zu ver-

längern, damit den Reaktionen die nötige Zeit zu ihrem Verlauf gewährt wird<sup>1</sup>). Auch diese Erwägung ist wichtig, um den Koksverbrauch eines Hochofens richtig zu beurteilen.

Aber gesetzt den Fall, alle diese Ausführungen wären irrig, und die Zahlen Howlands beständen zu Recht. Wie will Koppers beweisen, daß die leichtere Verbrennbarkeit des Kokes die Ursache ist? Ich finde keine Handhabe zu dieser Schlußfolgerung. Im Gegenteil; leicht verbrennbarer Koks reagiert doch viel stärker auf Kohlensäure, die zerlegt wird ( $\text{CO}_2 + \text{C} = 2 \text{CO}$ ), begünstigt also eine Verminderung der Reduktionsziffer. Die bekannten Versuche von Naumann und Pistor und auch von Bell haben dies bestätigt.

Ebenso muß leicht verbrennlicher Koks sicher zu einer höheren Gichttemperatur führen, denn er entzündet sich in höheren Ofenzonen.

Jeder praktisch erfahrene Hochofenmann bevorzugt instinktiv festen Koks, und zwar deshalb, weil dieser kein Oberfeuer veranlaßt und nicht so viel Abrieb und Feinkoks gibt, der im Hochofen völlig nutzlos und sogar schädlich ist. Der feine Koks vermischt sich mit Erzstaub zu einem für die Gase undurchdringlichen Gemenge, das sich im Kohlen sack zu Ansätzen verdichtet. Die so gebundene Kohlenstoffmenge scheidet vollständig aus. Sie kann sehr große Beträge in Anspruch nehmen und erhöht, abgesehen von dem Koksgehalt des Gichtstaubes und von dem aus dem Stichloche herausgeblasenen Koks, erheblich den Kokssatz.

Lösen sich aber die Ansätze, und kommt es zur Verbrennung dieses Kohlenstoffs, so geschehen solche Störungen, daß der Wärmezugang durch Verbrennen dieses Koksstaubes nicht in Anrechnung kommen darf. Man muß viel Koks nachsetzen, um wieder ungestörten Gang zu haben. Abgesehen davon verstopft Feinkoks die Zwischenräume der Beschickung und verhindert eine gleichförmige, günstige Gasverteilung im Querschnitt. Insofern kann eine gute Koksbeschaffenheit erklären, daß viel weniger Koks im Hochofen gesetzt zu werden braucht. Auf diese Weise sind vielleicht die Erfolge des Koppersschen Verkokungsverfahrens in einfacher Weise zu deuten.

Wenn ich die Erörterung des Vortrags und Koppers' pessimistische Ansicht über den Wert von einschlägigen Laboratoriumsversuchen lese, so komme ich zu der Meinung, daß wir wirklich keine Veranlassung haben, die Grundpfeiler unseres hüttenmännischen Wissens umzuwerfen, ehe wir nicht ein neues Gebäude auf fester Grundlage aufbauen können.

Clausthal im November 1921.

B. Osann.

(Schluß folgt.)

<sup>1</sup>) Vgl. Osann: Lehrbuch der Eisenhüttenkunde, Bd. I, S. 503, u. St. u. E. 1916, 18. Mai, S. 477; 1. Juni, S. 530; 20. Juli, S. 710; 10. Aug., S. 783.

<sup>2</sup>) Die Reduktionsziffer im Hochofen. St. u. E. 1917, S. 645.

<sup>1</sup>) Vgl. Osann: Lehrbuch der Eisenhüttenkunde, Bd. I, S. 502.

## Umschau.

### Das Gasturbinenproblem und seine Bedeutung für die Industrie.

Unter dieser Überschrift veröffentlicht Marcel de Coninck, Paris<sup>1)</sup>, einen längeren Aufsatz, der im wesentlichen folgende Ausführungen enthält:

Der Verfasser schlägt eine Gleichdruckturbine vor, welche im Gegensatz zu der von Holzwarth erbauten Explosionsturbine nicht wie diese mit Verpuffungen in einzelnen Kammern arbeitet, sondern bei welcher die Verbrennung in einer kontinuierlichen Flamme bei gleichbleibendem Druck erfolgt, so daß die verbrannten Gase, welche in einer Düse expandieren, ihre kinetische Energie in beharrlicher Strömung auf die Schaufelräder übertragen. Voraussetzung für eine derartige Turbine ist die Möglichkeit, daß die Radschaufeln trotz der Rotglut, in der sie laufen müssen, genügende Festigkeit besitzen. Die bereits erprobte Lemale-Turbine soll diese Bedingung angeblich erfüllt und damit gezeigt haben, daß der hier vom Verfasser beschrittene neue Weg wirklich gangbar ist. Indessen werden nähere Angaben über Lebensdauer der Schaufeln u. dgl. nicht gemacht.

Es werden zunächst an Hand des Entropiediagrammes die Vorgänge im Kreisprozeß beschrieben und dann an einer schematischen Abbildung die Bauweise der Turbine erläutert.

Den theoretischen vier Zustandsänderungen des Carnotkreises, isothermische Verdichtung, adiabatische Verdichtung, isothermische Wärmezuführung, adiabatische Expansion, entsprechen vier Einzelprozesse der wirklichen Maschine, und zwar:

1. Pseudoisothermische Verdichtung der Verbrennungsluft in einem mehrstufigen Turbokompressor, beginnend bei  $a$  Druck;
2. Adiabatisch genannte, tatsächlich jedoch eine Entropiezunahme zeigende weitere Verdichtungsstufe bis auf den Verbrennungsdruck;
3. Wärmezuführung bei konstantem Druck, der jedoch durch eingeschobene Expansionsperioden in mehrere Stufen unterteilt ist, und
4. Expansion am Ende der letzten Verbrennungsstufe bis unter die Atmosphäre, so daß eine weitere Unterstufe,

1 a) Abführung der restlichen Wärme und Zurückverdichten der verbrannten Gase bis auf  $a$  Druck erforderlich wird.

a) Zu 1: Die Luft von atmosphärischem Druck ( $p_1$ ) und der Temperatur  $27^\circ$  wird vom Punkte  $m_1$  (Abb. 1) auf der Kurve  $m_1 n_1$  auf den Druck ( $p'_1$ ) verdichtet, dann die Verdichtungswärme bei konstantem Drucke ( $p'_1$ ) auf der Isobare  $n_1 m_2$  abgeführt, von  $m_2$  aus weiter auf dem Wege  $m_2 n_2$  auf den Druck ( $p_2$ ) verdichtet usw. bis zum Zustande  $m_5$  bei 4 at. Die Verdichtungen erfolgen bis hierher also in vier Stufen, im Verhältnis 1:  $\sqrt[4]{2}$ ; die Temperaturerhöhung beträgt in jeder Stufe  $40,3^\circ$ . Die beiden folgenden Verdichtungen  $m_5 n_5$  und  $m_6 n_6$  haben das Druckverhältnis 1:2, gehen also bis 8 und 16 at bei einer Temperaturerhöhung von  $87,5^\circ$  in jeder Stufe. Dieser Vorgang wird mit dem Ausdruck „pseudoisothermische Verdichtung“ bezeichnet, im Gegensatz zum theoretischen, rein isothermisch verlaufenden Prozeß, der durch eine Parallele zur S-Achse durch  $m_1$  dargestellt werden würde. Die Verlustfläche, welche die vom Kühlmittel abzuführenden Wärmemengen enthält, ist also die Fläche unter dem Kurvenzug  $m_1 n_1 m_2 n_2 \dots n_6 A$ , d. h., sie ist gleich der Summe der mittelstark umrandeten Flächen.

b) Zu 2. Im Punkte A sollte theoretisch die rein adiabatisch verlaufende Verdichtungsperiode beginnen, die jedoch in Wirklichkeit auf der Kurve A'B, d. h. unter Entropievergrößerung verläuft und bis auf 32 at bei einer Endtemperatur im Punkte B von  $137^\circ$  getrieben wird.

Die Fläche M'A'B'M enthält die Wärmemenge, die durch Reibung und Wirbel der Luft auf Kosten mechanischer Arbeit entsteht. Mit dem geringsten Energieaufwand würde man zum Zustand B auf der reinen Adiabate A'B gelangen. Daß man, um nach B zu kommen, gezwungen ist, von A' aus zu komprimieren, bedeutet einen zusätzlichen Verlust M'A'AM, d. h. eine Wärmemenge, die vom Kühlmittel abzuführen ist. Die Wärmemenge A'BA ist für den Prozeß nicht verloren, sondern wird demselben wieder zugeführt. Von der Wahl des Punktes B ist also die Größe des Verlustes M'A'AM einerseits, andererseits jedoch der Vorteil hoher Vorcompression abhängig. Beides muß so gegeneinander abgewogen werden, daß sich ein günstigster Wert für den Punkt B ergibt.

c) Zu 3 und 4. Die im Punkte B beginnende Brennstoffzuführung, welche bei konstantem Drucke von 32 at stattfindet, würde die Temperatur auf eine ungeeignete Höhe treiben, wenn die gesamte Brennstoffmenge in eine einzige Kammer eingeführt werden würde. Es wird daher die Verbrennung stufenweise unterteilt und der Brennstoff nacheinander mehreren Kammern zugeleitet. Die Zahl dieser aufeinander folgenden Verbrennungen ist praktisch begrenzt durch den Höchstdruck des Kreisprozesses einerseits, sowie durch den niedrigsten Druck andererseits. Denn die mechanische Festigkeit und der Wirkungsgrad des Schleudergebläses bestimmen eine Grenze des Höchstdruckes, die Rauminanspruchnahme, die mit Abnahme der Drücke wächst, gestatten keine sehr weitgehende Expansion unter die Atmosphäre. Theoretisch würde die fast vollständige Ausnutzung der Brennkraft der Luft bei flüssigen Brennstoffen zu einem Ausdehnungsverhältnis von der Größe 500 führen, z. B. von 40 at abs. auf 0,08 at abs. In der vorgeschlagenen Turbine sind diese theoretischen Grenzen auffallenderweise fast gänzlich eingehalten; denn der Verbrennungsdruck der ersten Stufe beträgt

$$p_a = 32 \text{ at abs.},$$

der Expansionsenddruck

$$p_e = 0,125 \text{ at abs.}$$

Die Zahl der Vergrößerungsstufen beträgt drei.

In der ersten Kammer findet die Verbrennung einer bestimmten Brennstoffmenge im Luftstrom statt, bis die Temperatur

$$T_2 = 800^\circ$$

bei 32 at erreicht wird. Hierauf erfolgt die Expansion der Gase auf

$$T_1 = 545^\circ \text{ bei 8 at abs.},$$

wobei die freiwerdende kinetische Energie auf ein Schaufelrad übertragen wird.

Die so auf eine geringere Geschwindigkeit gebrachten Gase durchlaufen eine zweite Kammer, in der von neuem die Verbrennung einer gewissen Brennstoffmenge stattfindet, so daß wiederum die Temperatur  $T_2 = 800^\circ$  bei einem konstanten Drucke von 8 at abs. erreicht wird. Darauf folgt eine neue Ausdehnung von  $T_2 = 800^\circ$  auf

$$T_1 = 545^\circ \text{ bei 2 at abs.},$$

wobei wiederum die Energie der Gase auf ein Turbinenrad übertragen wird.

In der dritten Kammer wird nun diesen expandierten Gasen der letzte Teil des Brennstoffes zugeführt, so daß die Temperatur abermals den Wert  $T_2 = 800^\circ$  bei konstantem Drucke von 2 at abs. erreicht. Die dritte Ausdehnungsstufe ist in drei Unterstufen geteilt: von 2 at auf 0,5 at; von 0,5 at auf 0,25 at; von 0,25 at auf 0,125 at und  $T_3 = 340^\circ$  im Endpunkte D der Expansion. Die theoretisch nach einer Adiabate verlaufenden Expansionslinien zeigen hier in Wirklichkeit ebenfalls eine Entropievergrößerung, welche durch innere Wirbel und Reibung entsteht. In der zweiten und dritten Kammer vollzieht sich die Verbrennung in einem Strom, welcher schon verbrannte Gase enthält.

d) Zu 1 a. Es folgt nunmehr die isobare Abkühlung der verbrannten Gase bei  $p_e = \frac{1}{8}$  at abs. von  $340^\circ$  im Punkte D auf  $27^\circ$  im Punkte E. Die Temperaturerniedrigung beträgt also  $313^\circ$ .

<sup>1)</sup> „La technique moderne“, Juni 1920, S. 250/62.

Um die Gase von dieser geringen Pressung zwecks Auspuffs wieder auf atmosphärische Spannung zu bringen, sind noch einmal vier Verdichtungsstufen vorgesehen, und zwar zwei Stufen pseudoisothermischer Verdichtung im Verhältnis 1 : 2 von  $\frac{1}{2}$  at auf  $\frac{1}{2}$  at bei einer gesamten Temperaturerhöhung von  $2 \times 87,5 = 175^\circ$  und

Summe aller Temperaturerhöhungen bei der Verbrennung, errechnet werden.

Ist die Summe der Temperaturunterschiede in den Kühlern aus den oben angegebenen Zahlen

$$\theta = 4 \cdot 40,3 + 2 \cdot 87,5 + 313 + 175 + 80,6 = 904,8^\circ,$$

und die Summe der Temperaturerhöhungen in den Verbrennungskammern

$$\Theta = (800 - 137) + 2 \cdot (800 - 545) = 1173^\circ,$$

so beträgt der theoretische Wirkungsgrad

$$\eta_{th} = \frac{\Theta - \theta}{\Theta} = \frac{1173 - 204,8}{1173} = 22,9\%.$$

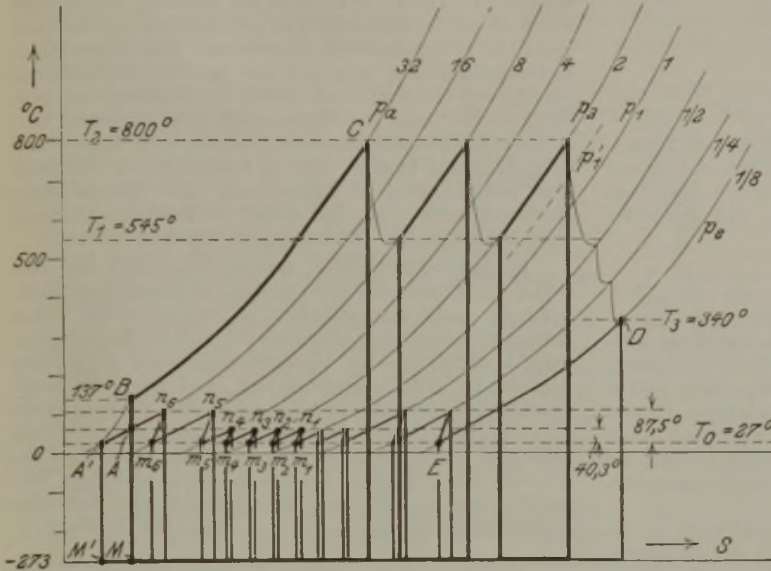


Abbildung 1. Entropiediagramm.

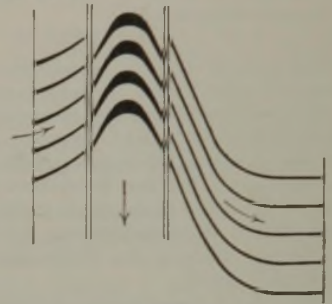


Abbildung 3. Schaufelung des Aktionskompressors.

Das gleiche Resultat würde sich ergeben, wenn man die zugeführten Wärmemengen (stark umrandete Flächen) zu den abgeführten (mittelstark umrandete Flächen) in derselben Weise in Beziehung setzen würde. Hierbei

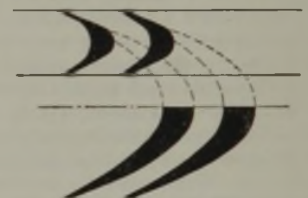


Abbildung 4. Kompressorschaukel.

sind die Einzelwirkungsgrade innerhalb des Kreisprozesses wie folgt angenommen:

1. Wirkungsgrad der pseudoisothermischen Verdichtung von E bis A':

$$\eta_{cl} = 0,80 = \frac{T_0}{\Theta_0}$$

(wobei  $T_0 = 300^\circ$  abs. die Temperatur der Kältequelle,  $\Theta_0$  die Temperatur der theoretisch vollkommenen isothermischen Verdichtung ist, welche die gleiche Wärmemenge zwischen den gleichen Druckgrenzen freimachen würde);

2. Wirkungsgrad der adiabatischen Verdichtung von A' nach B:

$$\eta_{ca} = 0,70;$$

3. Wirkungsgrad der adiabatischen Ausdehnung der beiden ersten Stufen je  $\eta_a = 0,70$ ;

4. Wirkungsgrad der adiabatischen Ausdehnung der letzten Stufe

$$\eta_{id} = 0,68 = \frac{\Theta_a}{T_2}$$

(2 bis 4 beziehen sich auf die kinetische Energie einer theoretisch adiabatischen Umsetzung im selben Druckgefälle.)

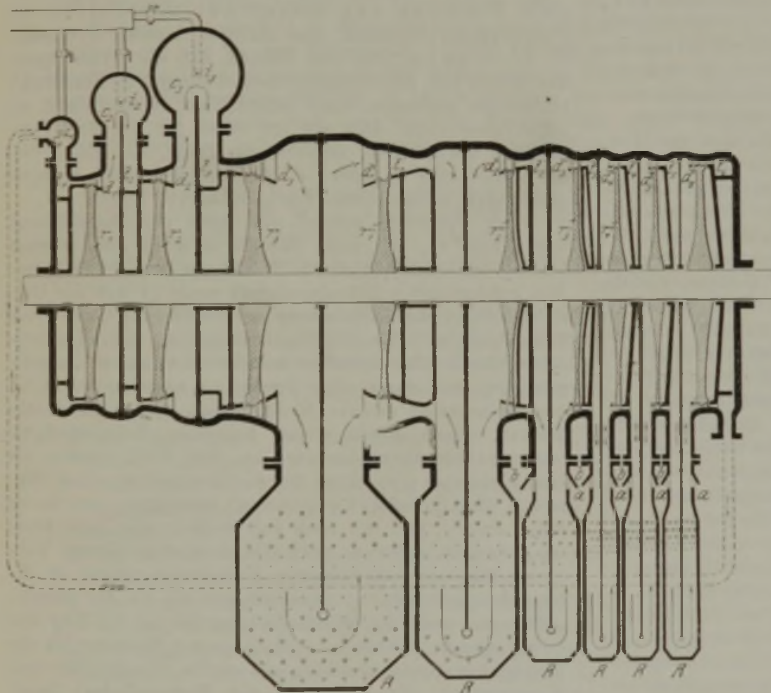


Abbildung 2. Schematischer Schnitt durch die Gasturbine.

$C_1, C_2, C_3$  = Verbrennungskammern.  $i_1, i_2, i_3$  = Einspritzmündungen des Brennstoffs.  $t_1, t_2, t_3$  = Ausdehnungsdrüsen.  $d_1, d_2, d_3$  = Diffusorschaukeln.  $r_1, r_2, r_3$  = Triebräder.  $r'_1, r'_2, r'_3$  = Räder des Aktionskompressors.  $d'_1, d'_2, d'_3$  = Leitschaukeln des Aktionskompressors.  $v'_1, v'_2, v'_3$  = Diffusorschaukeln des Aktionskompressors. R = Kühler. a = Schützen für den Luftzufluß. b = Schützen für den Ausfluß der verbrannten Gase.

zwei Stufen pseudoisothermischer Verdichtung im Verhältnis 1 : 2 von  $\frac{1}{2}$  at auf 1 at abs., bei einer gesamten Temperaturerhöhung von  $2 \times 40,3 = 80,6^\circ$ .

Die Berechnung des thermischen Wirkungsgrades des Kreisprozesses kann bei Annahme vollkommener Gase, und wenn die Wärmeübergänge alle bei konstantem Druck vor sich gehen, ohne Flächenintegration, also nur aus der

Sinkt der Wirkungsgrad der pseudoisothermischen Verdichtung von 0,80 auf  $\eta_{ci} = 0,70$ , so verschlechtert sich  $\eta_{th}$  von 22,9% auf

$$\eta_{th} = 15\%$$

Es wird dann weiter gezeigt, wie der Wirkungsgrad eines Kreisprozesses mit einer einzigen Verbrennungsstufe ganz erheblich sinkt, und daß dieser Wirkungsgrad besonders empfindlich ist gegen Verluste der pseudoisothermischen Verdichtung.

