

Bestimmung der Gase in Eisen und Stahl.

(Mitteilung aus dem Chemikerausschuß des Vereins deutscher Eisenhüttenleute.)

(Verfahren zur Bestimmung der Gase durch chemische Umsetzung. Vergleich der Ergebnisse mit denen des Extraktionsverfahrens auf physikalischem Wege. Meinungsaustausch.)

1.) Bericht von Chefchemiker A. Vita in Friedenshütte, O.-S.

Bei den nachfolgenden Ausführungen handelt es sich um ein Verfahren, das für den Betrieb möglichst schnelle Ergebnisse liefert und in jedem Laboratorium leicht ausgeführt werden kann. Ich bitte deshalb, das von mir angegebene Verfahren auch von diesem Standpunkte aus zu betrachten und in wissenschaftlicher Beziehung keine zu strenge Kritik zu üben, da es eben rein für die Praxis bestimmt ist.

Während die chemische und metallographische Untersuchung von Eisen und Stahl einen hohen Grad von Vollkommenheit und Schnelligkeit erlangt hat, legt man der Untersuchung auf die in Eisen und seinen Legierungen gelösten Gase fast noch gar keinen Wert bei.

Dr. Friedrich C. G. Müller¹⁾ war wohl einer der ersten, der sich mit der Untersuchung der aus den Poren beim Anbohren entweichenden Gase beschäftigte und feststellte, daß diese fast ausschließlich aus Wasserstoff und Stickstoff bestehen. Belloc²⁾ und Boudouard³⁾ untersuchten die Gase, welche durch Erhitzen und Auspumpen aus dem Stahl erhalten worden waren. In gleicher Weise wurden die Untersuchungen ausgeführt von Goerens⁴⁾, der auf 900° erhitze, Sieverts⁵⁾, der die Erhitzungstemperatur bis auf 1650° erhöhte, um die Löslichkeit von Gasen in geschmolzenen Metallen festzustellen, ferner von Th. H. Backer, Rotherhan und Dr. W. Herwig⁶⁾. Wüst⁷⁾ schmolz das zu untersuchende Metall im Vakuum mit Zinn und Antimon zu einer leichtflüssigen Legierung zusammen und saugte die dabei freiwerdenden Gase ab.

Da es bei den Verfahren, bei denen ein Erhitzen des Metalls und ein Absaugen der Gase stattfindet, nicht ausgeschlossen ist, daß eine Umsetzung der Gase und damit eine Veränderung stattfindet, wurden Versuche angestellt, ein Verfahren ausfindig zu machen, das diesen Uebelstand vermeidet

und auch schnell zum Ziele gelangt. Die Versuche erstreckten sich auf die Umsetzung der Proben durch entsprechende Lösungsmittel, Auffangen und Untersuchung der dabei freiwerdenden Gase.

E. Goutal¹⁾ untersuchte die Gase, die bei der Einwirkung einer schwach sauren Lösung von Kaliumkupferchlorid entstehen. Er stellte geringe Mengen von Kohlensäure und Kohlenoxyd (0,006 bis 0,014 Gewichtsprozente) fest, die ein Drittel bis vier Fünftel des Volumens des zur Untersuchung verwendeten Stahls einnahmen. Wasserstoff und Stickstoff scheint Goutal nicht bestimmt zu haben, ersteren wohl deshalb nicht, weil zu befürchten war, daß bei der Anwendung einer, wenn auch nur schwach sauren Lösung eine Bildung von Reaktionsgasen stattfindet.

Bei den in Frage kommenden Versuchen, die in Eisen und seinen Legierungen gelösten Gase durch Umsetzung freizubekommen und dann zu bestimmen, handelte es sich zuerst darum, das dafür geeignete Lösungsmittel zu finden. Es war naheliegend, dazu auch ein Kupfersalz zu wählen, dieses aber so vorzubereiten, daß sich auch bei höherer Temperatur, die der schnelleren Umsetzung wegen genommen werden muß, keine Reaktionsgase bilden; andererseits mußte die Umsetzung möglichst schnell erfolgen, damit das Verfahren auch für die Praxis gut anwendbar sei.

Nach einer großen Reihe vergeblicher Versuche gelang es, eine Kupferlösung herzustellen, die den obigen Anforderungen entspricht, und bei der sich auch keine basischen Eisensalze ausscheiden, so daß man gut beurteilen kann, ob eine vollständige Umsetzung stattgefunden hat.

Die Kupferlösung wird in folgender Weise hergestellt: 300 g Ammoniumkupferchlorid, Kaliumkupferchlorid, Kupferchlorid oder Kupfersulfat werden in 1 l destilliertem Wasser gelöst, dann in einem mit Sicherheitstrichter und Quecksilberabschluß versehenen Kolben längere Zeit gekocht, sodann deutlich ammoniakalisch, nachher mit Zitronensäure oder Weinsäure sauer und zum Schluß wieder ganz schwach ammoniakalisch gemacht. Da man hier von

¹⁾ St. u. E. 1882, Nov., S. 531/42.

²⁾ u. ³⁾ Compt. rend. 1907, 16. Dez., S. 1280/3.

⁴⁾ St. u. E. 1910, 31. Aug., S. 1514/8.

⁵⁾ St. u. E. 1910, 31. Aug., S. 1531/2; 1911, 3. Aug., S. 1274.

⁶⁾ St. u. E. 1913, 16. Okt., S. 1723/5.

⁷⁾ Doktorarbeit Paquet, vgl. St. u. E. 1915, 4. Nov., S. 1135/7.

¹⁾ Vgl. St. u. E. 1909, 14. Juli, S. 1079.

Zahlentafel 1. Versuchsergebnisse.

Bezeichnung Schmelzung	N ₂ cm ³ in 100 g	N ₂ Gew.-%	H ₂ cm ³ in 100 g	H ₂ Gew.-%	CO cm ³ in 100 g	CO Gew.-%	CH ₄ cm ³ in 100 g	CH ₄ Gew.-%
Transformator- stahl								
8535 4,07 % Si	45,5	0,057	9,0	0,001	keiner	keiner	—	—
8535 4,07 % Si	53,6	0,067	11,3	0,001	„	„	—	—
8535 4,07 % Si	44,4	0,056	13,6	0,001	„	„	—	—
8397 3,78 % Si	58,0	0,072	34,1	0,003	„	„	—	—
8397 3,78 % Si	53,6	0,067	28,3	0,003	„	„	—	—
8397 3,78 % Si	53,6	0,067	24,9	0,002	„	„	—	—
8121 4,09 % Si	52,5	0,065	15,9	0,001	„	„	—	—
8121 4,09 % Si	55,9	0,069	22,7	0,002	„	„	—	—
8121 4,09 % Si	44,5	0,056	23,9	0,002	„	„	—	—
8121 4,09 % Si	38,8	0,049	22,7	0,002	„	„	—	—
Martinstahl								
81 882	17,1	0,021	keiner	keiner	„	„	—	—
„ 81 882	13,7	0,016	„	„	„	„	—	—
„ 81 882	22,2	0,027	„	„	„	„	—	—
„ 81 882	17,1	0,021	„	„	„	„	—	—
„ 81 882	23,9	0,030	„	„	„	„	—	—
„ 80 347	keiner	keiner	„	„	„	„	—	—
„ 80 347	„	„	„	„	„	„	—	—
Thomasstahl								
Vorprobe								
1363	27,3	0,034	„	„	„	„	—	—
„ 1363	33,1	0,041	„	„	„	„	—	—
„ 1363	23,9	0,030	„	„	„	„	—	—
Fertigprobe								
1363	20,5	0,026	„	„	„	„	—	—
„ 1363	23,9	0,030	„	„	„	„	—	—
„ 1363	17,1	0,021	„	„	„	„	—	—
„ 785	31,0	0,038	„	„	„	„	—	—
„ 785	28,0	0,035	„	„	„	„	—	—
„ 785	31,0	0,038	„	„	„	„	—	—
„ 1153	10,4	0,013	„	„	„	„	—	—
„ 1153	7,0	0,009	„	„	„	„	—	—
„ 1153	10,4	0,013	„	„	„	„	—	—
„ 781	37,9	0,047	„	„	„	„	—	—
„ 781	27,5	0,034	„	„	„	„	—	—
„ 781	34,4	0,043	„	„	„	„	—	—
„ 2343	48,0	0,060	„	„	„	„	—	—
„ 2343	55,0	0,068	„	„	„	„	—	—
„ 2343	48,0	0,060	„	„	„	„	—	—
„ 2343	51,0	0,063	„	„	„	„	—	—
„ 2343	45,0	0,056	„	„	„	„	—	—
Ferromangan								
„ 79,24 % Mn	185,9	0,232	135,2	0,012	25,3	0,031	25,3	0,018
„ 79,24 % Mn	152,1	0,190	118,3	0,011	16,9	0,021	25,3	0,018
„ 79,24 % Mn	138,1	0,172	106,9	0,010	12,7	0,015	21,1	0,015
„ 79,98 % Mn	349,0	0,436	312,2	0,028	21,0	0,026	41,8	0,030
„ 79,98 % Mn	315,5	0,380	295,3	0,026	16,7	0,020	75,3	0,054
„ 79,98 % Mn	285,0	0,356	247,1	0,022	12,5	0,020	67,1	0,048
„ 79,98 % Mn	316,3	0,395	380,1	0,034	16,8	0,021	67,1	0,048
„ 79,98 % Mn	253,3	0,316	329,7	0,030	15,0	0,015	70,0	0,050
Spiegeleisen								
„ 8,88 % Mn	154,5	0,192	81,2	0,007	kein	kein	kein	kein
„ 8,88 % Mn	130,9	0,163	61,1	0,005	„	„	„	„
„ 8,88 % Mn	174,6	0,210	87,3	0,008	„	„	„	„
Ferrosilizium								
„ 70,50 % Si	306,4	0,383	591,1	0,053	8,6	0,011	51,7	0,037
„ 70,50 % Si	304,6	0,380	444,3	0,040	8,6	0,011	50,0	0,031
Martinroheisen								
„	111,1	0,138	162,5	0,014	12,6	0,015	kein	kein
„	144,8	0,181	162,5	0,014	12,6	0,015	„	„