Da jedoch auch der oben errechnete Wert von  $\eta_{th} = 22,9\%$  noch etwas niedrig erscheint, so ist in einem weiteren Diagramm mit etwas verbesserten Einzelwirkungsgraden die Endtemperatur der Verbrennung auf  $870^\circ$  und die Temperatur der ausgedehnten Gase auf  $600^\circ$  gesteigert worden, um zu zeigen, daß dann der Wirkungsgrad sich auf

$$\eta_{th} = 32,5\%$$

erhöht, was als ein dem Dieselvefahren ähnlicher Wert betrachtet wird. Dem ist entgegenzuhalten, daß dieser Wert beim Dieselmotor den gesamten Wirkungsgrad, also zwischen Brennstoff und Leistung an der Welle bezeichnet, also die gesamten Reibungsverluste, mitenthält. Diese sind also auch bei der Betrachtung des ersten Wertes von 22,9% noch in Rechnung zu stellen. Außerdem kommt hinzu, daß die Berücksichtigung der Veränderlichkeit der spezifischen Wärmen den Wirkungsgrad noch etwas verschlechtern würde.

Aus der schematischen Abbildung (Abb. 2) ist zu erkennen, daß die gesamte Austrittsseite der Turbinenlaufräder im Bereiche der Expansionstemperatur liegt; die Schaufeln selbst werden also in einer Temperatur zwischen  $860^\circ$  und  $545^\circ$ , allerdings in der Nähe der letzteren, d. h. in Rotglut, laufen. Soll aber ein größerer Teil des Radumfangs zwecks Kühlung durch Zonen geringerer Temperatur laufen, so würden die dann noch abzuführenden Wärmemengen nicht mehr zu vernachlässigen sein, sondern den Wirkungsgrad noch weiter herabdrücken.

Den ferner zu erwartenden Einwand, daß der Wirkungsgrad der Turbokompressoren bei so hohen Drücken, wie den hier verlangten, ein ganz unzureichender sei, sucht der Verfasser dadurch zu entkräften, daß er Kompressoren mit Schaufeln vom Aktionstyp (s. Abb. 3) vorschlägt. Bei einer Umfangsgeschwindigkeit von 180 m/sek könnte man mit diesen einen Verdichtungsgrad von 1:2 in einer Stufe ausführen. Wenn man die Strömungsgeschwindigkeit in den Schaufeln ungefähr doppelt so groß wie die Umfangsgeschwindigkeit macht, gelingt es, so beträchtliche absolute Austrittsgeschwindigkeiten zu erhalten, daß die Umsetzung derselben in Druck in einem Diffusor die erforderliche Pressung tatsächlich ergibt. Jedoch erscheint es zweifelhaft, ob die Verluste, die bei der Strömung und der Druckumsetzung so hoher Geschwindigkeiten auftreten, den Vorteil weniger Verdichtungsstufen nicht wieder aufheben. Sicherlich sind aber Schaufelungen mit Vorwärtskrümmung sehr empfindlich gegen Änderungen der Geschwindigkeiten, so daß ein rascher Leistungsabfall bei Änderungen der Drehzahl zu erwarten ist.

Auch der Vorschlag, die axiale Schaufelbreite (nach Abb. 4) erheblich zu vergrößern, um größere Krümmungsradien für die einzelnen Schaufeln und damit geringere Stoß- und Wirbelverluste, die durch eine scharfe Krümmung entstehen würden, zu vermeiden, würde hieran nicht viel ändern.

Schließlich ist noch zu bemerken, daß die vorgeschlagene Anwendung axial durchströmter Laufradschaufeln bei so großen Pressungshöhen wie zwischen  $\frac{1}{8}$  und  $\frac{32}{1}$  at für größere Fördermengen in den niedrigen Druckstufen so erhebliche Abmessungen ergibt, daß ihre Ausführung praktisch nicht mehr möglich ist. Außerdem würde die bei dieser Bauart für die Druckzeugung nicht ausgenutzte Schleuderkraft in den längeren Schaufeln die Ursache störender Sekundärströmungen sein.

Im Zusammenhang mit dem besprochenen Abfall des Kompressionswirkungsgrades würde jedoch die Stufenregelung der Turbinenleistung eine gewisse Beachtung verdienen, welche darin besteht, daß bei Abnahme der

Leistung der Beginn der Luftkompression von der bei Vollast dafür vorgesehenen Stufe auf eine benachbarte Stufe verlegt wird, welche bei Vollast bereits eine bestimmte Pressung hatte. Je nach dem Druckverhältnis dieser beiden benachbarten Stufen wird also eine Staffelung der Leistung möglich sein. Beträgt dieses Druckverhältnis z. B. 1:2, so wird die Leistung von Vollast auf Halblast herabgesetzt. Das gleiche Verfahren läßt sich auch für Ueberbelastung verwenden. Das Temperatur-Entropiediagramm wird sich also bei Leistungsabnahme parallel zur S-Achse nach rechts, bei Ueberbelastung nach links verschieben. Die Strömungsgeschwindigkeiten werden, da Druckverhältnisse und Temperaturen unverändert sind, konstant bleiben, und es wird demnach nur noch eine entsprechende Verminderung der Brennstoffeinspritzung nötig sein, und somit, da auch die Drehzahl ungeändert ist, der Wirkungsgrad erhalten bleiben.

Im ganzen betrachtet, erscheint hiernach der Vorschlag von Conninck einer genaueren, zahlenmäßigen Nachrechnung nicht standzuhalten, da besonders die hohen Schaufeltemperaturen oder aber die zu ihrer Erniedrigung nötigen abzuführenden Wärmemengen einer praktischen Ausführung sich entgegenstellen, und auch die Kompressorfrage sowohl wegen der schlechten Wirkungsgrade als auch wegen der erforderlichen Abmessungen noch nicht gelöst ist. In jedem Falle ist es verfrüht, von einer Verwendung dieser Turbine für die Industrie und ihrer Verwendbarkeit zu sprechen, ehe irgendwelche Versuchsergebnisse vorliegen. Dipl.-Ing. F. Engel.

#### Berichte aus dem Gebiet der Materialprüfung.

Auf Grund seiner Erfahrungen über Festigkeit und Eignung von Konstruktionsstoffen im Flugzeugbau während des Krieges kommt Professor C. F. Jenkin<sup>1)</sup> zu dem Schluß, daß die Grundlagen, auf denen sich die Festigkeitsberechnungen in Konstruktionsteilen aufbauen, einer gründlichen Nachprüfung zu unterziehen sind. Das gilt vor allem für den im Flugzeugbau am meisten verwendeten Stoff, das Holz, das als anisotroper Körper in den verschiedenen Hauptrichtungen verschiedene Festigkeitswerte zeigt.

Der Verfasser wendet sich dann der Betrachtung des Eisens zu, das man, obwohl es nicht ganz streng isotrop ist, doch praktisch als isotrop bezeichnen kann. Mit erfrischender Offenherzigkeit weist er auf die Unsicherheit in der Beurteilung der Stoffe auf Grund der Bruchfestigkeit, Streck-, Elastizitätsgrenze usw. hin. Zwischen diesen Eigenschaften besteht kein innerer Zusammenhang, und das einzige Bindeglied zwischen ihnen ist der Deckmantel unseres Nichtwissens, der „Sicherheitsfaktor“. Nach diesen streng kritischen Betrachtungen mutet es um so sonderbarer an, daß Prof. Jenkin als einzig richtige Grundlage für die Beurteilung eines Materials die „Ermüdungsgrenze“ bezeichnet, von der er selbst angibt, daß wir noch gar nicht in der Lage sind, sie genau zu erfassen. Auf Grund einer größeren Versuchsreihe mit verschiedenen Stahlsorten nimmt er die Ermüdungsgrenze zu etwas weniger als  $\frac{1}{2}$  der Bruchgrenze an, wenn die Wechselbeanspruchung für Zug und Druck gleiche Werte hat. Nach seiner Meinung ist die Ermüdungsgrenze unabhängig von der Elastizitäts- und Streckgrenze. Er weist auf die Notwendigkeit kurzfristiger Ermüdungsversuche hin und erwähnt dabei die Arbeiten von Stromeier, Bairstow und Ewing. Besonders wichtig ist die Aufklärung der inneren Vorgänge, die zum Bruch führen. Als Grundlage für die Berechnung von Konstruktionsteilen schlägt der Verfasser eine Belastung vor, die etwa  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{2}\%$  bleibende Formänderung hervorruft.

Mit Recht wird von Jenkin betont, daß bei der Berechnung von Maschinenteilen, die wiederholter Beanspruchung ausgesetzt sind, die Spannungsverteilung in wechselnden Querschnitten berücksichtigt werden muß. Rechnerisch verfolgt ist die Spannungserhöhung im Grunde von Schraubengängen durch A. A. Griffith. Bei Whitworth-Gewinde ist die Spannung im Grunde des

<sup>1)</sup> The Engineer 1920, 27. Aug., S. 200/1.

Gewindengangs dreimal so groß wie im Kern; Schrauben haben also nur ein Drittel der Widerstandsfähigkeit wie glatte Bolzen. Die Art der Oberflächenbearbeitung spielt für die Widerstandsfähigkeit eines Materials eine große Rolle; sauberes Polieren bietet bedeutend bessere Gewähr als rohe Bearbeitung, die eine große Anzahl Einkerbungen bildet, von denen aus leicht der Dauerbruch erfolgt. Wenngleich das eine längst bekannte Tatsache ist, so kann doch nicht oft genug wieder darauf hingewiesen werden.

Gerade bei Brüchen in Flugzeugteilen ist es einstweilen kaum möglich, zu sagen, durch welche Beanspruchungsart der Bruch erfolgt ist; die Kenntnis der tatsächlich auftretenden Beanspruchungen ist aber unerlässliche Vorbedingung für eine sichere Konstruktion.

In besonders schwieriger Lage ist der Ingenieur bei Inrechnungstellung der Sprüdigkeit, für die es noch keine scharfe Begriffsbestimmung gibt, obwohl eine Anzahl rein empirischer Verfahren zur Bestimmung der Sprüdigkeit im Gebrauch ist.

Wie schwer es ist, über das Verhalten eines Werkstoffes auf Grund der Prüfungsergebnisse etwas auszusagen, zeigt der Verfasser am Beispiel der Versuche mit Proben aus Stahl und Duraluminium, die beide ungefähr dieselbe Bruchfestigkeit und Bruchdehnung haben. Beim Hin- und Herbiegeversuch folgen beide ungefähr demselben Gesetz, der Stahl ist etwas besser; beim Bördelversuch verhalten sich beide umgekehrt.

Allgemein betont er, daß man noch immer das Urteil über Eignung oder Nichteignung von Werkstoffen auf der Kenntnis einiger Eigenschaften aufbaut, während man bestrebt sein sollte, alle physikalischen Eigenschaften genau zu erforschen, wozu eine enge Zusammenarbeit von Physikern, Hüttenleuten und Ingenieuren nötig ist.

In einer Zuschrift<sup>1)</sup> zu dieser Arbeit werden unter Hinweis auf die an der Universität Illinois großzügig eingerichtete Untersuchungsstelle für Dauerversuche die englischen Untersuchungsstellen zu einem engeren Zusammenschluß aufgefordert, um wichtige Fragen der Werkstoffprüfung auf breiter Grundlage zu bearbeiten.

Prof. Jean Durand<sup>2)</sup> sieht die Ursachen ungleichmäßiger Versuchsergebnisse bei der praktischen Materialprüfung einerseits in fehlerhaften Verfahren oder fehlerhafter Versuchsausführung, andererseits in Ungleichmäßigkeiten der Versuchsstoffe.

Um beim Zugversuch die Fehler des Verfahrens möglichst auszuschalten, stellt er folgende Forderungen für gutes Arbeiten von Festigkeitsprüfmaschinen auf:

1. Die Dehnungsgeschwindigkeit soll nicht größer als 1 cm/min sein.
2. Die Genauigkeit der Lastanzeige soll bei Vollast 0,5% betragen (Martens läßt bekanntlich für Maschinen, die nicht speziellen wissenschaftlichen Zwecken dienen, 1% zu, eine Grenze, die völlig genügt. D. B.).
3. Die Maschinen sind häufig hinsichtlich ihrer Genauigkeit und Empfindlichkeit zu prüfen.
4. Die Probestäbe müssen in dem Zustande geprüft werden, in dem der Stoff zur Verwendung kommt.
5. Als Elastizitätsgrenze wird die Spannung angesehen, bei der der Stoff nach 10 sek langer Belastung mit der betreffenden Laststufe  $1/500$  seiner ursprünglichen Länge bleibende Dehnung behält.
6. Proben, die in dem äußeren Viertel der Gebrauchslänge brechen, sollen von der Mittelbildung ausgeschlossen werden.

Die Schwierigkeiten, beim Schlagversuch gleichmäßige Ergebnisse zu erzielen, liegen meist weit weniger in der Ungleichmäßigkeit des Stoffes als in der der Probenherstellung. Die Unterschiede in der Schlaggeschwindigkeit, die durch die verschiedenen, im Gebrauch befindlichen Maschinen gegeben sind, haben keinen nennenswerten Einfluß auf das Versuchsergebnis; dagegen ist für die Vergleichbarkeit der Stoffe unerlässlich, daß sie mit Proben der gleichen Größe und

mit genau gleicher Form der Kerbe ausgeführt werden. Als Kerbform empfiehlt der Verfasser ein gebohrtes Loch von 2 mm  $\Phi$ . Warmbehandelte Proben sind zwecks Wegarbeitens der äußeren Schicht nach der Warmbehandlung zunächst um je 5 mm dicker herzustellen.

Als „Recoverance“ bezeichnet Robert G. Guthrie<sup>1)</sup> die Fähigkeit eines Stoffes, die durch die Einwirkung äußerer Kräfte aufgenommene Arbeit nach Aufhebung der äußeren Kräfte sofort wieder abzugeben, was sich nach Meinung der Schriftleitung am besten durch den Begriff „Rückfederungsvermögen“ wiedergeben läßt. Der Berichterstatter hat bereits in einer früheren Arbeit<sup>2)</sup> als Maß für diese Fähigkeit den Begriff „Elastischer Wirkungsgrad“ gewählt. Zur Bestimmung dieser Größe hat Guthrie einen Biegeapparat gebaut, den er Modulimeter nennt, und mit dem er punktweise Be- und Entlastungskurven aufnimmt. Das Rückfederungsvermögen ist ein unmittelbares Kennzeichen der Widerstandsfähigkeit eines Werkstoffes gegen Dauerbeanspruchung, aber es bietet allein keinen ausreichenden Maßstab. Ermüdung eines Werkstoffes und schließlich Bruch durch Ermüdung soll eintreten, wenn der Einfluß wiederholter Belastung den Einfluß der „Erholung“ des Rückfederungsvermögens übersteigt.

Prof. F. C. Lea berichtet<sup>3)</sup> über seine schon vor dem Kriege begonnenen Untersuchungen über Stoffprüfungen bei höheren Temperaturen. Zugversuche wurden zwischen 0 und 900°, Härteproben bis 500° ausgeführt. Die Erhitzung erfolgte in einem besonders gut durchkonstruierten elektrischen Ofen. Keine von den untersuchten Legierungen wies eine ausgeprägte Streckgrenze auf. Der Einfluß der Temperatur auf die Form der Dehnungskurve und auf die Elastizitätsgrenze war sehr bemerkenswert und ist wichtiger als der Einfluß auf die Bruchfestigkeit. Beispielsweise sank bei einer Manganbronze die Bruchfestigkeit von 51,0 kg/mm<sup>2</sup> bei Zimmerwärme auf 19,8 kg/mm<sup>2</sup> bei 350°; die Elastizitätsgrenze sank jedoch für den gleichen Wärmeunterschied von 9,9 kg/mm<sup>2</sup> auf 0,6 kg/mm<sup>2</sup>. Legierungen aus Kupfer und Nickel veränderten ihre Härte in bemerkenswert geringem Maße bis zu Wärmegraden von 450°, während die Härte fast aller gewöhnlichen Kupferlegierungen bei Wärmegraden über 250° sehr rasch abnimmt. Nickelstahl behält seine Härte besser als die anderen Legierungen, mit Ausnahme der beiden erwähnten.

Schließlich streift der Verfasser noch die Frage der Widerstandsfähigkeit von Eisenbeton bei höheren Temperaturen. Seine Versuche ergaben, daß Eisenbeton keine höheren Temperaturen als 650° ohne Gefahr erträgt. Die Verwendung von sehr wärmebeständigen legierten Stählen würde die Temperaturgrenze erheblich erhöhen. In der Erörterung wies Prof. C. F. Jenkin auf die große Wärmebeständigkeit des bisher für wenig gut gehaltenen Monelmetalls hin.

H. A. Schwartz<sup>4)</sup> stellte eine Reihe von Zugversuchen mit Temperguß an, um den Einfluß des Temperns bei verschiedenen dicken Proben und den Einfluß der Bearbeitung der Proben festzustellen. Die Ergebnisse, deren Einzelheiten im Original schaubildlich dargestellt sind, sind in nachstehenden Beziehungen zusammengefaßt (d bedeutet darin den Probendurchmesser).

Zustand der Proben	Zugfestigkeit kg/cm <sup>2</sup>	Dehnung auf 50 mm Meßlänge %
Unbearbeitet . . . . .	3930—0,38 d <sup>3</sup>	20—8,01 d <sup>2 1/2</sup>
Vor dem Tempern bearbeitet . . . . .	3730—0,23 d <sup>3</sup>	22—6,58 d <sup>2 1/2</sup>
Nach dem Tempern bearbeitet . . . . .	3440—0,17 d <sup>3</sup>	17—6,29 d <sup>2 1/2</sup>

1) The Iron Age 1920, 9. Sept., S. 649/51.

2) Mitt. Materialpr.-Amt 1919, S. 227 ff.

3) The Engineer 1920, 27. Aug., S. 207.

4) The Iron Trade Review 1920, 5. Aug., S. 371/3.

1) The Engineer 1920, 3. Dez., S. 561.

2) Le Génie civil 1920, 3. Juli, S. 8/11.

Um die Bestimmung der Bruchfestigkeit und der Querschnittsverminderung bei großen Reihen von Zugversuchen oder beim Drahtziehen, wobei es auf sehr genaue Ermittlung dieser Werte nicht ankommt, möglichst einfach zu gestalten, hat H. M. Brayton<sup>1)</sup> ein schaubildliches Verfahren ausgearbeitet, dessen Grundsätze aus Abb. 1 hervor-

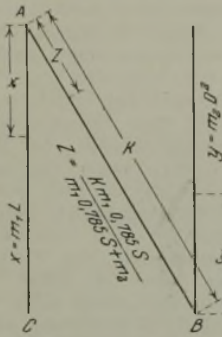


Abb. 1. Schaubildliches Verfahren zur Bestimmung von Bruchfestigkeit u. Querschnittsverminderung.

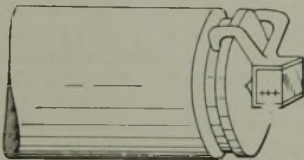


Abb. 3. Vorrichtung zur Messung der Ausdehnung durch Wärme.

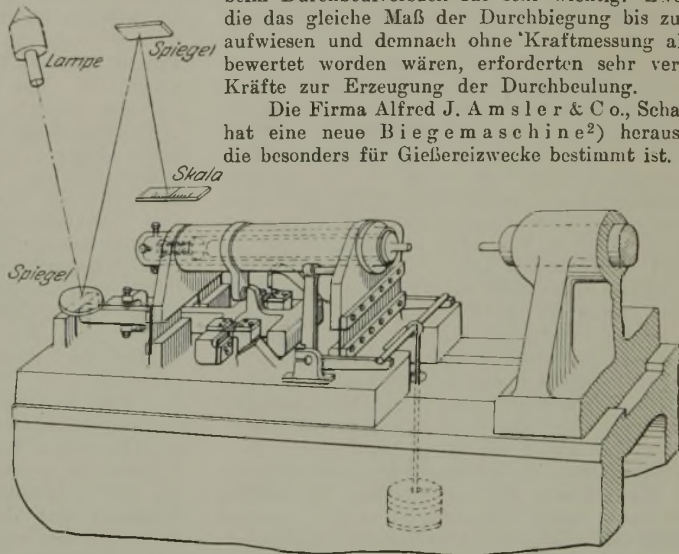


Abbildung 2. Komparator des National-Physical Laboratory.