Bildung von basischen Eisensalzen statt, diesonst die Eisenteilchen unhüllen und eine schnelle Umsetzung verhindern. Bei der Untersuchung von Ferrosilizium muß nach und nach etwas Flußsäure zugesetzt werden, da sonst eine nur unvollständige Umsetzung stattfindet.

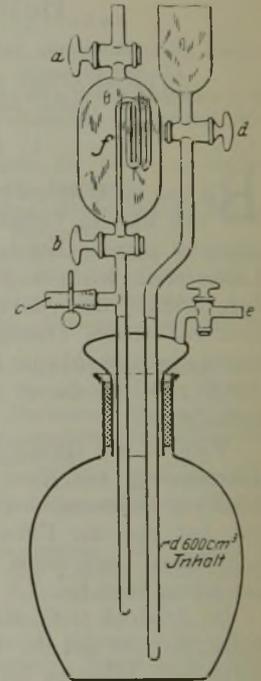


Abbildung 1. Apparat zur Bestimmung von Gasen in Eisen und Stahl.

Um sicher zu sein, daß diese so vorbereitete Kupferlösung kein in Frage kommendes Gas absorbiert, ist sie vor ihrer Anwendung mit Leucht-, Koks- oder Hochofengas zu sättigen. In Ermangelung eines solchen kann man sich selbst ein ähnliches Gas herstellen. Nach erfolgter Sättigung ist die Kupferlösung in derselben

Indikatoren im Stiche gelassen wird, gibt man zum Schlusse tropfenweise Ammoniak hinzu, bis ein schwacher Geruch nach diesem erhalten bleibt. Derselbe tritt deutlich hervor, da sich die Lösung vorher von selbst erwärmt hat; nach dem Abkühlen ist der Ammoniakgeruch fast ganz verschwunden.

Die so vorbereitete Kupferlösung hat die Eigenschaft, Stahl und Roheisen bei einer Temperatur von 60° leicht umzusetzen; es findet auch keine

Weise längere Zeit zu schütteln, damit die etwa dabei freiwerdenden Gase entfernt werden.

Das destillierte Wasser, das bei der Umsetzung verwendet wird, muß vorher längere Zeit in einem Kolben, der mit Sicherheitstrichter und Quecksilberabschluß versehen ist, gekocht werden, um die gelöste Luft auszutreiben. Diesem Umstande muß große Beachtung geschenkt werden, da sonst Fehlerquellen eintreten können, welche die Rich-

tigkeit des Verfahrens vollständig in Frage stellen.

Die Umsetzung findet in einem Kolben statt, der aus Abb. 1 leicht zu verstehen ist. Zur Beschleunigung der Umsetzung wird der Kolben geschüttelt. Bei den angestellten Versuchen wurde der Kolben in einen Metzlerschen Schüttelapparat gespannt, wie er bei der Bestimmung der zitratlöslichen Phosphorsäure in Thomasschlacken verwendet wird. Der Kolben muß deshalb entsprechend gebaut sein¹⁾.

Um eine gleichmäßige Temperatur von annähernd 60° beizubehalten, wurde der Schüttelapparat in eine Abteilung des Laboratoriumsherdos gestellt, der entsprechend geheizt war. Bei Einführung dieses Verfahrens für regelmäßige Untersuchungen könnte wohl ein Schüttelapparat mit elektrischer Heizung hergestellt werden.

Die Umsetzung von 5 g Stahlspänen war in 30 min vollendet. Die Prüfung auf Vollständigkeit der Umsetzung geschah durch Verreiben des in eine Achatreibschale gebrachten ausgeschiedenen Kupfers mit einem Achatpistill.

Der Gang der Bestimmung ist folgender: Nachdem die eingewogene Probe in den Kolben gebracht ist, wird dieser durch den Stopfen, der die notwendige Rohrapparatur besitzt, geschlossen, dann mit gut ausgekochtem destillierten Wasser vollständiggefüllt; nur der Raum f bleibt leer. Es ist darauf zu achten, daß nirgendwo im Kolben eine Luftblase zurückbleibt. Alle Hähne, ausgenommen e, sind geschlossen. Jetzt wird der Kolben mit dem Inhalt auf 60° erhitzt und der beim Erhitzen entstehende Uberschuß des Wassers bei c ablaufen gelassen. Ist die Temperatur von 60° erreicht, wird auch e geschlossen und der Raum f luftverdünnt gemacht, wozu eine Wasserstrahlpumpe ausreicht, und der Hahn a wird dann wieder geschlossen. Sodann wird durch den Trichter bei den geöffneten Hähnen d und e die zum Umsetzen nötige Menge Kupferlösung in den Kolben gebracht, wobei das überschüssige Wasser bei c abläuft. Nachdem auch die Hähne d und e geschlossen und b geöffnet worden sind, wird der Kolben in den Schüttelapparat gebracht und geschüttelt. Um das Eindringen von etwa noch verbliebener Luft aus dem Gefäße f in den Kolben zu vermeiden, befindet sich in f als Abschluß des Rohres ein dünnes Rohr mit mehreren Windungen, das mit

¹⁾ Geliefert von der obereschlesischen Zentrale für Laboratoriumsbedarf, Dr. K. Dawe, Beuthen O/S.

Wasser gefüllt ist. Wenn die Drehung des Kolbens beim Schütteln nach der richtigen Seite erfolgt, kann keine Luft in den Kolben gelangen.

Sollte es sich herausstellen, daß die zugesetzte Kupferlösung für die Umsetzung nicht ausreicht, ist noch neue in derselben Weise wie früher zuzufügen.

Wie oben schon erwähnt, bedarf Ferrosilizium zum Umsetzen eines Zusatzes von Flußsäure. Da diese die Glashähne stark angreift und undicht macht, ist der Umsetzkolben so zu bauen, daß die Glashähne, die durch die Flußsäure besonders leiden, durch Quetschhähne ersetzt werden. Mit hochlegierten Stählen wurden noch keine Versuche gemacht; diese werden noch nachgeholt.

Nach vollendeter Umsetzung wird das Gas, das sich aus der Probe ausgeschieden hat, mit Wasser, das in den Trichter des Kolbens gegossen wird, in eine Meßbürette gedrückt, gemessen und untersucht.

Bei Betriebsanalysen wird es sich in den meisten Fällen nur um die Menge des gelösten Gases handeln, und diese braucht nur gemessen zu werden ohne weitere Untersuchung.

In Zahlentafel 1 sind zahlreiche Versuchsergebnisse wiedergegeben.

Da bei Stahlanalysen in den meisten Fällen nur Stickstoff und Wasserstoff, dieser auch nicht immer, in Frage kommt, kann man sich die Zubereitung der Kupferlösung vereinfachen, indem man sich deren Behandlung mit Leuchtgas oder einem ähnlichen Gas erspart.

Die verbrauchte Kupferlösung kann in bekannter Weise regeneriert werden.

Es sollen noch Versuche gemacht werden, zur Umsetzung unmittelbar ein Doppelsalz von Kupfer und Zitronen- oder Weinsäure zu nehmen. Vielleicht kann dieses ohne Behandlung mit Leuchtgas oder einem ähnlichen Gase verwendet werden, wenn die Lösung keines von den in Frage kommenden Gasen absorbiert.

Zusammenfassung.

Es wird über ein Verfahren zur Bestimmung der in Eisensorten enthaltenen gelösten Gase durch chemische Umsetzung berichtet. Diese geschieht in einem mit der notwendigen Rohrapparatur versehenen Glaskolben mittels einer Kupferlösung, die auch Zitronen- oder Weinsäure enthält, und wird durch Erwärmen auf annähernd 60° und Schütteln unterstützt. Die Kupferlösung ist so beschaffen, daß sich keine Reaktionsgase bilden. Ferrosilizium bedarf zur Umsetzung noch eines Zusatzes von Flußsäure.

2.) Bericht von Eduard Maurer in Düsseldorf.

(Vorläufige Mitteilung.)

Die Frage der Gase in technischen Eisen- und Stahlsorten ist trotz wiederholter Bearbeitung nicht geklärt, und es kann weder gesagt werden, welche Gase wirklich darin enthalten sind, noch in welchen Mengen. Als Untersuchungsverfahren wurden angewandt:

1. das physikalische oder Extraktionsverfahren, welches CO₂, CO, H₂ und N₂ ergab;

2. das mechanische oder Bohrverfahren, welches kein CO₂, wenig CO und H₂ neben N₂ lieferte;

3. das chemische oder Lösungsverfahren, welches nach den bisher vorliegenden Angaben CO₂ und CO zu bestimmen erlaubte.

Bei Anwendung des Extraktionsverfahrens werden neben etwa von vornherein vorhandenen kohlenstoffhaltigen Gasen zugleich die Reaktionsprodukte

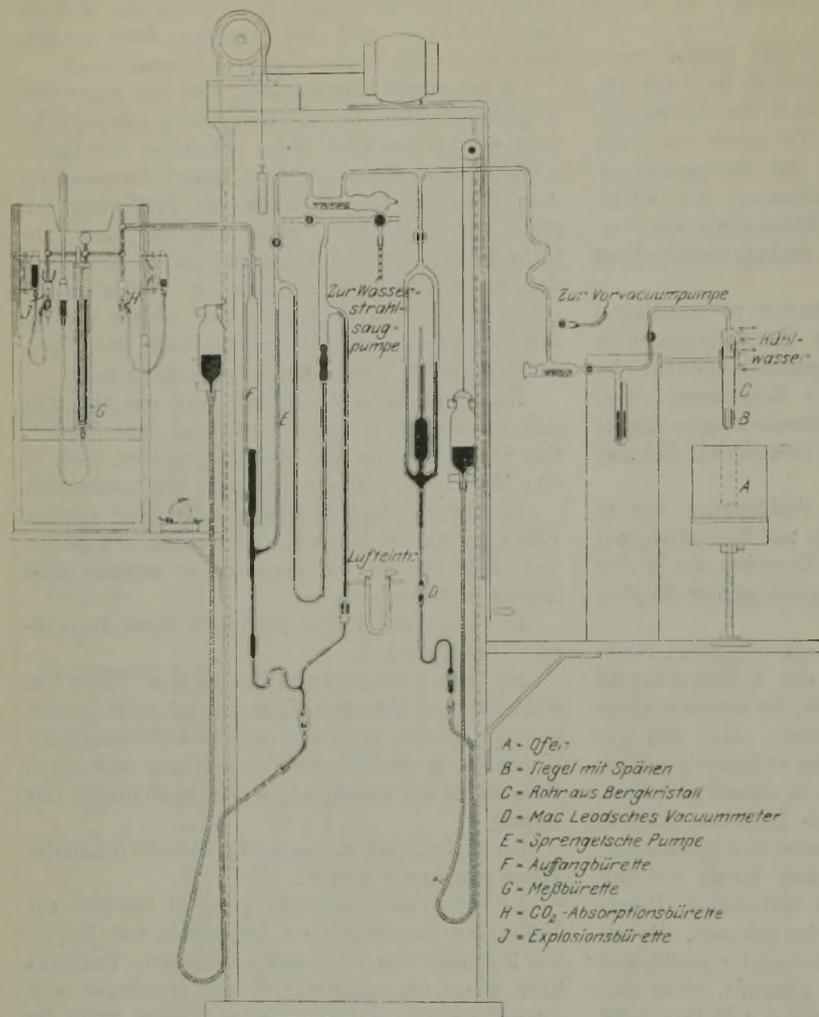


Abbildung 1. Gasbestimmungsapparat nach Goerens.

wirklich quantitative Versuche können hier erst die von Goutal¹⁾ angesehen werden, welcher die zu untersuchenden Stahlspäne in einer mit Salzsäure schwach angesäuerten Kupferammoniumchloridlösung im Stickstoffstrom zur Auflösung brachte und die entweichenden Gase CO und CO₂ nach geeigneter Absorption bestimmte. Diese Gase entsprechen nun weder ihrer Gesamtmenge noch ihrem gegenseitigen Mengenverhältnis nach den bei dem Extraktionsverfahren erhaltenen; denn während Goutal an CO₂ bis an das Sechsfache des Volumens des CO fand, kann das Extraktionsverfahren für CO bis an das Zehnfache des Volumens des CO₂ ergeben.

Bis jetzt sind an dem gleichen Stoff das Extraktions- und Lösungsverfahren noch nicht durchgeführt worden, so daß die Mitteilung derartiger Versuche, bei denen der Verfasser in dankenswerter Weise von den Herren Hengen und Heger unterstützt wurde, von Interesse sein dürfte. Weiter sollen die Ergebnisse mit verschiedenen im Schrifttum vorhandenen Angaben verglichen werden.

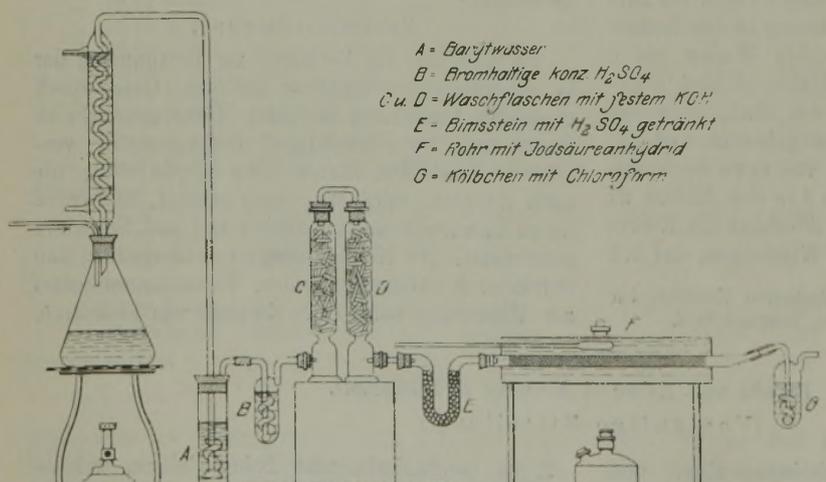


Abbildung 2. Gasbestimmungsapparat nach Goutal.

1. Arbeitsweisen.

A. Das Extraktionsverfahren.

Als Probe wurde ein 80-mm- \square -Güßchen von desoxydiertem Thomasflußeisen verwendet, dessen Rand allseitig um 1 cm abgehobelt wurde. Die Probespäne wurden über den übriggebliebenen Querschnitt genommen. Zur Gasextraktion wurde der im Eisenhüttenmännischen Institut Aachen vorhandene Goerenssche Gasextraktionsapparat²⁾ benutzt. Das Kennzeichnende des Goerensschen

des anwesenden Kohlenstoffs und der im Eisen oder Stahl enthaltenen Oxyde mitbestimmt. Von diesen Reaktionsprodukten ist das mechanische sowie das chemische Verfahren unabhängig, welches gegenüber den beiden anderen neueren Datums ist. Als

Verfahrens besteht darin, daß die Probespäne nach dem Wüstschen Aufschlußverfahren mit Zinn und

1) Rev. Mét. (Mém.) 1910, Jan., S. 6.