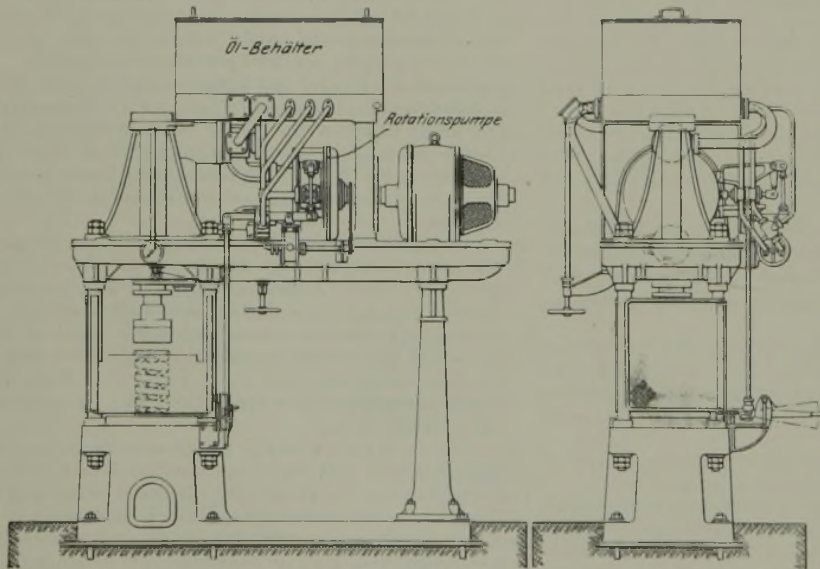


Abbildung 4. Maschine zur Prüfung von Federn mit wiederholten Schlägen.

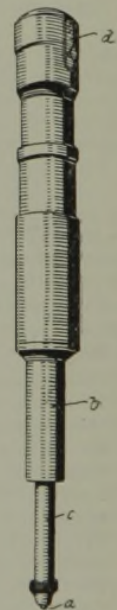


Abbildung 5. Kugelschlaghammer.

gehen. Darin bedeutet, wenn die Bruchspannung ermittelt werden soll:

- D = Probendurchmesser,
- Z = Maßstab für die Bruchspannungen S,
- m<sub>1</sub> = Maßstab für die x-Linie,
- m<sub>2</sub> = Maßstab für die y-Linie,
- k = eine Konstante, die die Länge der Diagonale ausdrückt.

Wenn die Querschnittsverminderung ermittelt werden soll, wird x durch m<sub>1</sub> D<sup>2</sup> (Durchmesser nach der

Beanspruchung), y durch m<sub>2</sub> D<sup>2</sup> (Durchmesser vor der Beanspruchung) ausgedrückt. Die Diagonale ergibt sich dann aus  $1 - \frac{d^2}{D^2}$ .

In der kurzen Besprechung verschiedener Prüfverfahren interessiert ein Durchbeulversuch<sup>1)</sup> von T. Y. Olsen. Olsen hält die Messung der Kräfte beim Durchbeulversuch für sehr wichtig. Zwei Bleche, die das gleiche Maß der Durchbiegung bis zum Bruch aufwiesen und demnach ohne Kraftmessung als gleich bewertet worden wären, erforderten sehr verschiedene Kräfte zur Erzeugung der Durchbeulung.

Die Firma Alfred J. Amsler & Co., Schaffhausen, hat eine neue Biegemaschine<sup>2)</sup> herausgebracht, die besonders für Gießereizwecke bestimmt ist. Die Ma-

schine ist unter Verwendung der von dieser Firma bei ihren anderen bekannten Stoffprüfmaschinen bereits bewährten Bauelemente gebaut.

Aus dem Tätigkeitsbericht des National Physical Laboratory<sup>3)</sup> sind nachstehende Arbeiten von Interesse.

Dr. B. Parker Haigh hat eine neue Dauerversuchsmaschine mit elektromagnetischem An-

<sup>1)</sup> The Iron Trade Review 1920, 1. Juli, S. 23/4.

<sup>2)</sup> The Iron Trade Review 1920, 21. Okt., S. 1139.

<sup>3)</sup> Engineering 1920, 25. Juni, S. 866/8; 2. Juli, S. 19/20; 9. Juli, S. 56/8.

<sup>1)</sup> The Iron Age 1920, 1. Jan., S. 20/22.



trieb bis zu 2000 Lastwechseln in der Minute und Belastungen  $\pm 0,75$  t konstruiert. Der Antrieb erfolgt durch Zweiphasenwechselstrom.

Mitteleiner Dauerversuchsmaschine von Dr. Stanton zur Untersuchung von Seilen wurden von Hankins Vergleichsversuche mit Kamelhaartaunen und Drahtseilen ausgeführt. Die Versuchsstücke wurden mit etwa  $\frac{1}{10}$  ihrer Bruchlast belastet und dauernd hin und her gebogen. Dabei ergab sich für das Kamelhaar-tau eine mehr als zehnfache Lebensdauer wie für das Drahtseil.

Eine Hin- und Herbiegemaschine für dünne Platten hat C. Jakeman konstruiert.

Sir Robert Hadfield führte einen neuen Pendelhammer von Guillery zur Ausführung von Schlagversuchen vor. Schon im Vorjahre war das Doppel-pendel von Dr. Stanton und R. G. C. Batson erwähnt. Es gestattet Aenderung der Fallgeschwindigkeit in weiten Grenzen. Beide Pendel sind 135 cm lang und können bis zu einem Winkel von  $130^\circ$  erhoben werden. Beim Versuch werden beide Pendel auf gleiche Höhe eingestellt und gleichzeitig ausgelöst. Die Schlaggeschwindigkeit kann zwischen 2,7 und 13 m in der Sekunde eingestellt werden. Bei einigen Stoffen hat sich ein großer Einfluß der Geschwindigkeit gezeigt, bei hartem Stahl dagegen fast gar nicht.

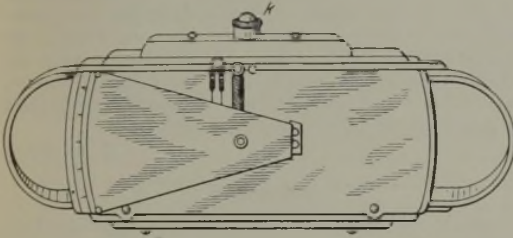


Abbildung 6. Kugeldruckprüfapparat für Werkstattgebrauch, Bauart Seehase-Kutzscher.

Von C. Jakeman rührt eine Ölprobiermaschine her, die besonders für Prüfungen bei hohen Wärmegraden bis  $350^\circ$  eingerichtet ist. Die Grundlage für die Messung bildet die Zapfenreibung. Die Erwärmung des ausgebohrten Zapfens geschieht durch Gasheizung.

Der in Abb. 2 dargestellte Komparator gestattet, Längenunterschiede von 0,000025 mm zu messen. Das zu messende Stück wird zwischen den rechten, festgelagerten Bock und den linken, auf Blattfedern in der Achsenrichtung beweglich gelagerten Bock gelegt. Die Bewegung des Bockes wird zunächst im Verhältnis 10:1 vergrößert durch einen Winkelhebel, der an seinem langen Arm einen Spiegel trägt. Auf diesen Spiegel wird ein Lichtstrahl geworfen, in den zweiten festen Spiegel und von dort auf eine Skala reflektiert. Durch ein an einem Winkelhebelpaar wirkendes Gewicht kann der gewünschte Druck der Meßfläche auf das zu messende Stück beliebig eingestellt werden.

Dr. Ezer Griffiths und F. H. Schofield messen die Wärmeausdehnung von Metallen bis zu  $450^\circ$  mit einem Apparat nach Art eines Komparators. Der Probestab befindet sich in einem elektrisch geheizten Ofen und trägt an jedem Ende ein Glasprisma, das nach Abb. 3 mit Hilfe einer Klammer angehängt ist. Auf dem Prisma sind Teilstriche eingeritzt. Der Ofen hat an den Stellen, an denen die Prismen an der Probe sitzen, Öffnungen, durch die die Beobachtungen mittels Ablesmikroskopen gemacht werden.

Zur Prüfung von Federn mit wiederholten Schlägen bis zur Geschwindigkeit von 40 Wechselln in der Minute dient die in Abb. 4 dargestellte Maschine<sup>1)</sup>. Der Antrieb erfolgt durch zirkulierendes Preßöl, dessen Druck eine Rotationspumpe erzeugt. Das Preßöl wird von Hand gesteuert und wirkt

in einem senkrecht angeordneten Zylinder abwechselnd über und unter den Kolben. Beim Niedergange des Kolbens wird die Feder zusammengedrückt. Es sind Rege-lungsvorrichtungen angebracht, um gleichmäßiges Ar-beiten mit verschiedenen einstellbaren Kräften zu erzielen.

Bei genauen Kugeldruckhärteversuchen<sup>1)</sup>, die auf zwei verschiedenen Brinellpressen ausgeführt wurden, ergaben sich kleine Unterschiede, die auch nach genauer Nacheichung der Manometer nicht verschwanden. Es wurde deshalb an Stelle der Kugel eine Schneide eingesetzt und mit Hilfe einer Hebelübersetzung 1:25 durch Gewichte eine Nacheichung der beiden Pressen vorgenommen, die Aufschluß über die Abweichungen ergab.

Die Fritz Werner A.-G., Berlin-Marienfelde, hat einen Kugelschlaghammer<sup>2)</sup> zur schnellen Härtebestimmung von Metall auf den Markt gebracht. (Vgl. Abb. 5.) Er ist nach dem Grundsatz der automatischen Körper gebaut; an Stelle der Körnerspitze ist eine 10 mm gehärtete Stahlkugel bei a eingesetzt. Die Büchse b bildet eine Luftbremse, um Beschädigungen des Kugeleindrucks beim Zurückfedern der Stange c zu verhindern. Der Deckel d ist verstellbar, um die Feder-spannung genau einstellen zu können. Der Apparat gibt bei kleinen Probestücken fehlerhafte Angaben, wenn sie nicht genügend fest eingespannt sind.

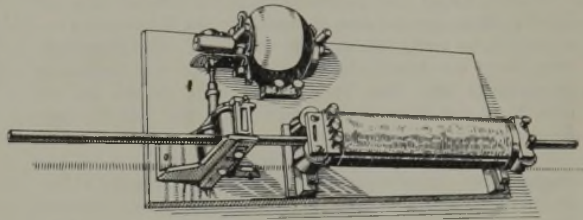


Abbildung 7. „Defektoskop“ von Burrows.

Seehase und Kutzscher haben einen ein-fachen und handlichen Kugeldruckhärteprü-fer<sup>3)</sup> konstruiert, der von der Firma Louis Schop-peler in Leipzig gebaut wird. Der Apparat (Abb. 6) besteht aus Prüfkugel k und einer Kraftmeßvorrichtung, die durch ein System kräftiger Blatt- und Spiralfedern gebildet wird. Durch den Fortfall des Kraftantriebes ist der Apparat leicht und handlich. Der Kraftantrieb kann je nach dem Verwendungszweck des Apparates durch einen Schraubstock, eine Schraubzwinge, einen Flaschen-zug o. dgl. gewonnen werden; er greift an den Stütz-punkten aa an, während die Kugel k auf das zu prüfende Stück aufgesetzt wird. Der Apparat kann auch als Kraftmesser schlechthin benutzt werden.

Dr. B. P. Haigh<sup>4)</sup> hat ein Härteprüfver-fahren, die Bestimmung der „Prismen-härte“, aus-gearbeitet, das jedoch nur eine Abart des Rudeloff-Föppelschen Verfahrens darstellt und bei sehr harten Werkstoffen bessere Werte liefern soll als die Brinellprobe. Das Verfahren besteht darin, daß aus dem zu prüfenden Metall zwei quadratische Stäbe von  $10 \times 10$  mm □ hergestellt und kreuzweise Kante auf Kante übereinandergelegt werden. Beide Kanten drücken sich unter Belastungen an ihren Berührungspunkten gegenseitig in-einander ein. Als Maßstab für die so erhaltene „Prismen-härte“ dient der Quotient  $\frac{\text{Belastung}}{\text{Kerbbreite}}$ , letztere an der Stelle der größten Breite gemessen. Diese Härtezahl soll praktisch unabhängig von der Belastung sein und für viele Metalle proportional der Brinellhärte. Ferner braucht der Kantenwinkel nicht genau  $90^\circ$  zu betragen, selbst Schwankungen zwischen  $60$  und  $120^\circ$  sollen das

1) The Foundry 1920, 1. Sept., S. 699.

2) Die Werkzeugmaschine 1920, 30. Dez., S. 580.

3) W.-Techn. 1920, 1. Juli, S. 359/60.

4) The Engineer 1920, 26. Nov., S. 535/6.

1) Engineering 1920, 20. Aug., S. 242/4.

Ergebnis kaum beeinflussen. Der Artikel bemängelt weiter die ungenügende Begriffsbestimmung der Härte. Es wäre wünschenswert, die Härte als örtliche Beanspruchung für die drei Hauptbeanspruchungsarten (Zug, Druck, Schub) feststellen zu können; aber die örtliche Einwirkung macht es unmöglich, jede dieser Beanspruchungsarten ohne gleichzeitiges Auftreten der anderen zu erhalten.

In einer früheren Arbeit<sup>1)</sup> hat P. Wilh. Döhmer die Beziehung zwischen Zerreißfestigkeit und Brinellhärte durch die Formel  $k_z = 0,343 H - 4,8 \text{ kg/mm}^2$  bestimmt, wobei die Druckprobe senkrecht zur Walzrichtung gemacht wurde. Nach neuen Untersuchungen des gleichen Verfassers gilt diese Beziehung für Eisen und Stahlsorten von 0,1 bis 1,2% C-Gehalt und Festigkeiten zwischen 36 und 180 kg/mm<sup>2</sup>. Die Brauchbarkeit der Formel erstreckt sich nur auf gewalzte oder geschmiedete bzw. sonstwie durchgearbeitete Stoffe, nicht aber auf Gußeisen, Stahlguß oder Weichguß. Die größte Fehlerquelle bei Bestimmung der Kugeldruckhärte liegt in der Feststellung des Randkreisdurchmessers des Kugeldrucks. Der Verfasser weist auf ein von der Firma C. Reichert, Wien, hergestelltes Ablesemikroskop hin, das eine genaue Ermittlung des Randkreisdurchmessers gewährleisten soll und aus seiner Teilung am Okular unmittelbar die Festigkeit abzulesen gestattet.

Der Härtebestimmung von Wellen und Zapfen dient ein auf dem Grundsatz des Ritzhärteverfahrens<sup>2)</sup> beruhender Apparat. Als Ritzwerkzeug dient ein künstlicher weißer Saphir, der dreikantig zugeschärft ist. Die Vorrichtung zum Ritzen ist auf dem Tisch des Mikroskopes angebracht, mit dem die Ausmessung der Ritzbreite erfolgt.

Gumlich berichtet<sup>3)</sup> über ein von L. A. Wild angegebenes, keineswegs neues Verfahren zur Bestimmung der Koerzitivkraft des Eisens. Die von Wild angegebene Ausführungsform erklärt Gumlich für nicht einwandfrei.

Dr. Charles W. Burrows<sup>4)</sup> hat einen „Defektoskop“ genannten Apparat erbaut, um durch magnetische Prüfung Fehlstellen in Fertigfabrikaten aufzufinden, die auf andere Weise nicht feststellbar sind. Magnetisierungs- und Induktionsspule sind fest miteinander verbunden und gleiten bei größeren Stücken (z. B. Eisenbahnschienen) über das Prüfstück, während bei leichteren Profilen (Drähten und Seilen) die Spulen feststehen und das Prüfstück hindurchgeführt wird. Abb. 7 zeigt diese letzte Ausführung des Apparates. Der Transport des Prüfstückes bzw. der Spulen erfolgt durch einen Elektromotor mit gleichbleibender Geschwindigkeit. Als Ableseinstrument dient ein stark gedämpftes Galvanometer nach d'Arsonval mit kurzer Schwingungszeit. A. Schob.

#### Ueber die elektrische Gasreinigung.

Die elektrische Gasreinigung steckt, wenigstens soweit Eisenhochofen-Gichtgas in Betracht kommt, noch im Versuchszustand. An mehreren Orten wird eifrig an der Lösung der Frage gearbeitet, jedoch ist bis jetzt noch kein endgültig befriedigendes Ergebnis erzielt worden. Besonders sind es Deutschland und die Vereinigten Staaten, die an dieser Frage arbeiten. Ueber die Versuche in Deutschland sind bis jetzt nur Andeutungen im Schrifttum erschienen; man will scheinbar mit der Bekanntgabe der Ergebnisse der Arbeiten warten, bis diese zu einem erfolgreichen Abschluß gekommen sind. Amerika veröffentlicht zwar hin und wieder Aufsätze über elektrische Anlagen zur Reinigung von Hochofengichtgas, jedoch sind entweder die Angaben zu dürftig, als daß man sich mit ihrer Hilfe ein Urteil bilden könnte, oder aber die bekanntgegebenen Ergebnisse genügen den an ein gut gereinigtes Gichtgas zu stellenden Anforderungen nicht.

Kürzlich sind im amerikanischen Schrifttum wieder zwei Abhandlungen erschienen, die in weitschweifigen Ausführungen die elektrische Reinigung besprechen; der eine behandelte diese Reinigungsart ganz allgemein<sup>1)</sup>, der andere ihre besondere Anwendung auf das Gichtgas des Eisenhochofens<sup>2)</sup>. Landolt ergibt sich in allgemeinen Ausführungen und berührt Gebiete, auf denen das elektrische Reinigungsverfahren bereits zur vollen Zufriedenheit arbeitet. Bemerkenswert sind nur verschiedene Mitteilungen über bestehende Anlagen, die im folgenden wiedergegeben seien<sup>3)</sup>:

Anlagekosten je m<sup>3</sup> in der Minute zu reinigendes Gas (bezogen auf die Gastemperatur bei der Reinigung) 10,6 bis 132 \$,

Leistung der Anlagen 5,7 bis 85 000 m<sup>3</sup>/min, Energieverbrauch je 100 000 m<sup>3</sup> und Stunde 35 bis 70 KWst,

Löhne je 100 000 m<sup>3</sup> und Stunde 0,25 bis 0,70 \$, erzielter Reinheitsgrad 90 bis über 99%.

In den Ausführungen von Gellert sind nur die Angaben über den Reinheitsgrad des behandelten Gichtgases bemerkenswert. Er führt einleitend an, daß die von ihm besprochenen Reinger, also auch die elektrischen Gasreinger, das Gas nur so weit reinigen, daß es für die Beheizung von Cowpern oder Kesseln gebraucht werden kann, nicht aber für den Betrieb von Gasmaschinen. Auf dem Hochofenwerk in Dunbar<sup>4)</sup> wurde der Staubgehalt der elektrisch gereinigten Gase zu weniger als 0,2 g/m<sup>3</sup> festgestellt. Diese Angabe deutet wohl an, daß der Staubgehalt zwischen 0,1 und 0,2 g/m<sup>3</sup> beträgt, ein Gehalt, der dem Verfahren in Dunbar noch nicht die Bezeichnung „Feinreinigung“ einträgt.

R. Durrer.

#### Hohlbohrer.

H. E. Armstrong berichtet<sup>5)</sup> über ein Verfahren der Ludlum Steel Co. zur Herstellung von Hohlbohrern mit weicher Innenwandung. Das Verfahren besteht darin, daß in die Achse der Kokille ein zur Verhinderung des Luftzutrittes mit Sand o. dgl. gefülltes, vorher mit dem Sandstrahl gereinigtes Rohr aus hochwertigem, weichem Eisen gestellt wird, welches dann mit dem eigentlichen Bohrerstahl umgossen wird; der Block wird dann mitsamt der Sandfüllung ausgewalzt oder geschmiedet und entsprechend auf Länge zugeschnitten, worauf erst der Sand entfernt wird.

Man unterscheidet bisher zwei Verfahren zur Herstellung von Hohlbohrerstahl; bei dem ersteren, hauptsächlich in Amerika und Sheffield üblichen, wird der Block gelocht, mit Sand gefüllt und weiter verarbeitet; bei dem zweiten, hauptsächlich in Schweden betriebenen Verfahren, wird der gebohrte oder gelochte Knüppel in ähnlicher Weise wie bei der Herstellung nahtloser Rohre über den Dorn gewalzt.

Die Innenwandung der schwedischen Hohlbohrer ist je nach der Dauer des Gesamtarbeitsvorganges mehr oder weniger weitgehend entkohlt. Der Vorteil dieser weichen Innenhaut besteht darin, daß die Härtung im Innern des Hohlbohrers nicht so stark durchgreift, so daß der Bohrer weniger spröde ist und nicht so leicht

<sup>1)</sup> P. E. Landolt: Ueber die elektrische Reinigung von Gasen. Chemical and Metallurgical Engineering 1921, 31. Aug., S. 428/32.