2) Vgl. Goerens u. Paquet, Ferrum 1915, Febr., S. 57.

Antimon gemischt werden, wodurch beim Erhitzen in einem ausgeglühten Magnesiatiegel im luftleeren Raum ein frühzeitiges Schmelzen eintritt, so daß ein völliges Entgasen gegeben ist. Die zu der Apparatur gehörende Sprengelsche Pumpe erwies sich bei diesen Versuchen als wenig betriebssicher, abgesehen von den starken bei ihr auftretenden elektrischen Entladungen.

B. Das Lösungsverfahren mittels angesäuerter Kupferammonchloridlösung.

Angewendet wurde eine 40prozentige Kupferammonchloridlösung, welche mit 2% konz. HCl versetzt war. Die Lösung der Probespäne erfolgt, wie oben angegeben, im Stickstoffstrom. Der zu den Versuchen benötigte Stickstoff wird einer Bombe entnommen und gereinigt: a) durch rotglühendes Kupfer und Kupferoxydul, b) durch frisch bereitete Natriumthiosulfatlösung, c) durch Pyrogallussäure, d) durch Natronkalk, e) durch konz. Kalilauge, f) durch gesättigtes Barytwasser. Der so gereinigte Stickstoff gelangt dann in den eigentlichen Reaktionsraum in Gestalt eines Erlenmeyer-Kolbens von 750 cm³ Inhalt, in welchem sich die angesäuerte Kupfersalzlösung befindet. Als Aufsatz trägt der Erlenmeyer-Kolben einen Kühler; an ihn schließen sich an:

1. Ein mit Barytwasser gefülltes Absorptionskölbchen, in welchem das CO₂ als BaCO₃ niederschlagen wird. Das BaCO₃ wird später abfiltriert und in HCl gelöst, als BaSO₄ gefällt und ausgewogen. 1 mg BaSO₄ entspricht hierbei 0,1889 mg oder 0,096 cm³ CO₂. Diese von Goutal und auch im Vorliegenden angewandte Art der Bestimmung ist ungenau, da an der Luft abfiltriert werden muß und immer Gefahr vorliegt, daß sich hierbei BaCO₃ bildet. Die Titration mittels Oxalsäure¹⁾ unter Luftabschluß ist der angewandten Arbeitsweise vorzuziehen.

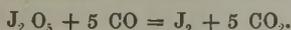
2. Eine Waschflasche mit bromhaltiger konz. H₂SO₄, um Wasserdampf und Kohlenwasserstoffe zurückzuhalten.

3. Zwei Waschflaschen mit festem KOH zur Absorption der Bromdämpfe.

4. Ein U-Rohr mit Bimsstein, welcher mit H₂SO₄ getränkt ist, um etwa mitgerissene KOH zurückzuhalten.

5. Ein U-Rohr mit Glaswolle und Jodsäureanhydrid, welche sich in einem Paraffinbad befindet. Anfangs wurde die von Goutal angegebene Temperatur von 75° eingehalten, später wurde bei 120 bis 130° gearbeitet²⁾.

Die gegebenenfalls am U-Rohr vorhandenen Hähne dürfen nicht eingefettet werden. Das CO wird durch J₂O₅ in CO₂ umgewandelt. Jod wird frei nach der Gleichung:



6. Ein Kölbchen mit Chloroform, welches das freiwerdende Jod aufnimmt. Das Jod wird mit

¹⁾ Vgl. Warburg, Z. Physiol. Chemie 1909, Bd. 61, S. 261/4.

²⁾ Vgl. Terres, Habilitationsschrift Techn. Hochschule Karlsruhe 1914, S. 23/25.

Thiosulfatlösung titriert, welche durch Auflösung von 0,866 g auf 1 l von ausgekochtem destilliertem Wasser erhalten wird. 1 cm³ Thiosulfatlösung würde dann theoretisch 0,2 cm³ CO oder 0,25 mg CO entsprechen. Der genaue Titer wird mittels Kaliumbichromat (0,1750 g auf 1 l) bei Anwendung von angesäuerter Jodkaliumlösung und Stärke als Indikator festgestellt. Ist die Lösung sehr verdünnt, wie bei Anwendung von 0,1750 g K₂Cr₂O₇ auf 1 l, so braucht die Reaktion längere Zeit, bis alles Jod ausgeschieden ist und mit Thiosulfatlösung titriert werden kann¹⁾.

Um einen Lösungsversuch auszuführen, läßt man zuvor den Stickstoff eine halbe Stunde bei kochender Kupferammonchloridlösung durchstreichen, um alle etwa gelösten Gase auszutreiben. Barytkölbchen und Chloroformkölbchen werden danach angeschlossen, und es darf keinerlei Trübung bei ersterem und Färbung bei letzterem auftreten. Im Stickstoffstrom wird dann abgekühlt, bis die Kupferammonchloridlösung etwa eine Temperatur von 40° hat, worauf 10 g Substanz in Form von gehobelten Spänen zugesetzt werden. Die Temperatur von 40 bis 60° wird zwei Stunden lang beibehalten, während welcher Zeit man öfters umschüttelt. Nach Ablauf von zwei Stunden wird die Lösung noch eine halbe Stunde zum Kochen erhitzt.

C. Das Lösungsverfahren mittels nicht angesäuerter Quecksilberchloridlösung.

Es lag nahe, neben Kupferammonchlorid auch Quecksilberchlorid zu benutzen. Da hierbei ohne HCl-Zusatz gearbeitet wurde, so konnte daran gedacht werden, den etwa in Eisen und Stahl vorhandenen Wasserstoff zu bestimmen. Auf festem HgCl₂ (Mol. = 171) wurde fünfmal die Einwaage der Eisen- und Stahlspäne genommen. Die Ausführung eines Versuches geschah wie bei der Goutalschen Arbeitsweise, nur daß die CO₂- und CO-Bestimmungen getrennt ausgeführt wurden unter Weglassung der bromierten H₂SO₄, da Kontrollversuche keine Verschiedenheit ergeben hatten. Die Wasserstoffbestimmung wurde mittels CuO ausgeführt, wobei das Gas phosphorpentoxydtrocken über das glühende CuO strich und das Wasser in einem Phosphorpentoxydröhrchen aufgefangen wurde. Zu Einwaage gelangten 25 bis 100 g Späne. Gleichwie bei der CO₂- und CO-Bestimmung wurden öfters Leerversuche ausgeführt.

Es sei hier noch ausgeführt, daß auch Brom als Lösungsmittel versucht wurde. Die Ausführung ergab jedoch Schwierigkeiten, so daß die Lösungsversuche auf Kupferammonchlorid und Quecksilberchlorid beschränkt blieben.

2. Versuchsergebnisse.

A. Das Extraktionsverfahren.

Die bei dem angewendeten 80-mm- \square -Güßchen aus desoxydiertem Thomasflußeisen mittels des Goerensschen Gasextraktionsapparates erhaltenen Zahlen sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt.

¹⁾ Vgl. Zulkowsky, JI. prakt. Chemie 1868, Bd. 103, S. 351.

Zahlentafel 1. Ergebnisse des Extraktionsverfahrens bei Spänen von einem 80-mm-□-Güßchen aus desoxydiertem Thomasflußeisen.

CO ₂			CO			H ₂			N ₂		
Gew.-%	Vol. CO ₂ auf 100 g Metall cm ³	Vol. CO ₂ auf 1 cm ³ Metall cm ³	Gew.-%	Vol. CO auf 100 g Metall cm ³	Vol. CO auf 1 cm ³ Metall cm ³	Gew.-%	Vol. H ₂ auf 100 g Metall cm ³	Vol. H ₂ auf 1 cm ³ Metall cm ³	Gew.-%	Vol. N ₂ auf 100 g Metall cm ³	Vol. N ₂ auf 1 cm ³ Metall cm ³
0,024	12,37	0,97	0,048	38,79	3,04	0,0022	25,41	1,99	0,0279	22,40	1,76
0,023	12,12	0,95	0,073	58,92	4,61	0,0027	30,64	2,40	0,0218	17,50	1,37
0,038	19,73	1,55	0,056	45,48	3,57	0,0024	27,09	2,12	0,0129	10,36	0,81
0,035	18,32	1,44	0,051	40,98	3,19	0,0023	26,32	2,06	0,0257	20,65	1,60
0,027	14,00	1,10	0,051	40,98	3,19	0,0024	27,09	2,12	0,0087	7,00	0,55
0,031	16,33	1,28	0,049	39,66	3,12	0,0025	29,00	2,28	0,0153	12,33	0,94
0,039	20,06	1,57	0,047	35,48	2,79	0,0030	34,44	2,71	0,0095	7,68	0,60
0,028	14,33	1,12	0,055	44,66	3,50	0,0020	23,66	1,86	0,0161	13,00	1,02
0,026	13,22	1,07	0,053	43,00	3,37	0,0021	24,66	1,93	0,0120	9,66	0,75
0,030	15,61	1,23	0,052	43,10	3,38	0,0024	27,60	2,16	0,0166	13,40	1,04

Zahlentafel 2. Vergleichszusammenstellung von Ergebnissen des Extraktionsverfahrens bei Thomasmaterial.

Versuche	Nr.	Probe	CO ₂ Gew.-%	CO Gew.-%	H ₂ Gew.-%	N ₂ Gew.-%
Goerens u. Collart	1	Rand v. 300-mm-□-Guß	0,0134	0,0550	0,0015	0,0061
	2	Kern v. 300-mm-□-Guß	0,0254	0,1310	0,0027	0,0074
v. Keil	3	Nach dem ersten Guß	0,0166	0,0765	0,0010	0,0072
	4	Nach dem letzten Guß	0,0122	0,0615	0,0009	0,0090
	5	Nach dem ersten Guß	0,0149	0,0524	0,0002	0,0050
	6	Nach dem letzten Guß	0,0076	0,0296	0,0003	0,0046
Eigene	7	80 mm-□-Güßchen	0,030	0,054	0,0024	0,0166

Zahlentafel 3. Kohlenoxyd-Gehalte nach dem chemischen Verfahren bei Spänen von einem 80-mm-□-Güßchen aus desoxydiertem Thomasflußeisen.

Kupferammonchlorid			Quecksilberchlorid		
Gew.-%	Vol. CO auf 100 g Metall cm ³	Vol. CO auf 1 cm ³ Metall cm ³	Gew.-%	Vol. CO auf 100 g Metall cm ³	Vol. CO auf 1 cm ³ Metall cm ³
0,00107	0,85	0,066	0,00271	2,16	0,169
0,00125	1,00	0,078	0,00254	2,04	0,161
0,00112	0,89	0,069	0,00247	1,95	0,154
0,00105	0,84	0,067	0,00272	2,16	0,169
0,00095	0,76	0,059	0,00259	2,07	0,163
0,00107	0,85	0,066	—	—	—
0,00087	0,69	0,054	—	—	—
0,00100	0,80	0,062	—	—	—
0,00082	0,66	0,051	—	—	—
0,00077	0,61	0,049	—	—	—
0,00099	0,79	0,062	0,00261	2,07	0,163

Die Grenzen, innerhalb welcher die Zahlen für die einzelnen Gasbestandteile schwanken, liegen erheblich auseinander. Dies ist durch die geringe zur Analyse kommende Gesamtgasmenge von etwa 3 cm³ bei Anwendung von etwa 3 g Spänen veranlaßt. Um eine sichere Analyse auszuführen, müßten etwa 10 cm³ Gas vorhanden sein, auch wäre das Verbrennungsverfahren dem Explosionsverfahren zur Bestimmung des CO und H₂ vorzuziehen. Weiter sollte es möglich sein, den nicht verbrannten Sauer-

stoff zu bestimmen, da hierdurch im vorliegenden Falle, wo CO und H₂ zusammen bestimmt werden, die ganze Analyse ihre Kontrolle erst erhalten würde.

Die vorliegenden Ergebnisse lassen sich mit den von Goerens und Collart¹⁾ und mit den v. Keilschen, welche von Oberhoffer und Beutell²⁾ angegeben wurden, verglichen. Zahlentafel 2 gibt diese Zusammenstellung wieder.

Der von uns im Mittel gefundene Gehalt an CO₂ von 0,030% stimmt mit dem Wert praktisch überein, der als Mittel aus den von Goerens und Collart für den Kern angegebenen Zahlen errechnet wurde. Die Werte für CO₂ sind bei den von v. Keil untersuchten Proben über die Hälfte niedriger und bewegen sich um den von Goerens und Collart für den Rand erhaltenen Mittelwert. Mit dem CO-Gehalt des Randes

stimmt sowohl das von uns gefundene Mittel als auch die von v. Keil erhaltenen Werte, mit Ausnahme von Versuch 6, überein, während für den Kern bei Goerens und Collart der CO-Gehalt erheblich höher liegt. Auffallend gering ist der Wasserstoffgehalt der beiden v. Keilschen Proben 5 und 6, die hierdurch an ausgewalzten oder ausgeschmiedeten

1) Ferrum 1916, Juli, S. 145.

2) St. u. E. 1919, 18. Dez., S. 1584.

Zahlentafel 4. Kohlensäure-Gehalte verschiedener Stähle nach dem chemischen Verfahren.

Versuche	Probe	Gew.-% CO ₂	cm ³ CO ₂ je 1 cm ³ Metall
Goutal	Weicher Stahl . . .	—	1
	Halbharter Stahl . . .	—	0,8
	Harter Stahl . . .	—	2,5
	Sehr harter Stahl . . .	—	3
Eigene	80-mm-□-Güßchen Thomasmaterial . . .	nur Spuren	?
	20-mm-φ-S.-M.- Flußeisen mit 0,08% C, 0,02% Si, 0,07% Mn, 0,01% P u. 0,002% S . . .	nur Spuren	?
	20-mm-φ-S.-M.- Stahl mit 0,75% C, 0,010% Si, 0,12% Mn, 0,01% P u. 0,012% S . . .	0,006 0,004	0,195
	20-mm-φ-S.-M.- Stahl mit 1,68% C, 0,10% Si, 0,14% Mn, 0,01 P u. 0,010% S . . .	0,037 0,035	1,43

Wirkstoff erinnern, jedoch bleiben auch die beiden andern Proben 3 und 4 der von ihm untersuchten S. hmelz in ihrem H₂-Gehalt hinter den von Goerens und Collart und von uns gefundenen Mittelwerten zurück. Die Ergebnisse von Goerens und Collart stimmen mit den unsrigen in bezug auf CO₂, CO und H₂ praktisch überein; nur im N₂ zeigen sich Unterschiede. Das von uns für N₂ gefundene Mittel liegt über der für Thomascisen allgemein angenommenen unteren Grenze von 0,010%; sowohl die Zahlen von Goerens und Collart als auch die von v. Keil bleiben hinter diesem Gehalte zurück.

B. Das chemische Verfahren.

Die bei den Versuchen mittels angesäuerter Kupferammonchloridlösung und nicht angesäuerter

Zahlentafel 5. Versuche von Boudouard. Vergleich der Kohlenstoffmenge im Gas mit dem Kohlenstoffverlust der Probe.

Probe	C %	Gew. der Probe in g	Gesamt- kohle in g	End- gehalt an Kohle in g	Verlust an Kohle in g	Kohle in den Gasen in g	Unter- schied %
0,5-mm-Draht . .	0,047	34,0	0,0160	0,006	0,0100	0,0101	+ 1
1 „ „ . . .	0,074	40,0	0,0296	0,132	0,0164	0,0146	- 11
1 „ Blech . . .	0,130	82,5	0,1075	0,0767	0,0308	0,0314	+ 2
Feilspäne von 1-cm- □-Stab	0,099	46,0	0,0456	0,0230	0,0226	0,0384	+ 70

Quecksilberchloridlösung für CO erhaltenen Ergebnisse sind in Zahlentafel 3 wiedergegeben.