<sup>2)</sup> N. H. Gellert: Die elektrische Reinigung von Hochofengas. The Iron Age 1921, 11. Aug., S. 329/34.

<sup>3)</sup> Landolt gibt noch eine Zahlentafel mit vorstehenden Angaben und einigen mehr, bezogen auf die Reinigung von verschiedenen Gasarten, auf deren Wiedergabe hier, als zu sehr aus dem Rahmen des Eisenhüttenwesens herausfallend, verzichtet ist. Interessenten seien auf den Originalaufsatz verwiesen.

<sup>4)</sup> Vgl. St. u. E. 1921, 13. Jan., S. 54/5.

<sup>5)</sup> Armstrong „Drill Steel from hollow ingots“, Chem. a. met. Eng. 1921, 1. Juni, S. 960/4. Bericht eines Vortrages bei Gelegenheit der Versammlung des Am. Inst. of Min. a. Mech. Eng., Febr. 1921, zu Newyork.

<sup>1)</sup> W.-Techn. 1920, 15. Sept., S. 485/8.

<sup>2)</sup> The Iron Age 1920, 30. Dez., S. 1727/30.

<sup>3)</sup> E. T. Z. 1920, 7. Okt., S. 797.

<sup>4)</sup> The Iron Age 1920, 28. Okt., S. 1125/8.

zu Bruch geht. Die mehr oder weniger stark entkohlte Innenhaut ist bei den schwedischen Bohrern jedoch sehr unregelmäßig und zeigt häufig radial verlaufende Innenrisse.

Die nach dem Verfahren der Ludlum-Stahlwerke hergestellten Hohlbohrer zeigen ebenfalls nach der Verarbeitung an der Innenwandung eine ringförmige weiche Zone von etwa 0,5 mm Tiefe, doch ist dieselbe sehr gleichmäßig und frei von Rissen. Der Stahl enthält 0,85% C und 1% Cr.; zwischen diesem und der weichen Innenwand findet im Verlauf der Verarbeitung ein nur geringer Kohlenstoffübertritt statt, da der Chromgehalt dem Ausgleich entgegenwirkt; wird ein Stahl mit 0,85% C ohne Chrom verarbeitet, so ist der innere weiche Ring zum Schluß nur noch ganz schwach zu erkennen, da hier der dem Kohlenstoffausgleich entgegenwirkende Chromgehalt fehlt. Armstrong erklärt sich die gegenüber der Außenwandung bedeutend stärkere Entkohlung der Innenwandung dadurch, daß letztere ständig von einer entkohlend wirkenden Oxydschicht bedeckt ist, während die Bildung einer derartigen Schicht auf der Außenseite durch die Bearbeitung weitgehend verhindert wird. Die weiche Innenhaut wirkt mildernd auf die Abschreckung nicht nur dadurch, daß sie selbst nicht härtbar ist, sondern auch insofern, als eine stark durchgreifende Wirkung des Härtens auf die darunterliegende, hoch gekohlte Schicht geschwächt wird; diese Wirkung ist um so stärker, je dicker die Schicht ist. Die Folge einer an verschiedenen Stellen ungleichmäßigen Stärke der Schicht bewirkt ungleichmäßige Durchhärtung, gleichbedeutend mit Spannungserscheinungen und Rißbildung.

Im Gegensatz zum schwedischen Werkstoff ist die innere Haut der nach dem Verfahren der Ludlum-Stahlwerke hergestellten Stahlbohrer sehr weich und vollkommen gleichmäßig, so daß er aus dem oben erwähnten Grunde auch weniger zur Rißbildung neigt. Dazu kommt, daß die Entkohlung der Innenhaut nicht durch die Wirkung des Sauerstoffes einer Eisenoxydschicht erfolgt, wodurch ein Brüchigwerden derselben infolge des aufgenommenen Sauerstoffüberschusses verursacht wird. Ferner sind keine von der Entkohlung herrührenden Hohlräume in der weichen Haut vorhanden, die durch ihre Kerbwirkung die Rißbildung fördern.

Von Wichtigkeit ist ebenfalls der Umstand, daß sich die Seigerungen beim Gießverfahren der Ludlum-Stahlwerke konzentrisch und ringförmig um das eingegossene Rohr lagern, sich also auf eine verhältnismäßig sehr große Fläche verteilen und daher von geringer Stärke sind; der schädliche, durch Kerbwirkung zur Rißbildung führende Einfluß derselben wird außerdem noch durch die darüber liegende weiche Haut aufgehoben. Dies ist nicht der Fall bei gebohrten oder gelochten Stücken, wo die Seigerungen entweder nur unvollständig ausgebohrt oder beim Lochen nur auf die Seite gedrückt werden, so daß die Kerbwirkung derselben zum mindesten teilweise bestehen bleibt.

Für die Güte des Stahles ist die Art der Kristallisationsvorgänge von Bedeutung; je kleiner der Blockquerschnitt ist, um so geringer ist das Kristallwachstum beim Uebergang vom flüssigen in den festen Zustand, um so besser ist der Stahl. Bei Blöcken gleich großer Außenabmessungen ist die Kristallisation beim Uebergang aus dem flüssigen in den festen Zustand bei vollem Querschnitt ausgesprochenener als bei Blöcken mit eingegossenem, Sand gefülltem Rohr, durch das die Hitze besser abgeführt wird und somit der Kristallisation entgegen gewirkt wird. Nach dem Erstarren hält umgekehrt der Sand die Hitze länger, so daß bei der Umwandlung im festen Zustand größere Kristalle entstehen; dieser Umstand ist jedoch nach den Beobachtungen Armstrongs nicht so wichtig wie die Kristallisationserscheinungen beim Erstarren, da selbst nach durchgreifender Bearbeitung und Wärmebehandlung die ursprüngliche Gußstruktur wenigstens teilweise bestehen bleibt. Armstrong mißt deswegen der Gußstruktur so große Bedeutung bei, weil durch dieselbe die späteren mechanischen Eigenschaften eines Stahles stark beein-

flußt werden; nach seiner Ansicht wachsen nämlich beim Ueberhitzen im festen Zustande die Kristalle nur so lange, bis sie die Größe der ursprünglichen, mit Gußstruktur bezeichneten Kristallbildung erreicht haben; je weniger stark diese also ausgebildet war, um so unempfindlicher ist ein Stahl gegen Ueberhitzung. Dazu kommt, daß die zwischen den zusammenstoßenden, wachsenden Kristallgruppen liegenden Stellen mechanisch sehr wenig widerstandsfähig sind, so daß hierin auch die Ursache einer Rißbildung gesucht werden kann. Daher ist auch der richtigen Gießtemperatur bzw. Gießgeschwindigkeit große Aufmerksamkeit zu schenken, zumal bei zu heißem Gießen auch die an der Innenwandung in Berührung mit der Kokille erstarrende schwache Haut dem Flüssigkeitsdruck des Blockes nicht gewachsen ist, so daß ebenfalls Risse entstehen, während andererseits bei zu kaltem Gießen durch Ueberlappung usw. Kerbwirkung entsteht. Auch zu stark erwärmte Kokillen ergeben eine zu dünne Erstarrungshaut und damit Blöcke mit geringer Oberflächenfestigkeit.

Von größter Bedeutung ist schließlich der Umstand, daß durch das schichtenweise Erstarren und Schrumpfen des Stahles in der Kokille erhebliche Spannungen der einzelnen Blockteile gegeneinander entstehen, denen jedoch das eingegossene Rohr aus weichem Eisen ohne weiteres nachgeben kann.

Armstrong kommt auf Grund seiner Beobachtungen zum Schluß, daß Hohlbohrer aus Blöcken nach dem Verfahren der Ludlum-Stahlwerke gegenüber anders hergestellten aus folgenden Gründen überlegen sein müssen:

1. Größere Freiheit von inneren und äußeren Spannungen.
2. Geringere Kristallgröße.
3. Fehlen nachteilig wirkender Ausscheidungen als Wirkung der weichen Haut in der Bohrung.
4. Verringerte Neigung zur Rißbildung in der Bohrung beim Schmieden und Härten.
5. Mildernde Wirkung der inneren weichen Haut bei zu heftigem Abschrecken.

Dr.-Ing. Karl Dornhecker.

#### Die Uebergabe des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Metallforschung.

Am 5. Dezember 1921 ist das Kaiser-Wilhelm-Institut für Metallforschung in Neubabelsberg seiner Bestimmung übergeben worden. Der schlichten Feier in den Räumen der neuen Forschungsstätte wohnten eine Anzahl von Vertretern der Staatsbehörden, der Berliner Universität, der Technischen Hochschule und der Industrie bei. Als Vorsitzender des Verwaltungsausschusses sprach A. Merton, Frankfurt a. M., die Uebergabe des Instituts an seinen Direktor, Geh. Reg.-Rat Prof. Dr.-Ing. E. Heyn, aus und schloß daran einige bemerkenswerte Mitteilungen über die wirtschaftliche Bedeutung der Nichteisenmetalle für Deutschland in der Gegenwart. Exzellenz von Harnack nahm dann das neue Institut in die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften auf, worauf Vertreter der Reichs- und Staatsbehörden ihre Glückwünsche und die Versicherung einer kräftigen Unterstützung aussprachen. Sodann schilderte der Direktor Geh. Rat Heyn die Vorgeschichte, Aufgaben und Ziele des Instituts, das am 1. Januar d. J. die von der Zentralstelle für wissenschaftlich-technische Untersuchungen gepachteten Gebäude und Grundstücke bezogen hat.

Es ist in drei Arbeitskreise gegliedert. Der erste Arbeitskreis für Metallkunde befaßt sich mit den Eigenschaften der Metalle und Legierungen, mit den Verfahren ihrer Verarbeitung durch Gießen, Schmieden, Walzen, Ziehen usw. Der zweite Arbeitskreis umfaßt die Metallurgie (Erzeugung der Metalle). Der dritte Arbeitskreis besorgt die analytischen Arbeiten für die beiden anderen Arbeitskreise. In der allgemeinen Verwaltung wird der Direktor unterstützt durch den Arbeitskreis 4.

Die Ziele des Instituts sind in erster Linie die wissenschaftliche Aufklärung der Vorgänge bei der Gewinnung der Metalle, bei der technologischen Verarbeitung und bei der Verwendung der Metalle und Legierungen.

Von den bereits in Angriff genommenen Arbeiten sind zu nennen die Untersuchung des Vorganges der chlorierenden Röstung, der Veredelung des Duralumins, der groben Kristallisation von kalt geredem Aluminium und des Einflusses geringer Aluminiumverunreinigungen auf das Verhalten dünner Zinnfolien.

Als ein weiteres Ziel des Instituts käme eine planmäßige Ermittlung von Konstanten in Betracht, deren Kenntnis für den Metallverbraucher und -verarbeiter von besonderer Wichtigkeit ist, sowie die Aufgabe, alles auf dem Gebiete der Wissenschaften Auftauchende auf seine Verwendungsmöglichkeit für die Metallkunde und Metallurgie zu prüfen, die dabei gewonnenen Ergebnisse zu verbreiten und der Praxis zugänglich zu machen. Im Anschluß an die Feier fand eine Besichtigung der Einrichtungen statt.

### Deutsche Industrienormen.

Der Normenausschuß der Deutschen Industrie veröffentlicht in Heft 8, 5. Jahrgang seiner „Mitteilungen“ (Heft 8, 4. Jahrgang der Zeitschrift „Der Betrieb“)

als Normblatt-Entwürfe:

- E 537 (Entwurf 1) Durchmesser glatter Wellen für Hebemascinen.
- E 655 (Entwurf 1) Drahtseile für Krane, Aufzüge, Flaschenzüge und ähnliche Zwecke.
- E 678 (Entwurf 1) Briefhüllen.
- E 1701 (Entwurf 1) Druckmaschinen, Farbwerk.

Einspruchsfrist: 1. April 1922.

(Einspruchszuschriften in doppelter Ausfertigung und für jeden Entwurf gesondert unter genauer Angabe der im rechten oberen Felde des betreffenden Normblattes enthaltenen Blattbezeichnung erbeten.)

als Vorstandsvorlagen:

- DI Norm 101, Normaltemperatur.
- DI-Norm 460, Messer- und Backenstähle für Drahtstiftmaschinen.
- DI-Norm 780, Zahnräder, Modulreihe
- DI-Norm 1801, Zapflochbuchse.
- DI-Norm 1802, Anstichkörper für Zapflochbuchse.
- DI-Norm 1803, Anstichkörper zum Einschrauben.
- DI-Norm 1804, Steigrohre mit Sieb.

Einspruchsfrist für den Beirat: 1. März 1922.

als bezugsfertige Normblätter:

- DI-Norm 434, Vierkant-U-Scheiben für U-Träger.
- DI-Norm 435, Vierkant-T-Scheiben für T-Träger.
- DI-Norm 475, Schlüsselweiten.

## Patentbericht.

### Deutsche Patentanmeldungen<sup>1)</sup>.

2. Februar 1922.

Kl. 7 b, Gr. 12, L 50 916. Verfahren zum Ziehen von Metallgegenständen, insbesondere von nahtlosen Stahlrohren, in kaltem Zustande. Leadizing Company, Chicago, V. St. A.

Kl. 7 b, Gr. 15, H 82 233. Verfahren zur Herstellung von Wellrohren. Arthur Hoppe, Laurahütte, O. S.

Kl. 10 a, Gr. 12, W 54 883. Vor den Koksöfen fahrbare Türkabelwinde, welche die Tür bei der Öffnungsbewegung anhebt und gleichzeitig ausschwingt. Louis Wilputte, New Rochelle, New York, V. St. A.

Kl. 10 a, Gr. 22, Y 421. Verfahren der gleichzeitigen Gewinnung von Urteer, Halbkoks und eines hochwertigen Gases und Drehrohrofens zur Ausführung des Verfahrens. Dr. Niels Young, Frankfurt a. M., Staufenstr. 28.

Kl. 10 a, Gr. 22, Y 424. Verfahren der gleichzeitigen Gewinnung von Urteer, Halbkoks und eines hochwertigen

Gases; Zus. z. Anm. Y 421. Dr. Niels Young, Frankfurt a. M., Staufenstr. 28.

Kl. 10 a, Gr. 22, Y 429. Vorrichtung zur gleichzeitigen Gewinnung von Urteer, Halbkoks und eines hochwertigen Gases; Zus. z. Anm. Y 421. Dr. Niels Young, Frankfurt a. M., Staufenstr. 28.

Kl. 10 a, Gr. 22, Y 435. Drehrohrofens zur gleichzeitigen Gewinnung von Urteer, Halbkoks und eines hochwertigen Gases; Zus. z. Anm. Y 421. Dr. Niels Young, Frankfurt a. M., Staufenstr. 28.

Kl. 31 c, Gr. 7, L 54 338. Modelldübel aus Eisenblech. Christian Leuchter, Düsseldorf-Rath, Oberrather Str. 12.

Kl. 80 c, Gr. 13, C 29 540. Luftzufuhreinrichtung für Schachtofen; Zus. z. Pat. 333 046. Etienne François Chaudière, Lüttich.

13. Februar 1922.

Kl. 48 d, Gr. 2, H 83 829. Verfahren zum Beizen und Entrosten von Eisen und Stahl. Dr. Felix Heinemann, Berlin, Königgrätzer Str. 85a.

### Deutsche Gebrauchsmustereintragungen.

13. Februar 1922.

Kl. 18 a, Nr. 806 254. Vorrichtung zur Begichtung von Hochöfen. Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, A.-G., Nürnberg.

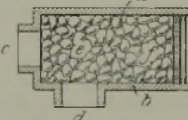
Kl. 18 a, Nr. 806 697. Einführungsvorrichtung für Gichtstaub in einen Hochofen. Eugène Eben, Metz-Sablon, Frankreich.

Kl. 31 c, Nr. 806 678. Fahrbarer Trommelmagnetscheider mit auswechselbarem Formerschüttelsieb. Fritz Wolf, Magdeburg, Breiteweg 229a.

### Deutsche Reichspatente.

Kl. 24 c, Nr. 335 316, vom 11. Oktober 1919. Société Anonyme Fours & Procédés Mathy in Lüttich. Brenner für flammenlose Verbrennung.

Die Erfindung betrifft einen Brenner mit Körnungen aus feuerfester, poriger Masse, in die Luft und Gas getrennt eingeführt werden. Die Zeichnung zeigt ein Ausführungsbeispiel. Die Körnungen a werden in einer zylindrischen Kammer b untergebracht. Die Luft wird durch einen Stutzen c zugeführt, dessen Achse mit der Längsachse der Kammer b übereinstimmt, während das Gas durch einen Stutzen d eingeführt wird, der senkrecht zum Stutzen c steht. Die Mischung von Gas und Luft vollzieht sich in dem Teile e des Raumes, während die Verbrennung im Teil f dieses Raumes stattfindet. Dieser zweite Teil besitzt eine Platte von porigem, feuerfestem Stoff, um die körnigen Massen festzuhalten.

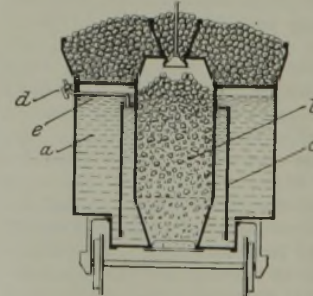


Kl. 24 c, Nr. 336 157, vom 11. September 1919. Heinrich Werner in Frankfurt a. M. Gasfeuerung für Lokomotiven.

Der mit Wasser gefüllte Raum a des Tenders umgibt die Wandungen des Gaserzeugers b, so daß trotz

der im Vergaser b entstehenden Verbrennungswärme eine Beschädigung der Vergaserwandungen nicht eintreten kann. c ist ein Mantel, der den Vergaser b umgibt. Das Ventil d der Rohrleitung e wird geöffnet, sobald der Tender gefüllt wird, damit das eingefüllte Tenderwasser die Luft aus dem Mantelraum

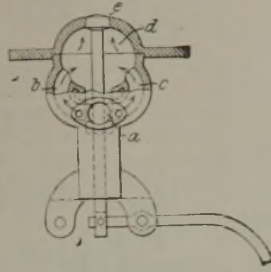
c verdrängen kann. Nach dem Füllen des Tenders wird das Ventil d wieder geschlossen. Das vom Gaserzeuger b erzeugte Gas wird durch eine Rohrleitung nach dem Heizraum geführt.



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

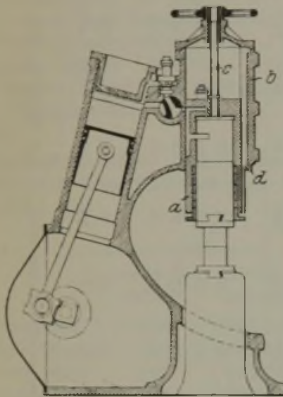
**Kl. 49 f, Nr. 335 928, vom 10. September 1918.**  
 Wilhelm Köhler in Hannover. *S-Eisen, bei dem die Luft, in mehrere Ströme zerlegt, in den Düsenraum eingeführt wird.*

Die Gebläseluft tritt durch die Öffnung a in das S-Eisen ein und verteilt sich auf die nach aufwärts gerichteten Krümmen b, c, von denen sie in den kugelförmigen Düsenraum d geleitet wird, um schließlich durch die Düsenöffnung e unter das Feuer zu treten. Ein Schieber dient zum Entfernen der angesammelten Asche.



**Kl. 49 e, Nr. 334 381, vom 5. Juni 1920.**  
 Société Anonyme pour l'Exploitation des Brevets Lelong in Brüssel. *Mit Druckluft betriebener Schmiedehammer mit veränderlicher Fallhöhe.*

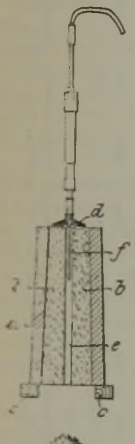
Der Zylinder a ist mit dem in ihm sich bewegenden Hammer oder Bär in einen zweiten, oben offenen Zylinder b eingesetzt. Die Höhe des Zylinders a wird mittels einer mit Muttern besetzten Stellspindel c geregelt, der Zylinder selbst aber mittels einer Schiene d mit Preßschrauben festgeklammt.



Der Zylinder a ist mit dem in ihm sich bewegenden Hammer oder Bär in einen zweiten, oben offenen Zylinder b eingesetzt. Die Höhe des Zylinders a wird mittels einer mit Muttern besetzten Stellspindel c geregelt, der Zylinder selbst aber mittels einer Schiene d mit Preßschrauben festgeklammt.