Wenn auch die für CO mittels Kupferammonchlorid und Quecksilberchlorid gefundenen Gehalte verschieden sind — eine Möglichkeit der Erklärung dieses Unterschiedes liegt darin, daß die Kupferlösung einen Teil des CO etwa gebunden zurückhält —, so werden doch die Ergebnisse von Goutal dem Sinne nach bestätigt, daß der durch das chemi-

sche Verfahren bestimmte CO-Gehalt gegenüber dem bei dem Extraktionsverfahren gefundenen erheblich kleiner ist. Im vorliegenden Falle beträgt dieses Verhältnis unter Zugrundelegen des für CO bei Anwendung von Quecksilberchlorid erhaltenen Mittels 1 : 20.

Dieses Verhältnis wird noch ungünstiger, sobald ein geschmiedeter oder gewalzter Stahl herangezogen wird. So betrug bei Spänen von einer 20 mm-φ-Stange mit 1,68% C, 0,12% Si, 0,14% Mn, 0,01% P und 0,010% S das Verhältnis der CO-Gehalte nach beiden Verfahren in Gewichtsprozenten: 0,00105 : 0,052, oder in cm³ Gas auf 1 cm³ Metall ausgedrückt: 0,065 : 3,29, also 1 : 50.

Die von uns für je 1 cm³ Eisen gefundene CO-Menge von 0,163 cm³ bzw. für Stahl von 0,065 cm³ ist um das Zwei- bis Zwölfwache geringer als die von Goutal zu 0,3 bzw. zu 0,8 cm³ angegebene. Ebenso verschieden sind die Ergebnisse der beiderseitigen CO₂-Bestimmungen (Zahlentafel 4).

Die Abhängigkeit der CO₂-Menge vom C-Gehalt des Materials ist augenfällig. Hält man dazu die schon von Goutal gemachte und von uns bestätigte Feststellung, daß sich das CO₂ erst beim Kochen der Lösung entwickelt, so kann in Eisen und Stahl kein CO₂ vorhanden sein.

Unklar bleibt wohl, wie diese CO₂-Bildung zustande kommt. Versuche ergaben, daß die beiden Metallsalzlösungen ohne Einwirkung auf durchgeleitetes CO sind.

Da nun die geringe, tatsächlich im Stahl vorhandene CO-Menge sich der üblichen gasanalytischen Bestimmung entzieht, so müßte der Kohlenstoff, welcher in den bei dem Extraktionsverfahren festgestellten kohlenstoffhaltigen Gasen enthalten ist, sich als Verlust in dem entgasten Rückstand ergeben. Bis jetzt sind nur von Boudouard¹⁾ Versuche in dieser Richtung veröffentlicht worden. Aus drei von diesen Versuchen ergibt sich in Übereinstimmung mit dem Gesagten, daß nennenswerte kohlenstoffhaltige Gase in Eisen nach dem Auswalzen nicht mehr vorhanden sind (Zahlentafel 5).

Hiermit steht auch das Ergebnis der kürzlich von Rapatz²⁾ veröffentlichten Bohrversuche in Einklang, welche im bearbeiteten Stahl nur Wasserstoff und Stickstoff ergaben. An Wasserstoff fand Rapatz bei gegossenen Blöckchen:

im Mittel { durch Verbrennen: 2,7 cm³ H₂ je 1 cm³ Metall
„ Bohren: 0,20 cm³ H₂ je 1 cm³ Metall
und bei geschmiedeten Proben: 0,14 cm³ H₂ je 1 cm³ Metall

Der oben bei dem Extraktionsverfahren für das gegossene Thomasflußeisen im Mittel angegebene H₂-Gehalt von 0,0024 Gewichtsprozenten oder von 2,16 cm³ je 1 cm³ Metall liegt in der Höhe des vor

1) Rev. Mét. (Mém.) 1908, Febr., S. 69/74.

2) St. u. E. 1920, 16. Sept., S. 1240/1.

Rapatz durch Verbrennen für seine Blöckchen aus Tiegel- und Elektro Stahl festgestellt.

Mittels der Quecksilberchloridmethode fanden wir:

Bei dem gegossenen Thomasflußeisen: Bei dem 20 mm- Φ - Stahl mit 1,68 % C:	Gew.-% H ₂	cm ³ H ₂ je 1 cm ³ Metall
	0,00098	0,84
	0,00032	0,25

Der bei dem Quecksilberchloridverfahren für das Thomaseisen gefundene H₂-Gehalt liegt mithin erheblich unter dem bei dem Extraktionsverfahren erhaltenen. Für beide Eisensorten ergibt das chemische Verfahren einen etwas höheren H₂-Gehalt, als dem von Rapatz bei seiner Untersuchung von Tiegel- und Elektro Stahl gefundenen Mittel entsprechen würde, was aber in der Natur der beiden Verfahren begründet ist. Weitere Versuche wären in bezug auf den Wasserstoffgehalt zu machen. Was CO₂ und CO betrifft, kämen beide Verfahren zu dem Ergebnis, daß in Eisen und Stahl kein CO₂ und nur Spuren von CO vorhanden wären.

Zusammenfassung.

Eine gegossene Probe von Thomaseisen wurde dem Extraktions- und dem Lösungsverfahren unterworfen, wobei letzteres einmal mittels angesäuertes Kupferammonchloridlösung, das andere Mal mittels nicht angesäuertes Quecksilberchloridlösung ausgeführt wurde. Im ganzen wird bestätigt, daß die physikalische Arbeitsweise mehr CO als CO₂ ergibt, die chemische mehr CO₂ als CO. Bei Anwendung von Quecksilberchlorid war bei letzterer der CO-Gehalt größer als bei Anwendung von Kupferammon-

chlorid. Der in der Arbeit erfolgte Hinweis, daß möglicherweise ein Teil des CO von dem Kupfersalz gebunden wird, müßte noch experimentell nachgeprüft werden.

Was das bei dem chemischen Verfahren durch Kochen der Lösung erst zur Entwicklung kommende CO₂ betrifft, so bleibt vorläufig die Frage nach seiner Bildung offen. Es konnte aber an Hand einer Reihe von C-Stählen der Nachweis erbracht werden, daß die CO₂-Menge mit dem C-Gehalt der Stähle wächst und dieses Gas im kohlenstoffarmen Flußeisen mittels der angewandten analytischen Arbeitsweise (als BaCO₃) nicht zu bestimmen ist. Es dürfte mithin ausgeschlossen erscheinen, daß bearbeitetes oder blasenfreies, gegossenes Eisen CO₂-Gas mit sich führt. Da weiter die von dem chemischen Verfahren gegebene CO-Menge nur gering ist, so können die bei dem Extraktionsverfahren erhaltenen kohlenstoffhaltigen Gase als praktisch ganz von der Einwirkung des Kohlenstoffs oder des Karbids auf die Oxyde in Stahl herrührend angesehen werden. Der Ende 1910 von Goerens gemachte und teilweise von ihm schon ausgearbeitete Vorschlag, das Extraktionsverfahren unter Zusatz von Graphit zu den Probespänen zu einem volumetrischen Sauerstoffbestimmungsverfahren zu benutzen, würde dadurch auf positiven Boden gestellt, da in den im Stahl von vornherein etwa vorhandenen kohlenstoffhaltigen Gasen eine nennenswerte Fehlerquelle nicht mehr gesehen werden könnte. Weitere in Aussicht genommene Versuche dürften hierüber Klarheit bringen.

* * *

An den Bericht schloß sich folgender Meinungsaustausch an:

Vorsitzender W. Schäfer, Rheinhausen: Wir sind den beiden Berichterstattern sehr dankbar für die wertvollen Beiträge, die sie zu dem behandelten, noch etwas unstrittenen Gegenstand geleistet haben. Professor Dr. Jupp. Oberhoffer, Aachen, hat sich ebenfalls mit dieser Frage beschäftigt und stellt für die nächste Zeit einen Bericht über seine diesbezüglichen Untersuchungen im Zusammenhang mit Gas- und Sauerstoffbestimmungen auf unserem Wege in Aussicht. Ich stelle nunmehr die beiden Berichte zur Erörterung.