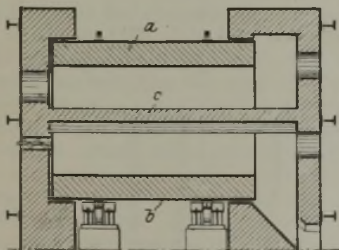
**Kl. 24 c, Nr. 336 025, vom 10. August 1919.** Heinrich Werner in Frankfurt a. M. *Gasfeuerung für Dampfkessel.*

Es handelt sich hier um eine Gasfeuerung für Dampfkessel mit eingebautem Gaserzeuger a. Der Wasserraum b des Gaserzeugers ist mit der Speisewasserleitung c oder dem Speisewasservorratsbehälter in Verbindung gebracht, so daß das Kesselwasser durch die Kesselwasserspeiseleitung aus dem Wasserraum des Gaserzeugers in den Wasserraum d des Dampfkessels übergeführt wird.



**Kl. 40 a, Nr. 335 617, vom 23. Januar 1920.** Dr. Franz Meyer in Heidelberg. *Trommelofen.*

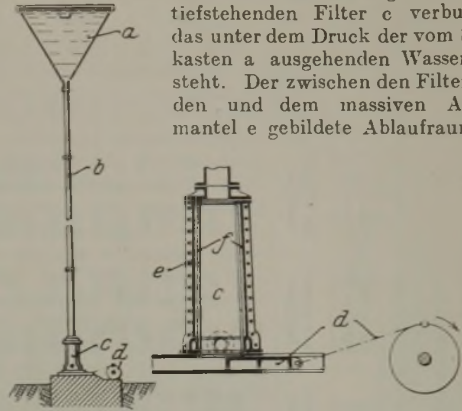
Der Trommelofen besteht aus einer mit feuerfestem Material a ausgekleideten, um ihre Längsachse rotierenden Trommel b. Eine feststehende, zur



Längsachse der Trommel parallele Zwischenwand c teilt den Ofen in zwei Räume, Heizkammer und Reaktionsraum. Die Verbrennungsgase aus der Heizkammer und die Gase aus dem Reaktionsraum werden gesondert abgeführt.

**Kl. 1 a, Nr. 335 753, vom 6. März 1920.** Heinrich Hohl in Essen, Ruhr. *Vorrichtung zur Entwässerung von Schlamm, insbesondere von Kohlschlamm.*

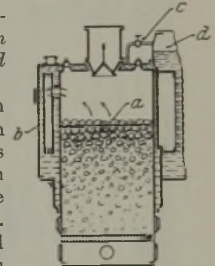
Ein hochgestellter Spitzkasten a ist durch eine Leitung b mit einem tiefstehenden Filter c verbunden, das unter dem Druck der vom Spitzkasten a ausgehenden Wassersäule steht. Der zwischen den Filterwänden und dem massiven Außenmantel e gebildete Ablaufraum be-



steht aus abwärts führenden Kanälen f, die voneinander durch Rippen getrennt sind, welche die Filterwände stützen. Unter dem Filter c ist eine mechanisch getriebene Schieberpresse d angeordnet, die den Schlamm in Form eines Stranges auspreßt.

**Kl. 31 c, Nr. 335 025, vom 8. Juli 1920.** Ernst Becker in Duisburg. *Verfahren zum Entfernen des Kerns aus Blockformen und ähnlichen Gußstücken.*

Das Gußstück a ist auf einem Gestell c so aufgestellt, daß zwischen Flur und unterer Stirnfläche des Kerns b ein genügend hoher Raum verbleibt. Auf die obere Stirnfläche des Kerns b wirkt das Werkzeug d. Der Hammer d, der eine Auf- und Abwärtsbewegung ausführt, ist unten mit Zähnen versehen, welche das Zertrümmern des Kernmaterials bewirken. Das losgelöste Material fällt durch das in der Regel im Kern vorhandene, von oben bis unten hindurchgehende Loch e hindurch. Es ist vorteilhaft, am Werkzeug d noch einen Stift f zu befestigen, der sich im Loche e führt, aber kleineren Durchmesser als dieses hat.



## Statistisches.

### Die Kohlenförderung des Ruhrgebiets im Januar 1922.

Nach den Ermittlungen des Bergbauvereins in Essen belief sich die Kohlenförderung des Oberbergamtsbezirks Dortmund (einschließlich der linksrheinischen Zechen) im Monat Januar 1922 auf insgesamt 8 132 763 t gegen 8 054 517 t im Dezember. Die arbeitstägliche Förderung ist bei 25 1/4 Arbeitstagen im Berichtsmonat (wie im Vormonat) von 318 991 auf 322 690 t gestiegen. Gegenüber dem Vormonat nahm die gesamte Förderung demnach um 78 246 t, die arbeitstägliche Förderung um 3699 t zu. Die arbeitstägliche Leistung je Arbeiter (von der Gesamtbelegschaft berechnet) bezifferte sich im Berichtsmonat auf 0,574 (im Dezember 0,570) t. Die Zahl der Bergarbeiter nahm von Ende Dezember bis Ende Januar weiter um 1497 zu; am Ende des Berichtsmonats wurden 561 086 Bergarbeiter (gegen 559 589 im Vormonat) beschäftigt. — An Koks wurden im Berichtsmonat 2 021 233 (2 006 606) t oder arbeitstäglich 65 201 (64 729) t, an Preßkohlen 369 660 (334 679) t oder arbeitstäglich 14 640 (13 255) t hergestellt. — Die durchschnittliche Wagengestellung betrug werktäglich im Januar 20 368 Wagen, es fehlten im Durchschnitt 3224 Wagen.



Die Entwicklung des Weltschiffbaues im Jahre 1921.

Nach den von „Lloyds Register of Shipping“ veröffentlichten Angaben über den Handelsschiffbau der Welt wurden im Jahre 1921 insgesamt 1377 Schiffe (ausgenommen Kriegsschiffe und Schiffe von weniger als 100 Brutto-Register-Tonnen Wasserverdrängung) mit zusammen 4 341 679 t Raumgehalt zu Wasser gelassen. Gegenüber dem Vorjahre liefen im Berichtsjahre somit 382 Schiffe mit weit über 1,5 Mill. Br.-Reg. t weniger vom Stapel. Die höchste Vorkriegsleistung (1913: 1750 Schiffe mit 3 332 882 t) wurde somit immerhin noch bedeutend überholt.

Von den im Jahre 1921 zu Wasser gelassenen Schiffen waren 545 unter 2000 t, 184 zwischen 2000 und 4000 t, 287 zwischen 4000 und 7000 t, 141 zwischen 7000 t und 10 000 t und 47 über 10 000 t Wasserverdrängung. 167 Schiffe mit über 1 195 000 Br. Reg. t waren mit Dampfturbinen und über 306 000 t mit Verbrennungskraftmaschinen - Antrieb ausgerüstet. 151 Schiffe mit rd. 1 050 000 t, ausgenommen diejenigen unter 1000 t, wurden — größtenteils nach dem Isherwood - Längsspanten - System — als Oeltankschiffe gebaut.

Nach der Leistung nehmen die einzelnen Länder im Berichtsjahre, verglichen mit dem Jahre 1920 folgende Reihenfolge ein:

	1921		1920	
	Anzahl der Schiffe	Brutto Reg.-t	Anzahl der Schiffe	Brutto Reg.-t
Großbritannien . . .	426	1 538 052	618	2 055 624
Vereinigte Staaten . . .	173	1 006 413	509	2 476 153
Deutsches Reich . . .	242	509 064	—	—
Niederlande . . . . .	98	232 402	99	183 149
Japan . . . . .	43	227 425	140	456 642
Frankreich . . . . .	65	210 663	50	93 449
Italien . . . . .	85	164 748	82	133 190
Brit. Kolonien . . . . .	54	129 675	103	203 644
Dänemark . . . . .	37	77 238	30	60 669
Schweden . . . . .	27	65 911	46	63 823
Norwegen . . . . .	35	51 458	30	38 855
Spanien . . . . .	11	47 256	13	45 950
Belgien . . . . .	3	17 909	5	8 371
andere Länder . . . . .	78	63 465	34	42 047

Wie aus der Zusammenstellung ersichtlich ist, hat Großbritannien im abgelaufenen Jahre die vorübergehend an die Vereinigten Staaten abgetretene erste Stelle im Schiffbau der Welt zurückgewonnen, obwohl der vom Stapel gelassene Schiffsraum hinter der Höchstleistung des Jahres 1920 um 517 572 t zurückbleibt. Von dem gebauten Schiffsraum waren 946 182 t für britische Eigentümer und 591 870 (38,5%) für ausländische Besitzer bestimmt. — u. a. 134 551 t für Norwegen, 127 854 t für Frankreich und 123 811 t für Holland. Der durchschnittliche Tonnengehalt (es sind alle Schiffe über 500 t gerechnet) betrug im Jahre 1921 4602 t gegen 4387 t im Vorjahre, 4006 t in 1919, 4593 t in 1918 und 4460 t in 1914. Der Anteil Großbritanniens am Weltschiffbau betrug im Berichtsjahre 35,4% gegen 35% im Vorjahre, 22,6% in 1919 und 58% im Jahre 1913. Zu berücksichtigen bleibt allerdings dabei, daß Deutschland in den Zusammenstellungen der Jahre 1919 und 1920 nicht mit aufgeführt ist, so daß Großbritanniens Anteil am Weltschiffbau dieser Jahre noch etwas geringer sein dürfte. Im übrigen zehrte der englische Schiffbau im Berichtsjahre zum großen Teil noch von früheren Aufträgen, da neue Bestellungen infolge der sich dauernd verschlechternden Lage auf dem Frachtenmarkt nur spärlich hereinkamen und selbst bereits in Bestellung gegebene und im Bau befindliche Schiffe entweder zurückgestellt oder sogar ganz zurückgezogen wurden. Die Entwicklung des Handelsschiffbaues in Großbritannien im Vergleich mit allen übrigen Ländern stellte sich in den letzten Jahren (1918, 1919 und 1920 ohne Deutschland und Oesterreich-Ungarn) wie folgt:

	England		Andere Länder	
	Anzahl der Schiffe	Brutto Reg.-t	Anzahl der Schiffe	Brutto Reg.-t
1913	688	1 913 153	1062	1 400 729
1918	301	1 348 120	1565	4 099 324
1919	612	1 620 442	1871	5 524 107
1920	618	2 055 624	1141	3 806 042
1921	426	1 538 052	951	2 803 627

Außerhalb Großbritanniens wurden nach dieser Aufstellung im Jahre 1921 insgesamt 951 Schiffe mit 2 803 627 t vom Stapel gelassen. Auch hier war in der Vorkriegszeit das Jahr 1913 das Höchstleistungsjahr. Während des Krieges wurde die damalige Höchstleistung unter der Einwirkung der ausgedehnten Tätigkeit der amerikanischen Schiffswerften um ein mehrfaches überholt. Das Jahr 1920 brachte dann einen gewaltigen Rückgang, der auch im Berichtsjahre nicht zum Stillstand gebracht werden konnte, sondern wie bereits im Vorjahre in fast seiner vollen Größe auf die Vereinigten Staaten zurückfällt. In den Vereinigten Staaten wurden im Jahre 1921 insgesamt 173 Schiffe mit 1 006 413 t zu Wasser gelassen; der Rückgang beträgt gegenüber dem Vorjahre 1 469 840 t. Ihr Anteil am Weltschiffbau des Berichtsjahres beträgt ohne Berücksichtigung Großbritanniens fast 36%. Amerikas Schiffbau ist damit ungefähr auf den Stand des Jahres 1917 zurückgegangen.

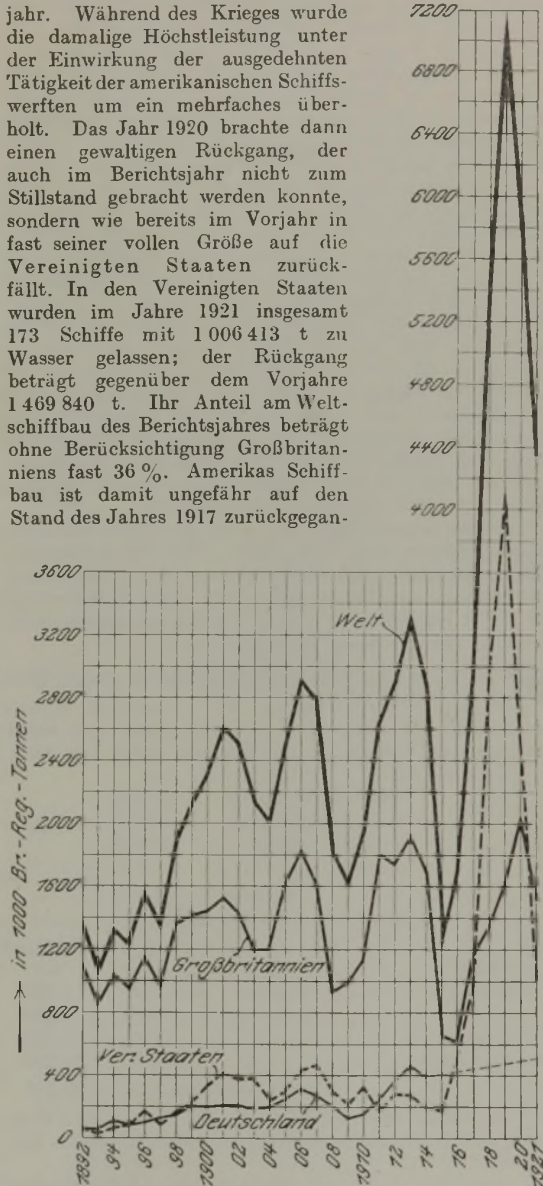


Abbildung 1. Tonnengehalt der vom Stapel gelassenen Handelsschiffe der Welt, Deutschlands, Großbritanniens und der Vereinigten Staaten in den Jahren 1892 bis 1921.

gen. Allerdings wurden auch im Berichtsjahre die Vorkriegsleistungen immer noch beträchtlich überholt. Zum ersten Male seit 1913 ist auch das Deutsche Reich wieder mit Angaben in der Zusammenstellung vertreten. Und zwar betrug die Zahl der zu Wasser gelassenen Schiffe 242 mit 509 064 Br. Reg. t. Gegenüber dem Jahre 1913 ist somit im Berichtsjahre eine um 43 838 t höhere Leistung zu verzeichnen. Der Anteil Deutschlands am Gesamtschiffbau der Welt außerhalb Großbritanniens beträgt über 18%.

Mit einer Höchstleistung von 98 Schiffen mit 232 402 t Wasserverdrängung haben sich die Niederlande im Jahre 1921 an die vierte Stelle in der Reihenfolge der Schiffbauländer geschoben. Japan ist dafür auf den nächsten Platz herabgedrückt worden, da hier gegenüber dem Vorjahre die Leistungen um über 50 % geringer geworden sind. Eine ganz bedeutende Zunahme (125 %) gegenüber 1920) hat Frankreichs Schiffbautätigkeit aufzuweisen. Allerdings hat auch hier die Wirtschaftskrise ungünstig auf die Beschäftigung eingewirkt. Der Eingang neuer Aufträge hat fast ganz aufgehört, und manche Werften sind geschlossen oder stehen vor der Schließung, während verschiedene von ihnen eine Umstellung auf andere Erzeugnisse vorgenommen haben.

Von den übrigen Ländern ist die Zunahme der Schiffbautätigkeit in Italien und den nordischen Ländern, Dänemark, Norwegen und Schweden, beachtenswert, während in den britischen Kolonien fast 74 000 t weniger als im Jahre 1920 vom Stapel gelassen wurden.

Der entschiedene Rückgang, der sich im Jahre 1921 im Schiffbau der Welt bemerkbar machte, kommt auch in den Zahlen der im Bau befindliche Schiffe zum Ausdruck. Während im Jahre 1920 von Lloyds Register noch 7 179 778 t als im Bau befindlich gemeldet wurden, ist die Wasserverdrängung bis Ende Dezember 1921 gegenüber dem Vorjahre um fast 23 1/4 Mill. t auf 4 457 093 zurückgegangen. Von dem Rückgang wurden besonders die Vereinigten Staaten mit 1 094 000 t, Großbritannien mit 1 068 000 t, Holland mit 137 000 t, die Britischen Kolonien mit 120 000 t und Japan mit 104 000 t betroffen. Im Bau begriffen waren am Ende des Berichtsjahres in Großbritannien 2 640 319 t, in Italien 393 832 t, in Frankreich 352 635 t, in Holland 313 879 t, in den Vereinigten Staaten 216 428 t und in Japan 144 912 t.

In der beigegebenen Abb. 1 ist die Entwicklung des Weltschiffbaues seit dem Jahre 1892 wiedergegeben. Erwähnt sei dabei, daß der Raumgehalt der in den letzten vier Jahren zu Wasser gelassenen Handelsschiffe fast 23 Mill. t beträgt und höher ist als die zusammengefaßte Leistung für die Jahre 1905 bis 1913.

**Kanadas Roheisen- und Stahlerzeugung im Jahre 1921.**

Nach den Ermittlungen des „Dominion Bureau of Statistics“<sup>1)</sup> stellte sich die Roheisen- und Stahlerzeugung in Kanada im abgelaufenen Jahre wie folgt:

Roheisen:		t	
	Basisches Roheisen . . .	468 963	
	Gießerei-Roheisen . . .	98 861	
	Temper-Roheisen . . .	35 645	
	Eisenguß . . . . .	394	
		zusammen 603 863	
Eisenlegierungen . . . . .			22 853
		Blöcke	Formguß
		t	t
Stahl:			
Siemens-Martin-Stahl, basisch . . .	652 152		6 635
„ „ „ sauer . . . . .	243		260
Bessemerstahl . . . . .	96		1 664
Elektrostahl . . . . .	2 906		14 208
	zusammen 655 397		22 767

Im Jahre 1920 wurden insgesamt 989 126 t Roh-eisen und 1 126 741 t Stahlblöcke und -gußstücke hergestellt.

Von der Roheisenerzeugung des Berichtsjahres wurden 620 t in Elektroöfen hergestellt; von 20 insgesamt vorhandenen Elektroöfen waren Ende Dezember 1921 18 außer Betrieb.

**Wirtschaftliche Rundschau.**

**Die Lage des belgischen Eisenmarktes im 4. Vierteljahr 1921.**

Die Hoffnung der belgischen Eisenindustrie, die im September bemerkbare leichte Besserung der Lage am Eisenmarkte würde das Ende der seit Mitte 1920 eingetretenen und stetig sich fortsetzenden Krise bedeuten, hat

sich nicht verwirklicht. Die bessere Nachfrage hielt zwar teilweise auch im letzten Viertel des Jahres 1921 an und ermöglichte es, Preisaufbesserungen durchzusetzen. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Erzeugung infolge der Unmöglichkeit, die Betriebe mangels genügenden Auftragsbestandes voll im Gange zu halten und der dadurch bedingten höheren Gesteungskosten, die vielfach über den Verkaufspreisen lagen, hinter dem Bedarf zurückblieb. Wenn auch die Erzeugung in den letzten Monaten des Jahres gesteigert werden konnte, und das Ende des Jahres im ganzen befriedigender war als sein Anfang, so konnte trotz dieser Zeichen einer Belebung von einer durchgreifenden Besserung keine Rede sein. Wochen regerer Nachfrage wechselten ab mit solchen schwacher Geschäftstätigkeit. Die Anforderungen des Inlandes nahmen zwar zu, dagegen wurde die Absatzmöglichkeit nach den ausländischen Märkten schwieriger, namentlich auch infolge der Wertsteigerung des belgischen Franken in den letzten Monaten. Die Ausfuhr nach Großbritannien wurde dadurch erschwert, daß die dortigen Werke wiederholt starke Preissenkungen vornahmen und infolgedessen aussichtsvoller mit dem Festlande in Wettbewerb treten konnten.

Die Beschäftigung der Werke war entsprechend der starken Erzeugungseinschränkung und infolge der Erschöpfung der Vorräte besonders im November und Anfang Dezember gut, sodaß mehrere Hochöfen wieder angeblasen werden konnten. Gegen Jahresende trat die alljährlich wiederkehrende Feiertagsruhe mit Inventuraufnahme und teilweiser Stilllegung der Betriebe ein. Da der Kokspreis vom Januar 1922 an wieder erhöht wurde, fürchtet man einen neuen Rückschlag für das Eisengewerbe.

Die belgische Eisenindustrie hatte in der Berichtszeit auch mit Arbeiterschwierigkeiten und Teilausständen zu kämpfen. Im Lütticher Bezirk war bereits im August eine Lohnherabsetzung bis zu 10 cts. die Stunde mit der Arbeiterunion vereinbart worden, die unter den Arbeitern im Hinblick auf die verteuerte Lebenshaltung starke Unzufriedenheit auslöste. Die starke Bewegung der Industrie gegen den 8-Stundentag dürfte zur Beunruhigung der Arbeiter mit beigetragen haben.

Gegen das belgisch-luxemburgische Wirtschaftsabkommen, das den Kammern zur Verabschiedung vorlag, wurde von der belgischen Industrie weiter lebhaft Einspruch erhoben und auf seine verderblichen Folgen für die belgische Industrie hingewiesen. Andererseits wurde von der Vereinigung der luxemburgischen Industriellen eine Entgegnung auf die Denkschrift der belgischen Eisenindustrie herausgegeben, die natürlich zu den entgegengesetzten Ergebnissen wie jene kam; während die belgische Gruppe einen Vorteil für die luxemburgische von 32 Fr. d. t errechnete, ergab die Berechnung der luxemburgischen Industrie einen Vorteil von 16 Fr. für Belgien, d. i. ein Unterschied von 48 Fr.

Um das Eindringen deutscher Erzeugnisse infolge des entwerteten Standes der Mark zu erschweren, hat die belgische Regierung mit Wirkung vom 7. November 1921 an auf deutsche Waren Zuschlagszölle festgesetzt, die für die meisten Eisenerzeugnisse das Doppelte des gewöhnlichen Zollsatzes betragen, also eine Fortsetzung des Wirtschaftskrieges mit anderen Mitteln bedeuten.

Der Kohlenmarkt lag mit Rücksicht auf die Winterzeit für Hausbrandkohlen fest; besonders gut waren die besseren Sorten gefragt, die in Belgien verhältnismäßig wenig gewonnen werden. In Industriekohle nötigte die eingeschränkte Tätigkeit der Eisenindustrie die Zechen, Vorräte auf Halde zu legen; gleichzeitig wurden Preisnachlässe bis zu 20 bis 25 Fr. bewilligt. Die Kohlenförderung (s. Zahlentafel 1) nahm im letzten Viertel 1921 zu und übertraf in den Monaten Oktober und Dezember sogar die durchschnittliche Monatsförderung von 1913; im ganzen Jahre blieb sie um rund 300 000 t gegenüber dem Vorjahre zurück.

<sup>1)</sup> Ir. Age 1922, 26. Jan., S. 263.



Zahlentafel 1. Kohlenförderung.

	1920		1921	
	in 1000 t	In % der durchschn. Monats-Förderung 1913	in 1000 t	In % der durchschn. Monats-Förderung 1913
Januar . . . . .	1870	97,8	2041	107
Februar . . . . .	1684	88	1778	93,4
März . . . . .	2006	105	1800	94,5
April . . . . .	1901	99	1712	89,9
Mai . . . . .	1737	91	1592	83,6
Juni . . . . .	1887	98	1700	89,3
Juli . . . . .	1911	100	1776	93,3
August . . . . .	1856	97	1840	96,7
September . . . . .	1909	100	1876	98,6
Oktober . . . . .	1967	103	1906	100,1
November . . . . .	1634	86	1818	95,5
Dezember . . . . .	2052	107	1965	103,4
	<sup>1)</sup> 22414	96,9	21804	95,5

Eine Uebersicht über die Kohlenförderung von 1913 bis 1920 gibt Zahlentafel 2.

Zahlentafel 2. Kohlenförderung 1913 bis 1920.

Jahr	Mill. t	in % gegen 1913	Jahr	Mill. t	in % gegen 1913
1913	22,84	100	1917	14,92	65,3
1914	16,71	73,2	1918	13,83	60,5
1915	14,18	62,1	1919	18,34	80,3
1916	16,86	73,9	1920	22,41	96,9

Die Kohlenvorräte, die bis Ende April 1921 auf 1 159 100 t angewachsen waren, gingen durch die starke Nachfrage infolge des britischen Bergarbeiterstreiks von Mai an zurück; sie betragen Ende September 754 400 t, nahmen jedoch dann wieder zu und stellten sich Ende dieses Jahres auf 946 500 t. — Die Preise für gute Sorten Hausbrandkohlen stiegen für Nüsse von 121 Fr. im Oktober auf 140 Fr. im Dezember, für große Stückkohle

Zahlentafel 3. Brennstoffpreise.

	Kohlenpreise für die Staatsbahn				
	1. 1. 21	1. 3. 21	1. 6. 21	1. 8. 21	1. 1. 22
	Die Tonne in Frank				
Förderkohle, halbfett . . . . .	86,75	76,75	73,50	69,50	69,50
„ fett . . . . .	86,75	76,75	73,50	69,50	69,50
„ mager . . . . .	77,75	67,75	64,50	60,50	60,50
Briketts Sorte II . . . . .	155,—	130,—	110,—	107,—	95,—
Hochofenkoks, halb gewaschen . . . . .	130,—	130,—	112,50	108,—	102,—

Zahlentafel 4. Zwangslieferungen deutscher Kohle.

1921	Mit Eisenbahn t	Zu Wasser t	Insgesamt t
Oktober . . . . .	115 213	111 095	226 308
November . . . . .	112 978	96 302	209 280
Dezember . . . . .	128 531	57 618	186 149
4. Vierteljahr . . . . .	356 722	265 015	621 737
3. „ . . . . .	301 261	344 417	645 678

war vom Kokssyndikat ab 1. Dezember für die Eisenindustrie auf vorläufig 97 Fr. ermäßigt worden. Infolge der Weigerung der Regierung, in der Kokspreisfrage zu vermitteln, sah sich das Syndikat genötigt, von Januar an den Preis wieder um 7 Fr. auf 102 Fr. zu erhöhen. Der Preis für Hüttenkoks hatte im Januar 1921 130 Fr., im Juni 112,50 Fr., im August 108 Fr., im Dezember 95 Fr. betragen. Ueber die Förderung von Steinkohle und die Gewinnung von Koks und Briketts im letzten Vierteljahr und den Vorjahren unterrichtet die Zahlentafel 5.

Der Roheisenmarkt zeigte wenig Lebhaftigkeit, da die eingeschränkte Erzeugung der Hochofenwerke in der Hauptsache dem Betriebe der eigenen

Zahlentafel 5.

	Monatsdurchschnitt			1921				1921	1920	1913	1921 gegenüber		
	1913	1920	1921	Okt.	Nov.	Dez.	Okt. bis Dez.	Januar/Dezember		1920	1913		
	in 1000 Tonnen											%	%
Kohle . . . . .	1 903,5	1 867,8	1 817,3	1 906,4	1 817,8	1 965,4	5 689,6	21 804,1	22 413,5	22 842,0	97,3	95,5	
Koks . . . . .	293,6	150,1	115,9	82,7	89,9	107,1	279,7	1 391,0	1 801,3	3 523,0	77,2	39,5	
Briketts . . . . .	217,2	243,5	222,3	210,7	216,0	263,4	690,1	2 667,0	2 922,3	2 606,6	91,3	102,3	

von 123,50 auf 130 Fr., während Fördergrus mit 60,50 Fr. nahezu unverändert blieb. Ueber die Brennstoff-Preisentwicklung für den Staat siehe Zahlentafel 3.

Die Lieferungen an deutscher Pflichtkohle (s. Zahlentafel 4) gingen in den letzten Monaten infolge des Zufrierens der Kanäle und Verstopfung der Eisenbahnen zurück. Die Preise für deutsche Brennstoffe, die dem belgischen Verteilungskontor deutscher Kohle zur Verfügung gestellt werden, wurden ab 1. November herabgesetzt und zwar Flammkohle von 61 bis 65,50 Fr. im Oktober auf 49 bis 52,50 Fr. ab 1. November, Koksförderkohlen 25% von 58,50 auf 47 Fr., Koksfeinkohle gewaschen von 60 auf 48,50 Fr., Hüttenkoks von 83 auf 66,50 Fr., alles frei Wagen bzw. frei Schiff belg. Grenze. Den Käufern deutscher Kohle ist der unmittelbare oder mittelbare Wiederverkauf dieser Kohle verboten, widrigenfalls sie mit einem Aufschlag von 50 Fr. d. t auf die Preise in Rechnung gestellt wird. — Der Preis für belgischen Hochofenkoks

Stahlwerke vorbehalten und nennenswerte Vorräte nicht vorhanden waren. Das Roheisengeschäft mit England hörte im Dezember infolge der starken Besserung des Frankenkurses und der Preisermäßigungen der britischen Hochofenwerke fast ganz auf. Die Preise zeigten bei

Zahlentafel 6. Zahl der Hochöfen.

	Insgesamt	Im Betrieb	Außer Betrieb	Erzeugung in 24 st t
1. Januar 1913 . . . . .	55	49	6	6980
1. Januar 1920 . . . . .	56	12	44	1580
1. Januar 1921 . . . . .	52	27	25	4260
1. April „ . . . . .	51	25	26	3417
1. Juli „ . . . . .	54	14	40	1948
1. Oktober „ . . . . .	54	11	43	1168
1. November „ . . . . .	54	10	44	1402
1. Dezember „ . . . . .	54	14	40	1896
1. Januar 1922 . . . . .	54	15	39	2391

<sup>1)</sup> Berichtigt.

Zahlentafel 7.

	Oktober	November	Dezember	Okt.-Dez.	Januar/Dezember			
	1921	1921	1921	1921	1921	1920	1919	1913
	Tonnen				1000 Tonnen			
Roheisen . . . . .	46 570	60 760	74 150	181 480	876,4	1 128,3	250,6	2 484,7
Rohblöcke . . . . .	33 170	43 590	60 900	137 660	727,5	1 134,0	333,7	2 466,6
Stahlformguß . . . . .	9 440	3 370	3 360	16 170	64,8			
Flußeisen-Fertigerzeugnisse . . . . .	51 300	72 510	78 120	201 930	832,1	1 071,9	342,1	1 857,9
Schweißeisen-Fertigerzeugnisse . . . . .	11 200	10 850	16 560	38 610	150,4	196,0	68,9	304,4

der Knappheit an Roheisen steigende Richtung und betragen Ende des Jahres etwa 250 Fr. für Thomasroheisen und 260 Fr. für Gießereiroheisen Charleroi. Im Laufe der beiden letzten Monate wurden 5 Hochöfen wieder angeblasen, so daß die Zahl der Hochöfen (s. Zahlentafel 6) unter Feuer auf 15 stieg bei einem Gesamtbestand von 54 Hochöfen.

Die Roheisengewinnung konnte daher in den letzten Monaten merklich gesteigert werden und stellte sich im letzten Jahresviertel auf 181 000 t gegen 130 000 t im 3. Vierteljahr. Das Jahresergebnis der Roheisen- und Stahlerzeugung (s. Zahlentafel 7) blieb hinter dem Vorjahre erheblich zurück, ebenso die Gewinnung von Schweiß- und Flußeisenerzeugnissen.

Halbzeug war knapp, da sowohl die belgischen als auch die lothringischen und luxemburgischen Werke ihre Erzeugung in den eigenen Walzwerken verbrauchten. Die reinen Walzwerke hatten deshalb wachsende Schwierigkeiten, Halbzeug zu bekommen. Die Preise hoben sich im Laufe der Berichtszeit um etwa 40 Fr. die Tonne.

In Walzerzeugnissen hielt die im September festgestellte bessere Geschäftslage auch im Oktober an. Einige Ueberseeländer, besonders der Osten, traten mit guter Nachfrage hervor, auch Australien kam an den Markt. Von der Herabsetzung der Frachten nach Indien und dem Fernen Osten erhoffte man eine Ausdehnung des Ausfuhrgeschäftes. Doch schon im November wurde ein Nachlassen der Anfragen bemerkbar, und der Wettbewerb verstärkte sich. Namentlich nach England wurde der Verkauf infolge der dortigen Preisenkung beinahe unmöglich. Die Werke waren am Jahresende im Umfange ihrer verringerten Erzeugung noch befriedigend mit Aufträgen versehen. Die Preise zogen bis Dezember an, bröckelten jedoch gegen Jahresende infolge des starken Wettbewerbs wieder ab. — In Eisenbahnoberbaueisen fand eine Verdingung der belgischen Staatsbahnen von 500 Paar Laschen zur Verbindung von 50-kg-Vignolschienen mit solchen von 57-kg-Schienen statt, bei der bei 8 Bewerbern das niedrigste belgische Angebot 5500 Fr. die 100 Stück, das höchste 8350 Fr. betrug. — Gute Aufträge wurden für den Bedarf der inländischen Konstruktionswerkstätten gebucht, die auf Grund älterer Aufträge für mehrere Monate mit Arbeit versehen waren. Es herrschte jedoch Beunruhigung darüber, daß in den letzten Monaten keine Aufträge von Bedeutung hereinkamen, da sich die deutschen Werke infolge des niedrigen Marktwertes alle nennenswerten Lieferungen zu Preisen sicherten, die für die belgischen Werkstätten verlustbringend gewesen wären. Auch über die starken Zollerhöhungen Frankreichs beklagte sich die Vereinigung belgischer Konstruktionswerke in einem Schreiben an den Finanzminister, die besonders das befreundete Belgien trafen, während die französische Industrie Dank des maßvollen belgischen Zolltarifs seine Absatzziffer auf dem belgischen Inlandmarkt ständig erhöhe. Sie verlangte daher eine Durchsicht des belgischen Tarifs, die geeignet wäre, handelspolitische Verhandlungen und Abmachungen zu ermöglichen. — Stabeisen und Träger lagen im ganzen ruhig; Flußstabeisen kostete Ende des Jahres für die Ausfuhr 430 bis 435 Fr., Träger 410 bis 415 Fr., Bandeisen, das besser ge-

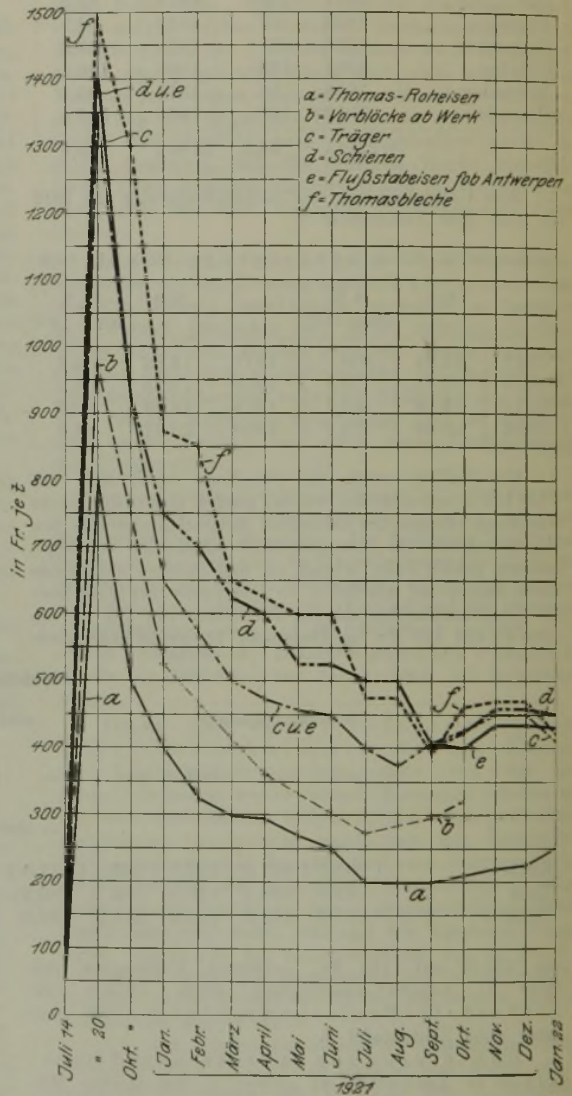


Abbildung 1. Die Preisentwicklung am belgischen Eisenmarkt seit Juli 1914.

fragt wurde, 650 Fr. Grundpreis, Walzdraht in Ringen 525 Fr., Drahtstäbe 550 Fr. — Der Bedarf an Blechen, besonders Mittel- und Feinblechen, konnte nicht gedeckt werden, es wurden Lieferfristen bis 4 Monate verlangt, da die Blechwalzwerke, die ihre Triebkraft vielfach von Wasserläufen beziehen, durch die Trockenheit entweder ganz stilllagen oder nur mit starken Einschränkungen arbeiten konnten, und außerdem die Beschaffung der nötigen Platinen Schwierigkeiten bereitete. In den Preisen wurde der Markt durch den deutschen Wettbewerb beeinträchtigt, der bis zu 390 Fr. die t anbot, während belgische Preise zwischen 460 und 520 Fr. lagen.

Zahlentafel 8. Preise.

	Juli 1914	Juli 1920	Oktober 1920	Jan. 1921	April 1921	Juli 1921	Sept. 1921	Oktober 1921	Nov. 1921	Dez. 1921	Januar 1922
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
Thomas-Roheisen . . . . .	61	800	500	400	295	200	200	210	220	225	250
Gießerei-Roheisen Charleroi . . . . .	61	—	—	—	300	215	215	230	227,50	227,50	260
„ „ Luxemburg . . . . .	65	800	500	425	280	200	205	205	240	240	240
Vorböcke ab Werk . . . . .	96,50	975	750	525	350—375	275	290—300	320—325	325	—	360
Knüppel „ „ . . . . .	104	1000	775	550	375—385	285—295	305—310	340—350	350—360	—	375—385
Platinen „ „ . . . . .	106,50	1050	800	575	390—400	300	320—325	360—365	370—375	400	400—410
Träger . . . . .	157,50	1350	900—950	650	475	400	410	430	450	450	410
„ fob Antwerpen . . . . .	130,25	1450	900—950	650	475	400	410	400	435	435	410
Schienen . . . . .	145—150	1400	900—950	750	600	500	400	425	460	460	450
„ für die Ausfuhr . . . . .	160	1450	900—950	750	600	500	400	400	440	450	440
Schweißstabeisen Nr. 2 . . . . .											
„ frei belg. Bahnhof . . . . .	117,50	1400	900—950	650	475	400	410	430	450	450	430
„ fob Antwerpen . . . . .	110	—	900—950	650	475	400	410	400	435	435	430
Flußstabeisen . . . . .											
„ frei belg. Bahnhof . . . . .	115—122,50	1350	900—950	650	475	400	410	430	450	450	430
„ fob Antwerpen . . . . .	102,50	1400	900—950	650	475	400	410	400	435	435	430
Bleche Nr. 2 aus Schweißstabeisen . . . . .											
„ frei belg. Bahnhof . . . . .	130	—	1300	875	625	475	390	460	470	470	420
„ für die Ausfuhr . . . . .	122,50	—	1300	875	625	475	390	460	430	430	420
Thomasbleche . . . . .	122,50	1500	1300	875	625	475	390	460	470	470	420
„ für die Ausfuhr . . . . .	117,50	1550	1300	875	625	475	390	400	430	460	450
Martinbleche . . . . .	130	1600	1400	925	675	500	400	470	480	480	430
„ für die Ausfuhr . . . . .	125	1650	1400	925	675	500	400	410	460	450	440

Die Preisentwicklung der einzelnen Erzeugnisse ist aus vorstehender Zahlentafel sowie aus der beigegebenen Abbildung 1 ersichtlich.

**Aus der saarländischen Eisenindustrie.** — Die Werke des Saargebietes sind noch reichlich mit Aufträgen versehen. Der Absatz in Stahlerzeugnissen nach Deutschland hat in den letzten Monaten angesichts der hohen Herstellungskosten eine immer größer werdende Einschränkung, der Absatz nach Frankreich dagegen eine Zunahme erfahren. Von der französischen Behörde wird beabsichtigt, das Saarkohlen-Gebiet und das Minette-Gebiet an die Westhäfen Frankreichs und die Kanäle von Paris anzuschließen. Die Vorarbeiten sind in die Wege geleitet worden. — Die Kohlenförderung im Saargebiet betrug im Jahre 1921 9 823 700 t gegen 9 410 000 t im Vorjahre.