P. Klinger (Essen): Da die Gasfrage aufs engste mit der Frage der Desoxydation und der Beruhigung des Stahles verknüpft ist, so ist die Klärung dieser Frage für den Stahlwerker von ganz besonderem Wert. Bevor wir aber nicht volle Klarheit haben, in welcher Form und in welchen Mengen die Gase im Stahl auftreten, ist es unmöglich, dem Hütteningenieur bei der Durchführung seiner Schmelzverfahren zur Bekämpfung der die Eigenschaften des Stahles ungünstig beeinflussenden Gasmengen mit Rat zur Hand zu sein. Zur Lösung dieser noch ungeklärten Frage werden eingehende Laboratoriumsversuche und rein analytische Erwägungen nötig sein. Die Ausführungen der beiden Berichterstatter haben hierzu neue Beiträge geliefert. Ganz besonders ist es zu begrüßen, daß die Bestimmung der Gase auf rein chemischem Wege wieder aufgenommen worden ist, und ich hoffe, daß uns das eben geschilderte Verfahren von Chefchemiker Vita einen Schritt weiter gebracht hat. Das gleiche gilt von den Versuchen von Dr. Jupp. Maurer, bei denen besonders hervorzuheben ist, daß die Gasbestimmung im gleichen Metall nach verschiedenen Verfahren durchgeführt wurde. Mich haben die Mit-

teilungen ganz besonders interessiert, da ich mich selbst seit einiger Zeit mit der Gasfrage beschäftige. Eingehende Untersuchungen über den Gasgehalt im Stahl wurden in der Versuchsanstalt der Fried. Krupp A.-G. bereits im Jahre 1913 angestellt; im letzten Jahre wurden sie von uns im chemischen Laboratorium wieder aufgenommen. Es sei mir gestattet, hierüber kurz einiges zu berichten, wobei ich bemerken muß, daß meine Ausführungen noch kein abschließendes Urteil über die Versuche bilden sollen.

Für die Untersuchungen kamen das Extraktions- und das Lösungsverfahren mit Kupferammoniumchlorid nach Goutal mit geringer Abänderung zur Anwendung. Zur Extraktion wurde der von Professor Oberhoffer gebaute Gasbestimmungsapparat sowie ein solcher eigener Bauart benutzt. Die beiden Apparate unterscheiden sich im wesentlichen durch die Art der Luftpumpe. Der Oberhoffersche Apparat besitzt die selbsttätig arbeitende Beutelsche Quecksilberluftpumpe, während der andere mit einer Luftpumpe in Verbindung steht, wie sie von Antropoff veröffentlicht worden ist¹⁾. Beide Pumpen sind mit Auffangvorrichtung für die abgesaugten Gase versehen. Die Analyse der Gase erfolgt in einem Apparat eigenen Modelles, bei dem im Gegensatz zur Oberhofferschen Analysier Vorrichtung die Bestimmung des Kohlenoxyds nicht durch Explosion, sondern durch Absorption mittels Kupferchlorürlösung erfolgt. Der verbleibende Gasrest, bestehend aus Wasserstoff, unter Umständen auch Methan und nicht vollständig absorbiertem Kohlenoxyd, wird durch Explosion verbrannt, der unverbrauchte Sauerstoff durch Absorption mit Phosphor bestimmt. Die Versuche sollen demnächst nach dem Wüstchen

¹⁾ Vgl. Chemiker-Zeitung 1910, 17. Sept., S. 979.

Aufschlußverfahren, wie es zuerst von Goerens und auch von Dr.-Ing. Maurer angewandt wurde, wiederholt werden.

Da es heute wohl im wesentlichen darauf ankommt, die Zuverlässigkeit der bei der Gasbestimmung zur Anwendung kommenden Verfahren zu beleuchten, will ich mich auf die Ergebnisse beschränken, die wir mit ein und demselben Metall nach den eben erwähnten zwei Verfahren ermittelt haben. Die diesbezüglichen Untersuchungen erstrecken sich auf Siemens-Martin-Eisen mit 0,10, 0,50 und 1,20% C.

Ich will hier gleich erwähnen, daß sich meine Ergebnisse in bezug auf die beiden Verfahren mit den Angaben im Schrifttum und den heute gehörten Mitteilungen von Dr.-Ing. Maurer decken. Das Extraktionsverfahren gibt mehr Kohlenoxyd als Kohlensäure, das Lösungsverfahren umgekehrt mehr Kohlensäure als Kohlenoxyd.

Es wurden von uns nach dem Extraktionsverfahren an Kohlensäure meistens nichts, in einigen Fällen, die noch besonders erwähnt werden sollen, nur geringe Mengen bis zu 0,15 cm³ je cm³ Metall gefunden. Bei dem Lösungsverfahren dagegen fanden auch wir Kohlensäuremengen von 0,4–2,0 cm³ je cm³ Metall, und zwar mit steigendem Kohlenstoffgehalt steigende Werte für Kohlensäure.

Der Kohlenoxydgehalt schwankt bei dem Extraktionsverfahren von 1,0 bis 4,0 cm³ je cm³ Metall. Der Stahl mit 0,1% C, der unruhig vergossen wurde, ergab die höchsten Werte an Kohlenoxyd. Nach dem Lösungsverfahren haben wir nur 0,05 bis 0,50 cm³ je cm³ Metall erhalten.

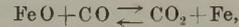
Die Wasserstoffgehalte schwanken in ziemlich engen Grenzen, sie betragen durchschnittlich 0,3 cm³ je cm³ Metall.

Im Stickstoffgehalt, der mittels Differenzbestimmung ermittelt wird, summieren sich demzufolge alle Analysefehler. Der mittlere Gehalt betrug 0,65 cm³ je cm³ Metall. Der durch chemische Analyse ermittelte Nitridstickstoff ergab niedrigere Werte. Obwohl durch Versuche festgestellt wurde, daß auch ein Teil dieses Nitridstickstoffes beim Glühen der Späne im Vakuum sich zersetzt, zeigen die Versuche doch, daß auch noch Stickstoff im Stahl gelöst sein muß. Darauf deuten auch die Ergebnisse folgender Versuche hin. Bei einer Reihe von Versuchen zwecks Bestimmung der beim Gießen und Erstarren des Stahls entweichenden Gase wurden zur einwandfreien Ermittlung des Stickstoffs mehrere Blöcke in einer Wasserstoff-Atmosphäre vergossen. Zu diesem Zweck wurde die Kokille mit einem Deckel, in dem sich ein Zuleitungs- und Abzugsrohr befanden, gut abgedichtet und der mit der Kokille in Verbindung stehende Trichter mit einem fest eingepreßten, 0,5 mm starken Eisenblech verschlossen. Unterhalb des Bleches war ebenfalls ein Zuleitungsrohr angebracht. Das Ganze wurde durch die beiden Zuleitungsrohre am Trichter und im Deckel mit Wasserstoff angefüllt, der durch das Abzugsrohr des Deckels wieder ins Freie trat und daselbst angezündet wurde. Beim Versuch wurde dann das dünne Eisenblech mit einem kräftigen Strahl aus der Pflanze rasch durchgeschmolzen und die Kokille unter Wasserstoffspülung mit flüssigem Stahl gefüllt. Die beim Erstarren entweichenden Gase wurden aufgefangen und analysiert. Sie enthielten u. a. 2,5–3,0 Vol.-% Stickstoff.

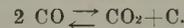
Durch die Versuche von Sieverts über die Löslichkeit von Gasen in Metallen ist die Löslichkeit des Wasserstoffs im Eisen einwandfrei bewiesen; ebenso wird Stickstoff bei hohen Temperaturen merklich absorbiert. Anders liegen die Verhältnisse beim Kohlenoxyd; hier gibt Sieverts nur an, daß „Kohlenoxyd bei hohen Temperaturen mit Eisen reagiert“. Von den beiden früher sich scharf gegenüberstehenden Theorien, der Adsorptionstheorie von Müller und der Reaktionstheorie von Pourcel, kann in bezug auf das Kohlenoxyd nur noch die letztere als richtig anerkannt werden. Die Entstehung des Kohlenoxyds dürfte zum größten Teile, wenn nicht ganz, auf die Reduktion der im Eisen eingeschlossenen Oxide durch den Kohlenstoff zurückzuführen sein. Als ein Beweis hierfür diene die bei den entgasten Spänen in größerem oder kleinerem Maße erfolgte Abnahme des Kohlenstoff-

und des in gebundener Form vorhandenen Sauerstoffgehalts. Bei dem unruhig vergossenen Material, das die höchsten Werte an Kohlenoxyd ergab, fanden wir eine Kohlenstoffabnahme von 40%, beim Sauerstoff eine solche von 30%. Da nach dem Lösungsverfahren nur geringe Kohlenoxydmengen gefunden werden, so ist die Wahrscheinlichkeit gegeben, daß das Kohlenoxyd als im Stahl nicht gelöst betrachtet werden kann.