Dem von der Regierungskommission Ende Dezember 1921 dem Völkerbund erstatteten Sonderbericht über die wirtschaftliche Lage des Saargebietes<sup>1)</sup> seien auszugsweise folgende Angaben entnommen: Von den 30 Hochöfen der 5 saarländischen Eisenwerke waren unter Feuer im Februar 1920 (beim Regierungsantritt der Kommission) 15; im Jahre 1921 im Januar 19, Februar 20, März 20, April 20, Mai 21, Juni 21, August 19, September 18, Oktober 18, November 20. (Der Bericht verweist vergleichsweise auf die Nachbarschaft des Saargebietes: in Luxemburg waren im September 1921 von 57 Hochöfen lediglich 18, in Lothringen im Oktober 1921 von 65 Hochöfen 25 unter Feuer.) Die Erzeugung von Roheisen stieg von 46 000 t im Februar 1920 auf 68 500 t im Januar 1921, betrug 85 000 t im März, 92 000 t im Juli, 66 000 t im September, 95 000 t im Oktober. (Im Jahre 1913 belief sich die durchschnittliche Monatsleistung auf rund 100 000 t.) Der Lagerbestand war mit nicht ganz 24 000 t am höchsten im Juni und ging bis Oktober auf 12 000 t zurück. Die Erzeugung von Stahl in Barren (Thomas-, Martin- und Elektro Stahl) — im Februar 1920: 54 000 t — hielt sich im Laufe des Jahres 1921 beständig über 65 000 t (der niedrigsten, im April festgestellten Zahl); sie betrug im Juli und August 81 000 t, September 66 000 t, Oktober 82 000 t, November 87 000 t. Die Lagerbestände an Stahl haben sich im ersten Teile des Jahres 1921 vergrößert, erreichten im Mai mit 131 000 t ihren Höhepunkt, verminderten sich dann und betrugen im Dezember etwa 111 000 t. Die Arbeiterzahl, die sich im Februar 1920 auf 26 000 belief, stieg im Jahre 1921 im Januar auf 27 000, im Juni und Juli nach und nach auf 29 000, fiel im August infolge der einstweiligen Schließung eines Werkes (Röchling-Völklingen) auf 25 000, um im Oktober wieder auf 28 700 und im November auf 29 000 zu steigen.

<sup>1)</sup> Nach der Deutschen Bergw.-Ztg.

**Aus der luxemburgischen Eisenindustrie.** — Die Belieferung der luxemburgischen Hüttenwerke mit deutschem Koks hat sich in letzter Zeit merklich gebessert, wohingegen die Kokslieferungen aus Belgien zurückgegangen sind. Einige der wegen Koks mangels gedämpften Hochöfen sind wieder in Betrieb gesetzt worden. Die Selbstkosten der Werke sind infolge der Erhöhung des französischen Kokspreises erneut erheblich gestiegen. Sie werden eine weitere Erhöhung erfahren, wenn infolge des deutschen Eisenbahner-Streiks die Kokslieferungen wieder geringer werden und Betriebseinschränkungen erforderlich machen. Sowohl in Roheisen als auch in Walzeisen haben die Werke noch reichlich Aufträge auszuführen. In schwereren Walzeisenprofilen sind die Werke aufnahmefähiger. Das Differdinger Walzwerk wird in Kürze wieder in Betrieb kommen.

**Aus der französischen Eisenindustrie.** — Der französische Eisenmarkt wird immer noch durch die Frage der Versorgung der Hüttenwerke mit Koks beherrscht. Die gedämpften Hochöfen in Ostfrankreich sind, nachdem von Deutschland mehr Koks hereingekommen ist, allmählich wieder in Betrieb gesetzt worden, so daß jetzt in Lothringen 24 Hochöfen gegen 17 Ende Dezember unter Feuer stehen. Außerdem beabsichtigen Michéville und Senelle-Maubeuge in Bälde einen weiteren Ofen in Betrieb zu setzen. Auf Grund besonderer behördlicher Vereinbarungen zwischen Frankreich und Deutschland ist die zu liefernde Koksmenge auf 16 000 bis 17 000 t je Tag festgesetzt worden. Diese Koks-Versandmenge ist in letzter Zeit nahezu erreicht, an einigen Tagen Anfang Januar sogar überschritten worden. Die französischen Werke sind anscheinend mit dieser Koksmenge nicht zufrieden, da verlangt worden ist, daß die Kohlenlieferungen zugunsten der Kokslieferungen verringert werden.

Anzeichen eines Umschwunges der Marktlage sind bisher nicht festzustellen. Durch die mangelhafte Koksversorgung gegen Ende vorigen Jahres sind die Werke vielmehr mit der Abwicklung ihrer Lieferungsverpflichtungen sehr in Rückstand gekommen. Zweifelsohne wird der jüngste Eisenbahner-Streik in Deutschland eine Verringerung in der Kokszufuhr im Gefolge haben, die wiederum eine Stockung in den Betrieben nach sich ziehen wird.

Das Geschäft wird weiter beeinflusst durch die Ungewißheit in der Festsetzung des Kokspreises. Für den Monat Januar ist der Koks durchschnittspreis, der sich aus der Notierung für den deutschen Koks und dem Preise des von den französischen Zechen zu liefernden Kokses zusammensetzt, erst gegen Ende des Monats auf 80,— Fr. (gegen bisher 65,— Fr.) je t festgesetzt worden. Für den Monat Februar ist noch keine Entscheidung getroffen worden. Voraussichtlich wird der Durchschnittskokspreis infolge der Erhöhung des deutschen Koks-

preises um 10,—, also auf 90,— Fr. je t heraufgesetzt werden. Für Lieferungen von Roheisen und Stahlerzeugnissen nach dem Ausland ist eine Rückvergütung vorgesehen, die etwa dem Unterschied zwischen dem festzusetzenden Durchschnittspreis und dem Einstandspreis des deutschen Koks gleichkommen wird. Dem Durchschnittskokspreise, welcher sich frei deutscher Grenze versteht, ist ein Frachtzuschlag hinzuzurechnen, der sich für die Werke des Longwy-Gebietes auf 9,— Fr., des Nancy-Gebietes auf 10,— Fr., des nördlichen Industriegebietes auf 12,— Fr. und für Mittel-Frankreich auf 15,— Fr. je t stellt. Der Preis für den französischen Koks ist bei der Errechnung des Durchschnittspreises mit 115,— Fr. je t angesetzt worden.

Die Nachfrage nach Roheisen ist nach wie vor sehr stark. Die Erzeugung hat gegen den Vormonat eine Steigerung erfahren, so daß einige Hüttenwerke wieder in der Lage sind, Roheisen für die Ausfuhr abzugeben. Die Nachfrage nach Hämatit-Roheisen hält ebenfalls an. Halbzeug ist sehr gesucht. Die Erzeugung reicht nicht aus, um den Bedarf der einheimischen Walzwerke zu decken. Für die Ausfuhr sind größere Mengen nicht zu erhalten. In Walzzeug sind die Werke ebenfalls noch auf Monate hinaus beschäftigt. Besonders in den feineren Walzeisensorten verlangt man Lieferzeiten von etwa vier bis fünf Monaten, während Aufträge in den schweren Profilen mit etwa zwei bis drei Monaten Lieferzeit und weniger unterzubringen sind. Besonders in Feiblechen ist die Nachfrage sehr stark geblieben.

Die Gesamtförderung der lothringischen Eisenerzgruben im Jahre 1921 bezifferte sich auf 7 816 764 t gegen 8 075 000 t im Jahre 1920. Die Vorräte an Erzen in dem gesamten Minette-Gebiet betragen etwa 12 000 000 t. Die Roheisenerzeugung Frankreichs im verflossenen Jahre betrug etwa 3 250 000 t gegen 3 400 000 t im Vorjahre. Die Kohlenförderung wird mit rd. 29 300 000 t angegeben.

Die Verhandlungen zwecks Erneuerung und Erweiterung des Comptoir Sidérurgique werden fortgesetzt. Man ist zurzeit mit der Frage der Festsetzung der Beteiligungsziffern beschäftigt. Mit den belgischen, luxemburgischen und englischen Eisen Industriellen haben Ende Januar in Paris Besprechungen zwecks eines gemeinsamen Zusammenschlusses stattgefunden. Grundsätzlich hat man sich mit der Bildung eines internationalen Stahlwerks-Verbandes einverstanden erklärt. Solange jedoch die Eisenindustrie in den einzelnen Ländern zu keinem Zusammenschluß gelangt ist, dürfte auch kaum die beabsichtigte englisch-französische-belgische-luxemburgische Verständigung erreicht werden.

Die Eisen- und Stahlindustrie der Vereinigten Staaten im Jahre 1921. — Das Jahr 1921 stand für die Eisen- und Stahlindustrie der Vereinigten Staaten im Zeichen schweren Niederganges, ständig sinkender Preise, wachsender Arbeitslosigkeit, fortschreitenden Lohnabbaus und schwerer geldlicher Verluste der Eisen- und Stahlwerke. Die tatsächliche Erzeugung verhielt sich zur möglichen Lei-

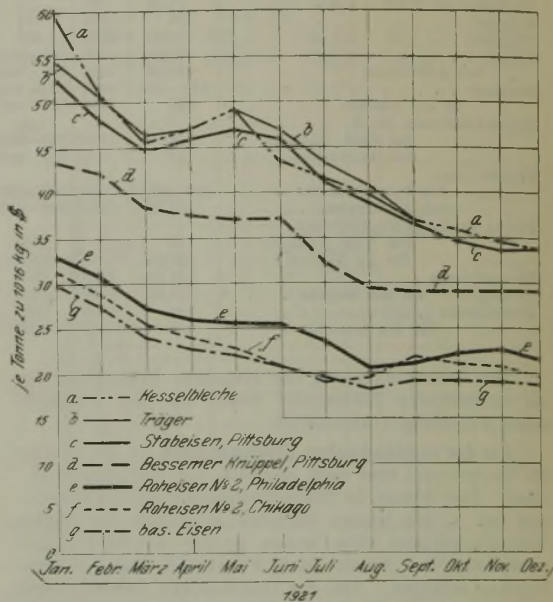


Abbildung I. Preise am amerikanischen Eisen und Stahlmarkt.

stungsfähigkeit so ungünstig wie noch nie zuvor. Der Auftragsbestand des Stahltrusts<sup>1)</sup> machte Ende des Jahres 1921 zwar noch 81 % von 1911/13 aus; dabei ist aber die gewaltige Vergrößerung der amerikanischen Industrie während des Krieges zu berücksichtigen, die eigentlich einen weit höheren Bestand als in den Vorkriegsjahren rechtfertigen würde. Die Rohisenerzeugung<sup>2)</sup> betrug im Juli nur 37 % der Durchschnittserzeugung der Jahre 1911 bis 1913, hob sich allerdings in den folgenden Monaten bis Dezember wieder auf 71 %; im Monatsdurchschnitt wurden im Jahre 1921 rd. 45 % der Leistung des Jahres 1920 hergestellt. Die Ausfuhr an Eisen- und Stahlerzeugnissen war

Zahlentafel I. Preise der hauptsächlichsten Eisen- und Stahlerzeugnisse der Vereinigten Staaten im 2. Halbjahre 1921.

	Januar 1921	April 1921	Juli 1921	August 1921	September 1921	Oktober 1921	November 1921	Dezember 1921
je Tonne zu 1016 kg in \$								
Roheisen Nr. 2, Philadelphia	33,34	26,26	23,55	20,64	21,22	22,23	22,74	21,82
„ „ 2, Cincinnati	36,75	28,00	24,75	23,50	23,50	23,50	22,90	21,75
„ „ 2, Chicago	31,50	24,00	19,00	19,55	21,75	21,00	20,60	19,63
Basisches Eisen	30,00	22,88	19,38	18,20	19,13	19,19	19,00	18,63
Bessemer Eisen, Pittsburg	33,96	26,96	22,84	21,96	21,96	21,96	21,96	21,96
Bessemer Knüppel, „	43,50	37,50	32,25	29,60	29,00	29,00	29,00	29,00
Walzdraht, Pittsburg	57,00	49,00	43,00	41,80	39,50	40,50	40,00	38,00
Stabeisen, Pittsburg, je Pfd.	2,35 cts.	2,05 cts.	1,84 cts.	1,74 cts.	1,63 cts.	1,55 cts.	1,50 cts.	1,50 cts.
Kesselbleche „ „ „	2,65 cts.	2,10 cts.	1,85 cts.	1,78 cts.	1,64 cts.	1,60 cts.	1,54 cts.	1,50 cts.
Träger usw. „ „ „	2,45 cts.	2,10 cts.	1,93 cts.	1,82 cts.	1,64 cts.	1,60 cts.	1,54 cts.	1,50 cts.
Drahtnägel, „ \$ je 100 Pfd	3,25 \$	3,13 \$	2,81 \$	2,75 \$	2,86 \$	2,90 \$	2,84 \$	2,69 \$
je Tonne zu 1016 kg in \$								
Stabeisen, Pittsburg	52,64	45,92	41,22	38,98	36,51	34,72	33,60	33,60
Kesselbleche „	59,36	47,04	41,44	39,87	36,74	35,84	34,50	33,60
Träger usw. „	54,88	47,04	43,23	40,77	36,74	35,84	34,50	33,60
Drahtnägel „	72,80	70,11	62,94	61,60	64,06	64,96	63,62	60,20

1) Vgl. St. u. E. 1922, 2. Febr., S. 200. 2) Vgl. St. u. E. 1922, 9. Febr., S. 236.

dementsprechend gering und betrug nach den Angaben des statistischen Reichsamts<sup>1)</sup>:

	1920	1921		1920	1921
	1000 gr. t			1000 gr. t	
Januar . . .	334	547	Juli . . .	459	87
Februar . . .	308	393	August . . .	432	76
März . . .	417	231	September . . .	409	95
April . . .	395	163	Oktober . . .	452	107
Mai . . .	420	143	November . . .	434	122
Juni . . .	403	119	Dezember . . .	499	.

Seit August stiegen auch diese Zahlen wieder langsam an; die Ausfuhr der ersten elf Monate des Berichtsjahres machte rd. 47 % der elf ersten Monate des Vorjahres aus. Für eine Reihe von Stahlwaren war Japan der größte Abnehmer, so für Stahlplatten, von denen 62 % der Gesamtausfuhr nach Japan gingen. An Schienen bezog Japan aus Amerika mit 32 600 t weit mehr als irgend ein anderes Land.

Die Entwicklung der Preise<sup>2)</sup> ist aus Zahlentafel I und Schaubild I ersichtlich.

**United States Steel Corporation.** — Nach dem neuesten Vierteljahresausweis des Stahltrustes für das vierte Vierteljahr 1921 hat die Roheinnahme gegenüber dem Vorvierteljahr wieder eine geringe Zunahme erfahren. Die Einnahme betrug nach Abzug der Zinsen für die Schuldverschreibungen der Tochtergesellschaften 19 612 033 \$ gegen 18 918 058 \$ im Vorvierteljahr und 43 877 862 \$ im vierten Vierteljahr 1920. Auf die einzelnen Monate des Berichtsvierteljahres, verglichen mit der gleichen Zeit des Vorjahres, verteilen sich die Reineinnahmen wie folgt:

	1921	1920
	\$	\$
Oktober . . . . .	8 204 358	16 775 443
November . . . . .	6 440 438	15 002 919
Dezember . . . . .	4 967 237	12 099 500
zusammen	19 612 033	43 877 862

In den einzelnen Vierteljahren 1921 und 1920 wurden eingenommen:

	1921	1920
	\$	\$
1. Vierteljahr . . . . .	32 286 722	42 089 019
2. Vierteljahr . . . . .	21 892 016	43 155 705
3. Vierteljahr . . . . .	18 918 058	48 051 540
4. Vierteljahr . . . . .	19 612 033	43 877 862
ganzes Jahr	92 708 829	177 174 126

Von der Reineinnahme des vierten Vierteljahres 1921 verbleiben nach Abzug der Zuweisungen an den Erneuerungs- und Tilgungsbestand, der Abschreibungen sowie der Vierteljahrszinsen für die eigenen Schuldverschreibungen im Betrage von insgesamt 13 315 787 \$ gegen 13 224 362 \$ im Vorvierteljahr und 17 362 332 \$ im vierten Vierteljahr 1920 ein Reingewinn von 6 296 246 \$ gegen 5 693 196 \$ im dritten Vierteljahr 1921. Auf die Vorzugsaktien wird wieder der übliche Vierteljahrs-Gewinnausteil von 1 3/4 % = 6 304 919 \$, auf die Stammaktien 1 1/4 % oder 6 353 781 \$ ausgeteilt. Nach Verrechnung des Reingewinns verbleibt somit ein Verlust von 5 280 901 \$ gegen 6 965 504 \$ Verlust in den drei vorhergehenden Monaten und 14 481 446 \$ Uberschuß im letzten Viertel des Jahres 1920.

**Deutsch-Luxemburgische Bergwerks- und Hütten-Aktiengesellschaft zu Bochum.** — Der Bericht über das Geschäftsjahr 1920/21 umfaßt das erste Geschäftsjahr der Interessengemeinschaft des Unternehmens mit der Gelsenkirchener Bergwerks-Aktiengesellschaft, der Siemens & Halske, A.-G., Berlin und der Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. Schuckert & Co., Nürnberg. Die an die Interessengemeinschaft geknüpften Erwartungen auf ein erfolgreiches geschäftliches Zusammengehen haben sich in vollem Maße verwirklicht. Der Betrieb ist

auf allen Abteilungen ohne größere Störung verlaufen, obwohl gleich zu Beginn des Berichtsjahres wilde Streiks auf verschiedenen Werken schwere Erschütterungen hervorriefen, die nicht nur dem Unternehmen, sondern auch der Arbeiterschaft große Verluste brachten. Für Neuanlagen wurden insgesamt 32 805 203,40 *M* verausgabt. Die Betriebe waren gut beschäftigt, konnten aber infolge der Koks- und Kohlennot nicht annähernd ausgenutzt werden. Für Steuern und soziale Lasten wurden insgesamt 207 509 849,— *M* verausgabt. Die Zahl der Arbeiter und Angestellten betrug im Monatsdurchschnitt 46 710. Die mit dem Unternehmen in Betriebsgemeinschaft stehenden Werke arbeiteten befriedigend. Die Stahlwerke Brüninghaus verteilen 30 %, die Firma Thomée A.-G. 30 %, die A.-G. Carl Berg 20 % Gewinn. — Die letztjährigen Ziffern aus Abschluß, Gewinn- und Verlustrechnung der Berichtsgesellschaft sind aus nachstehender Zahlentafel ersichtlich.

in <i>M</i>	1918/19	1919/20	1. 7. 20 bis 30. 9. 20	1. 10. 20 bis 30. 9. 21
Aktienkapital . . .	130 000 000	130 000 000	130 000 000	260 000 000
Anleiheschuld . . .	65 476 700	58 372 000	57 729 500	71 664 814
Vortrag . . . . .	938 055	836 899	746 323	698 529
Betriebsüberschuß <sup>1)</sup>	53 314 090	71 518 701	16 121 317	68 753 761
Hypotheken- u. Anleihezinsen, Steuern	9 140 851	15 951 236	4 106 204	—
Abschreibungen . . .	29 000 000	29 000 000	8 000 000	30 000 000
Reingewinn . . . . .	15 173 239	26 567 472	4 015 113	38 753 761
Reingewinn einsch. Vortrag . . .	16 111 294	27 404 371	4 761 436	39 452 290
Rücklage für Zinsbogensteuer . . .	400 000	400 000	—	400 000
Wohlfahrtszwecke . . .	—	10 000 000	—	10 000 000
Gewinnanteile . . . . .	574 394	658 018	162 907	1 389 226
Gewinnausteil . . . . .	14 300 000	15 600 000	3 900 030	26 000 000
„ % . . . . .	11	12	3	20
Vortrag . . . . .	836 899	746 323	698 529	1 663 065

Die übrigen Werke des Siemens-Rheinlbe-Schuckert-Union-Konzerns werden gemäß ihrer Beteiligung an dem Zusammenschluß einen gleichen bzw. entsprechenden Gewinn wie die Berichtsgesellschaft ausschütten, während der Bochumer Verein gemäß dem mit ihm geschlossenen Sonderabkommen einen um 10 % höheren Gewinn zur Verteilung bringen wird.

**Gelsenkirchener Bergwerks - Aktien - Gesellschaft, Rheinlbe bei Gelsenkirchen.** — Im Geschäftsjahre 1920/21 schloß das Unternehmen in Gemeinschaft mit der Deutsch-Luxemburgischen Bergwerks- und Hütten-Aktiengesellschaft einen Interessengemeinschaftsvertrag mit der Siemens & Halske, Aktiengesellschaft, Siemensstadt bei Berlin und der Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, vormals Schuckert & Co., Nürnberg, sowie mit dem Bochumer Verein für Bergbau und Gußstahlfabrikation in Bochum, ab. Schon die kurze Zeit des Bestehens dieses Zusammenschlusses hat den Beweis erbracht, daß die Werke mit der Vereinigung ihrer die Rohstoffe bis zur Verfeinerung verarbeitenden Betriebe auf dem richtigen Wege sind, da die Möglichkeit wirtschaftlicheren Arbeitens nicht nur den Beteiligten, sondern auch der gesamten deutschen Wirtschaft durch Ersparnisse an Volksvermögen bedeutende Vorteile gebracht hat. Die Kohlenförderung erfuhr eine etwa 10 %ige Steigerung, die allerdings in der Hauptsache auf die im ersten Halbjahre verfahrenen Uberschichten sowie auf Belegschaftsvermehrung zurückzuführen ist. Der Betrieb in den Hüttenabteilungen verlief ohne wesentliche Störungen; die in Betrieb genommenen Neuanlagen haben den an sie gestellten Erwartungen entsprochen. Die Ausgaben für Wohlfahrtszwecke stiegen auf etwas über 16 Mill. *M*. Im Monatsdurchschnitt wurden rd. 55 000 Arbeiter beschäftigt. Die öffentlichen Lasten beliefen sich auf rd. 355 Mill. *M*. — Ueber die Gewinn- und Verlustrechnung und über die Verwendung des

<sup>1)</sup> Der Uberschuß sämtlicher Abteilungen ist er<sup>re</sup>chnet nach Abzug aller Betriebsausgaben, Handlungs- und Bureauunkosten, Beiträge zu Vereinigungen, Berufsgenossenschaften, Knappschaftsvereinen, Unterstützungen von Beamten und Arbeitern usw.

<sup>1)</sup> Wirtschaft und Statistik 1922, 30. Jan., S. 44/5.

<sup>2)</sup> Vgl. St. u. E. 1921. 18. Aug., S. 1167/8.

Reingewinnes gibt nachstehende Zusammenstellung Aufschluß.

in M	1918	1919	1. 1. bis 30. 9. 1920	1. 10. 1920 bis 30. 9. 1921
Aktienkapital . . .	188 000 000	188 000 000	188 000 000	318 000 000
Anleihen . . . . .	51 169 000	51 616 000	49 431 000	69 183 205
Vortrag . . . . .	3 196 216	1 279 861	628 489	977 081
Betriebsgewinn . .				
Einnahmen aus Be- teilungen . . . . .	32 227 530	35 369 197	47 463 486	72 265 669
Rohgewinn ein- schl. Vortrag . . .	35 423 746	36 649 058	48 091 974	73 242 750
Abschreibungen . .	22 165 990	13 457 769	35 000 000	45 000 000
Reingewinn ein- schl. Vortrag . . .	13 257 756	23 191 288	13 091 974	28 242 750
Beamten und Ar- beiterunterstütz- rücklage . . . . .	500 000	1 190 168	—	—
Vergütung an den Aufsichtsrat . . . .	197 895	692 631	414 894	1 327 660
Gewinnausteil . . .	1 280 000	20 680 000	11 700 000	26 000 030
„ „ % . . . . .	6	11	9	20 <sup>1)</sup>
Vortrag . . . . .	1 279 861	628 489	977 081	915 030

**Metallbank und Metallurgische Gesellschaft. Aktien-  
gesellschaft, Frankfurt am Main.** — Die Grundlagen der  
wirtschaftlichen Verhältnisse haben sich seit dem letzten  
Bericht wenig verändert. Noch immer wird jede geschäft-  
liche Erwägung von der völligen Unsicherheit in Bezug  
auf unsere Währung beherrscht. Je nach ihrem Stand  
wechseln schnell schlechte und gute Konjunktoren, so  
daß sich auch das Ende der jetzigen lebhaften industriellen  
Tätigkeit bereits wieder absehen läßt. Sie wird als üble  
Folge einen wieder wesentlich erhöhten Selbstkosten-  
stand zurücklassen, der einen etwaigen Rückschlag um so  
bedenklicher macht. Mit weiteren erheblichen Steigerun-  
gen der Unkosten und Steuern ist zu rechnen. Die Unter-  
nehmen, an denen die Berichtsgesellschaft beteiligt ist,  
haben im abgelaufenen Jahre bei gutem Beschäftigungs-  
stand befriedigend gearbeitet. Die Metallgesellschaft  
hat ihr Aktienkapital auf 72 Mill. M Stamm- und 12 Mill. M  
5 %ige Vorzugsaktien verdoppelt. Auf die Stamm-  
aktien soll für 1920/21 eine Dividende von 20 % verteilt  
werden. Die in der „Berzelius“ Metallhütten Aktien-  
gesellschaft zusammengeschlossenen Zinkhütten konnten  
etwas größere Teile der Anlagen im Betrieb halten, als  
dies im Vorjahr der Fall war. Die Aktiengesellschaft

<sup>1)</sup> Auf 130 Millionen M Stammaktien.

## Zur Kanalverbindung Rheinland-Westfalens mit den Hansastädten.

Die Frage der zweckmäßigsten Verbindung des  
rheinisch-westfälischen Industriegebiets mit den Hansa-  
städten durch einen Wasserweg ist in jüngster Zeit  
einer erfreulichen Klärung zugeführt worden. Schon in  
den früheren Ausführungen des Verfassers<sup>1)</sup> wurde  
darauf hingewiesen, daß eine Linie für den Kanal gefunden  
werden müsse, die, ohne Bremen zu umgehen, den weit-  
aus bedeutenderen Versand vom Ruhrgebiet nach Ham-  
burg so viel wie möglich verbilligt. Weder der Bramsche-  
Stade-Kanal noch der sogenannte Hoya-Kanal ent-  
sprach diesem Erfordernis, am nächsten kam ihm noch  
der von Reg.-Baum. Plate, Bremen, vorgeschlagene  
Bramsche-Achim-Kanal. Auch dieser Plan war aber  
in seiner ursprünglichen Fassung nicht geeignet, all-  
gemeine Zustimmung zu finden. Er sah die Verbindung  
mit Bremen durch eine auf der Strecke Bramsche - Achim  
fast parallel laufende besondere Abzweigung vor. Für  
den Abschnitt vom Mittellandkanal bis zur Weser bedeu-  
tete das eine Doppellinie, die nur mit entsprechend er-  
höhten Kosten herzustellen war. Das wäre besonders  
unter den heutigen Verhältnissen nur zu rechtfertigen  
gewesen, wenn die Benutzung des Kanalstücks Bramsche-  
Achim zur Verbindung mit Bremen wirtschaftlich nicht  
möglich war. Es sei dahin gestellt, ob dann der ganze  
Plan überhaupt noch seinen wirtschaftlichen Zweck  
hätte erfüllen können.

<sup>1)</sup> Vgl. St. u. E. 1921, 22. Sept., S. 1330/7.

Kühnle, Kopp & Kausch in Frankenthal verteilt für  
das Geschäftsjahr 1920/21 einen Gewinn von 20 %.  
Auch die für die Bearbeitung technischer Geschäfte  
geschaffenen Tochtergesellschaften haben gut gearbeitet.  
Die Lurgi Gesellschaft für Chemie und Hütten-  
wesen m. b. H. konnte den Absatz ihrer Apparate, ins-  
besondere nach dem Ausland, steigern. In Deutschland  
hat an dieser Absatzsteigerung das Dwight-Lloyd-Ver-  
fahren zum Sintern von Feinerzen einen Hauptanteil;  
das Verfahren verschaffte sich im Berichtsjahr in erster  
Linie bei den Eisenhütten weiter guten Eingang.  
Die Lurgi Apparatebau-Gesellschaft m. b. H.,  
deren Haupt-Arbeitsgebiet die Entwicklung der elektri-  
schen Gasreinigung ist, hat im Laufe des Geschäftsjahres  
weitere Anwendungsmöglichkeiten für das Verfahren er-  
schlossen. Neben den Anlagen, die der Reinigung der  
für die Schwefelsäureherstellung bestimmten Gase dienen,  
sind die Anlagen zur Reinigung von Hüttengasen unter  
Wiedergewinnung des meist wertvollen Metallstaubes  
von gleicher Bedeutung geworden. Mit der Deutschen  
Gold- und Silber-Scheideanstalt vormals Roessler  
soll eine neue Interessengemeinschaft abgeschlossen  
werden. — Die Ausdehnung der geschäftlichen Tätigkeit  
des Berichtsunternehmens und die gleichzeitige Ent-  
wertung der Mark machen eine Erhöhung der eigenen  
Mittel erforderlich. Zu diesem Zwecke soll das Stamm-  
aktienkapital von 75 000 000, — M auf 105 000 000, — M  
und das 6 %ige Vorzugsaktienkapital von 25 000 000, — M  
auf 35 000 000, — M erhöht werden. Sowohl die neuen  
Stamm- als auch die neuen Vorzugsaktien sind ab 1. Okto-  
ber 1921 gewinnausteilberechtigt. — Die Ertragsrechnung  
weist an Einnahmen aus: Gewinnvortrag aus dem Vor-  
jahre 891 858,30 M; Erträge aus Aktien, Anteilen, Kuxen  
und Schuldverschreibungen 12 538 450,02 M; sonstige  
Gewinne 19 774 197,81 M; Zinsen und Wechselzinsen  
3 598 472,18 M, zusammen 36 802 978,31 M. An Un-  
kosten und Steuern sind 16 227 992,85 M in Abzug zu  
bringen, so daß ein Reingewinn von 20 574 985,46 M  
verbleibt. Hiervon werden 1 100 000 M der gesetzlichen  
Rücklage, 40 000 M der Zinsscheinsteuerrücklage und  
100 000 M der Ruhegehaltskasse überwiesen, 4 708 360,57 M  
Gewinnanteile an Aufsichtsrat, Vorstand und Beamte  
verteilt, 13 738 541,66 M Gewinn (6 % auf 25 Mill. M  
Vorzugsaktien zeitaufteilig = 238 541,66 M und 18 %  
auf 75 Mill. M Stammaktien = 13,5 Mill. M) ausgeschüttet  
und 888 083,23 M auf neue Rechnung vorgetragen.

Solange ein Wettbewerb der verschiedenen Linien  
bestand, mußte dieser ein Hindernis bilden, in Rhein-  
land-Westfalen alle Wirtschaftskreise für die Durch-  
führung des großen Gedankens zu gewinnen. Nur eine  
Linie, die den oben erwähnten allgemeinen Voraus-  
setzungen entspricht und dabei allen Beteiligten gerecht  
wird, kann heute Aussicht auf Verwirklichung haben.  
Diese Erkenntnis hat sicher dazu beigetragen, daß unter  
äußerster Zurückstellung aller kostspieligen Sonderwünsche  
der Hansastädte eine solche gemeinsame Linie gefunden  
wurde. Es ist dies der Hansa-Kanal, dessen besondere  
Merkmale gegenüber den bisherigen Plänen kurz dar-  
gestellt werden sollen (vgl. Abb. 1). Die Abzweigung vom  
Mittellandkanal beginnt wie bisher bei Bramsche. In  
fast gerader Linie wird die Weser erreicht und auf einer  
Kanalbrücke bei Achim überschritten. Die Verbindung  
nach Bremen ist durch eine Abstiegschleuse nach der  
Weser oberhalb Bremens gedacht, die Anlage einer Doppel-  
linie und die spiegelgleiche Kreuzung des Bramsche-  
Stade-Kanals sind also vermieden. Das hannoversche  
Wirtschaftsgebiet, das dem Kanal noch wertvollen Ver-  
kehr zuführen könnte, soll durch eine Aufstiegschleuse  
aus dem Wesertal angeschlossen werden. Der Abschnitt  
von der Weser bis zur Elbe ist ebenfalls gradlinig, kurz  
vor der Einmündung in die Elbe bei Horneburg teilt sich  
der Kanal. Ein rechter Arm mündet bei Hamburg in die  
Süderelbe, ein linker Arm soll an Stade vorbei zur Unter-  
elbe führen und die Verbindung mit Kiel durch den Nord-



- Bd. 1. Deutschösterreich. Staatsschuld Oesterreich-Ungarns (Liquidation). (XLVIII, 1267 S.)
- Bd. 2. Tschechoslowakei, Jugoslawien. (LXIV, 1456 S.)
- Bd. 3. Ungarn. (LVI, 1172 S.)
- Ebell, Max: Wilhelm Mauser, ein deutscher Erfinder. Sein Leben an Hand seiner Briefe dargestellt. Mit 8 Abb. und 2 Handschriftproben. München: C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, Oskar Beck, 1921. (IV, 193 S.) 8°. Geb. 18 M.
- Frank, W., Dr.-Ing., Baurat, Vorstand des Straßen- und Wasserbauamts Heilbronn: Statik der Baukonstruktionen. Analytische und graphische Behandlung statisch unbestimmter Träger. 1. Teil: Durchlaufende Träger mit gerader Achse. 2. Teil: Bogenträger und Rahmen. Ein Hilfsbuch für den praktischen Gebrauch bei Konstruktionen in Holz, Beton und Eisen. Mit 145 Abb. und 12 Zahlenbeispielen. Stuttgart: Konrad Wittwer 1922. (XI, 288 S.) 8°. Geb. 51 M.
- (Wittwers Technische Hilfsbücher. Bd. 6.)
- Fraenkel, W., Prof. Dr. (Universität Frankfurt a. M.): Leitfaden der Metallurgie. Mit besonderer Berücksichtigung der physikalisch-chemischen Grundlagen. Mit 87 Textfig. Dresden und Leipzig: Theodor Steinkopf 1922. (VIII, 223 S.) 8°. 45 M., geb. 52 M.
- Geschäftskalender, C. Regenhardt's, für den Weltverkehr. Vermittler der direkten Auskunft. Verzeichnis von Bankfirmen, Spediteuren, Anwälten, Advokaten, Konsulaten, Hotels und Auskunftserteilern in allen nennenswerten Orten der Welt. Mit Angabe der Einwohnerzahlen, der Gerichte, des Bahn- und Dampfschiffverkehrs, sowie der Zollanstalten usw. nebst einem Bezugsquellenregister. Jg. 47, 1922. Abgeschlossen am 15. Oktober 1921. Berlin-Schöneberg (Bahnstraße 19-20): C. Regenhardt, G. m. b. H. [1921]. (896, XCVI S. nebst Kalendarium.) 8° (16°). Geb. 47,50 M.
- Geusen, L., Dipl.-Ing. Prof., Studienrat in Dortmund: Die Eisenkonstruktionen. Ein Lehrbuch für Schule und Zeichentisch nebst einem Anhang mit Zahlentafeln zum Gebrauch beim Berechnen und Entwerfen eiserner Bauwerke. 3., verb. Aufl. Mit 522 Fig. im Text und auf 2 farbigen Taf. Berlin: Julius Springer 1921. (VII, 282 S.) 4°. Geb. 96 M.
- Gramberg, Anton, Professor Dr.-Ing., Oberingenieur an den Höchster Farbwerken: Maschinentechnisches Versuchswesen. Berlin: Julius Springer. 8°.
- Bd. 2. Maschinenuntersuchungen und das Verhalten der Maschinen im Betriebe. Ein Handbuch für Betriebsleiter, ein Leitfaden zum Gebrauch bei Abnahmeversuchen und für den Unterricht an Maschinenlaboratorien. 2., erw. Aufl. Mit 327 Fig. im Text und auf 2 Taf. 1921. (XVIII, 601 S.) 130 M.
- Guillet, L., Professeur à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures et au Conservatoire National des Arts et Métiers: Traité de Métallurgie générale. Avec le patronage de l'Union des Industries Métallurgiques et Minières et du Comité des Forges de France. (Avec 335 fig.) Paris (19, Rue Hautefeuille): J. B. Baillière et Fils 1922. (VIII, 528 p.) 8°. Geb. 50 Fr.
- Guertler, W., Dr., Professor, Dozent an der Technischen Hochschule zu Berlin: Metallographie. Ein ausführliches Lehr- und Handbuch der Konstitution und der physikalischen, chemischen und technischen Eigenschaften der Metalle und metallischen Legierungen. Berlin: Gebrüder Bornträger. 4° (8°).
- Bd. 2. Die Eigenschaften der Metalle und ihrer Legierungen. T. 1. Chemische Metallkunde. Abschn. 3.: Kremann, R., Dr.: Elektrochemische Metallkunde. (Mit 225 Fig.) 1921. (XX, 656 S.) 210 M.
- Heise, F., Dr.-Ing. e. h., Professor und Direktor der Bergschule zu Bochum, und Dr.-Ing. e. h. F. Herbst, Professor und Direktor der Bergschule zu Essen: Kurzer Leitfaden der Bergbaukunde. 2., verb. Aufl. Mit 341 Textfig. Berlin; Julius Springer 1921. (XII, 224 S.) 8°. 36 M.
- Hüsgen, F. M., Ingenieur, Fortbildungsschulleiter: 10% Lohnabzug. Abzugsfreie Beträge beim Steuerabzug, in Tabellenform, . . . für die Praxis dargestellt. . . , (nebst Musterbeispielen, mit Geltung ab 1. November 1921. 4. Aufl. Heiligenhaus (Niederrhein): Felix Hüsgen [1921]. (16 S.) 8°. 3 M (und 0,50 M Postgeld).
- Ingenieur-Kalender, Fehlands, 1922. Für Maschinen- und Hütten-Ingenieure, hrsg. von Professor P. Gerlach, unter Mitwirkung von Betriebsdirektor Dipl.-Ing. Erbreich in Tangerhütte, Prof. Dr.-Ing. Unold und Prof. Dipl.-Ing. Zietemann in Chemnitz. In 2 Teilen. Jg. 44. Berlin: Julius Springer 1922. 8° (16°). 25 M.
- T. 1. (X, 264 S. nebst Kalendarium.) Geb.
- T. 2. (340 S.)
- Iltis, P., Dipl.-Ing.: Die Preßluftwerkzeuge. 2., umgearb. Aufl. Mit 77 Abb. Berlin und Leipzig: Vereinigung wissenschaftlicher Verleger, Walter de Gruyter & Co., 1921. (117 S.) 8° (16°). Geb. 6 M.
- (Sammlung Götschen. 493.)
- Le Blanc, Max., Dr., Ordentl. Professor und Direktor des physikalisch-chemischen Instituts an der Universität Leipzig: Lehrbuch der Elektrochemie. 9. und 10. neubearb. Aufl. Mit 32 Abb. Leipzig: Oskar Leiner 1922. (VIII, 370 S.) 8°. 44 M., geb. 54 M.
- Liebmann, J., Dr., Justizrat, Rechtsanwalt und Notar in Frankfurt a. M.: Kommentar zum Gesetz betreffend die Gesellschaften mit beschränkter Haftung. Nebst einem Anhang: Das österreichische Gesetz über die Gesellschaften mit beschränkter Haftung. 6., gänzlich neu bearb. und verm. Aufl. Berlin: Otto Liebmann, Verlagsbuchhandlung für Rechts- und Staatswissenschaften, 1921. (X, 374 S.) 8°. 62 M., geb. 70 M.

## Vereins-Nachrichten.

### Verein deutscher Eisenhüttenleute.

#### Ehrenpromotion.

Dem Mitgliede unseres Vereins, Herrn Justizrat Wilh. Meyer, Hannover, ist in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um die Entwicklung der deutschen Eisenindustrie und seiner vorbildlichen Organisation und Leitung technischer Großbetriebe von der Technischen Hochschule Braunschweig die Würde eines Doktor-Ingenieurs ehrenhalber verliehen worden.

#### Für die Vereinsbücherei sind eingegangen:

(Die Einsender von Geschenken sind mit einem \* versehen.)

Wasserwirtschaft, Die Deutschlands, und ihre neuen Aufgaben. Hrsg. auf Anregung des preussischen Ministers der öffentlichen Arbeiten und unter Förderung der zuständigen Zentralbehörden des Deutschen Reiches und der Bundesstaaten. Mit einer Anzahl hervorragender Sachverständiger von Dr.-Ing. Sympher, Ministerial- und Oberbaudirektor. Schriftleiter: Geheimer Baurat Soldan. (2 Bde.) Berlin (SW 61): Reimar Hobbing. 1921. 4°. Geb. 165 M.

(Bd. 1.) T. 1/2. (Mit zahlr. Abb.) (503 S.)

(Bd. 2.) T. 3/6. (Mit zahlr. Abb.) (536 S.)

Wilbrandt, Robert: Sozialismus. 2., verkürzte Ausg. Jena: Eugen Diederichs 1921. (XIX, 170 S.) 8°. Geb. 40 M.

Zanichelli, Joannes Hieronymus: De Ferro, ejusque nivis praeparatione. Dissertatio in qua varia de ipso metallo explicantur. (Cum tab.) Venetiis, 1719. (46 p.) 8°.

(Wiedergabe in photographischem Negativ.)

Zolltarif, Italien[ischer], vom 9. Juni 1921, in Kraft seit 1. Juli 1921. Berlin: E. S. Mittler & Sohn 1921. (72 S.) 4°. 15 M.

Aus: Deutsches Handelsarchiv 1921, Septemberheft.