Am widersprechendsten sind die Ergebnisse der Kohlensäuregehalte, die nach den beiden Verfahren erhalten werden. Obwohl das Lösungsverfahren ein Mehrfaches von dem ergibt, das nach dem Extraktionsverfahren gefunden wurde, ist trotzdem nicht anzunehmen, daß Kohlensäure im Eisen gelöst enthalten ist. Die mittels Extraktion gefundenen Kohlensäuremengen werden nachträglichen Reaktionen, etwa nach der Gleichung



zuzuschreiben sein. Auch ist es immerhin denkbar, daß bei den Versuchsbedingungen eine Spaltung eines Teiles des Kohlenoxyds, vor allem bei niederen Temperaturen, eintritt gemäß der Gleichung



Bei unseren Untersuchungen zeigte sich denn auch nach einer Reihe von Versuchen im kälteren Teile des Glühröhres ein schwarzer Anflug von Kohlenstaub, der mit der Zeit immer stärker wurde. Die geringen Mengen Kohlensäure, die wir nach dem eben erwähnten Verfahren fanden, ergab meistens diejenige Apparatur, bei welcher die Probe langsam erhitzt wurde. Nach dem Lösungsverfahren fanden auch wir bei Stahl überwiegend Kohlensäure, bei Flußeisen dagegen nur geringe Mengen. Diese letztere Erscheinung und die Tatsache, daß die Kohlensäure erst beim Kochen der Lösung auftritt, lassen darauf schließen, daß die gebildete Kohlensäure auch hier nur ein Reaktionsprodukt ist. Zur Klärung dieser Erscheinung wurde reiner Kohlenstoff in Form von Graphit mit Kupferammoniumchloridlösung genau in derselben Weise wie die Stahlproben behandelt. Von dem eingeführten Kohlenstoff wurde bis zu 6% in Form von Kohlensäure gefunden; kohlenstoffreies Elektrolyteisen ergab bei gleicher Behandlung keine Kohlensäure. Die bei dem Lösungsverfahren gefundene Kohlensäure muß demnach als Reaktionsgas angesehen werden. Der Stickstoff war rein; vor jeder Einführung von Probespänen wurde der gereinigte Stickstoff auf seinen Gehalt an Sauerstoff, Kohlensäure und Kohlenoxyd geprüft. Ebenso gab die reine Kupferammoniumchloridlösung beim Kochen im Stickstoffstrom weder Kohlensäure noch Kohlenoxyd. Ich möchte annehmen, daß der beim Kochen entstehende Wasserdampf eine Vergasung des Kohlenstoffs, ähnlich der Wassergasreaktion, hervorruft, wobei infolge einer Kontaktwirkung des Kupfersalzes die Oxydation bis zur Kohlensäure erfolgt. Ich möchte Dr.-Ing. Maurer noch fragen, ob er bei seinen Bestimmungen mit nicht angesäuertem Quecksilberchloridlösung dieselben Erscheinungen bezüglich der Kohlensäure gehabt hat wie mit der sauren Kupferammoniumchloridlösung. Ebenso wäre es interessant zu wissen, ob Chefehemiker Vita, der die Umsetzung des Stahles bei 60° vornimmt, seine ammoniakalische Kupferlösung einmal bis zum Sieden erhitzt und dabei ebenfalls Kohlensäurebildung festgestellt hat.

Auf Grund der gemachten Beobachtungen schließe ich mich der Auffassung von Dr.-Ing. Maurer an, daß Kohlensäure und Kohlenoxyd im Fertigstahl nicht, letzteres vielleicht in geringen Mengen, vorkommt. Das Verfahren von Vita, das ich demnächst in mein Versuchsprogramm aufzunehmen gedenke, kommt ja auch zu demselben Ergebnis.

Dr.-Ing. E. Maurer (Düsseldorf): Die Erscheinungen in bezug auf Kohlensäure waren bei Kupferammoniumchlorid und Quecksilberchlorid die gleichen.

A. Vita (Friedenshütte): Um die Bildung von Reaktionsgasen, besonders von Wasserstoff, der ja auch bestimmt werden sollte, zu vermeiden, bin ich in der Temperatur nur bis 60° gegangen. Da keine höhere

Temperatur angewandt worden ist, kann ich die Fragen wegen etwaiger Bildung von Kohlensäure nicht beantworten.

F. Fettweis (Bochum): Wenn man Stahl in der Kälte mit Salpetersäure behandelt, bilden sich Rückstände, die Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthalten und beim Erhitzen Kohlenoxyd abgeben. Rückstände ähnlicher Zusammensetzung entstehen auch beim Behandeln von Stahl mit Kupfersalzen. Die Annahme liegt nahe, daß auch diese Rückstände sich beim Erhitzen unter Bildung von Kohlenoxyd und Kohlensäure zersetzen.

Dipl.-Ing. Rapatz (Düsseldorf): Dr. Ing. Maurer findet bei Anwendung von Kupferammoniumchlorid als Lösungsmittel weniger Kohlenoxyd als bei Anwendung von Quecksilberchlorid. Der Grund dafür dürfte der sein, daß sich durch die reduzierende Einwirkung von Eisen Kupferammoniumchlorür bildet und dieses Kohlenoxyd absorbiert.

Bei Verwendung von Spänen ist zu berücksichtigen, daß schon während des Bohrens ein Teil der Gase entweicht, denn selbst bei bestem Tiegelstahl ist auch im ausgeschmiedeten Zustande immer noch ein Teil der Gase in Bläschenform vorhanden. Bei genauer Untersuchung sind die durch Bohren freierwerdenden Gasmengen den durch Lösen der Späne entstehenden zuzuzählen. Das Mengenverhältnis der ersteren zu den letzteren dürfte bezüglich Wasserstoff und Stickstoff ungefähr 1 : 10 sein.

Zu beachten ist, daß ein Metall, dessen Gasgehalt festgestellt werden soll, keiner nachträglichen Feuerbehandlung unterzogen werden darf, da sonst vor der Untersuchung Gase entweichen.

Dr. Ing. E. Maurer: Man kann sofort annehmen, daß Kupferammoniumchlorid Kohlenoxyd festhält, was ja von der Gasanalyse her genügend bekannt ist. Die wissenschaftlichen Versuche zur Begründung dieser Behauptung im vorliegenden Falle stehen jedenfalls noch aus, wenn auch die Auffassung nahe liegt. Ich stehe auf dem Standpunkt, daß die ganzen Gasuntersuchungen, so wie sie jetzt ausgeführt werden, keinen praktischen Sinn haben. Denn habe ich ein Metall, das blasig ist, so sind aus den Ergebnissen, die durch das Extraktions- oder Lösungsverfahren an Spänen erhalten werden, keine Schlüsse zu ziehen. Man müßte an ganzen Stücken arbeiten; aber so weit sind wir noch nicht.

A. Vita: Bohrspäne sollten eigentlich nicht verwendet werden, da die Gasmengen, die sich zwischen den einzelnen Spänen befinden, für die Bestimmung verloren gehen. Daher empfiehlt es sich, für die chemische Umsetzung die Probe an einem dünnen Blech flach zu schlagen und in Stückchen zu zerschneiden.

Dr. W. Heckel (Bruckhausen): Ich möchte anfragen, ob vielleicht Versuche mit Martinstahl angestellt worden sind, das mit Koksofengas erschmolzen ist. Ist der Wasserstoffgehalt eines derartigen Stahls größer oder gleich dem des Martinstahls, der mit Hilfe von Generatorgas hergestellt ist?

Dr. R. Biermann (Mülheim-Ruhr): Auf der Friedrich-Wilhelms-Hütte zu Mülheim-Ruhr wurden seit 1909 die Martinöfen mit einem Gemisch von Koksofengas und Hochofengas, in Ausnahmefällen auch mit erstem Gas allein, betrieben. Die anfangs bestehende Befürchtung, daß der hohe Wasserstoffgehalt des Koksofengases ungünstigen Einfluß auf den Stahlguß ausüben würde, war unbegründet. Die Qualität hat in keiner Weise gelitten. Eine Aufnahme von Wasserstoff beim Schmelzprozeß ist nicht festgestellt worden.

Professor Dr. B. Strauß (Essen): Die Wasserstoffmengen sind in den verschiedenen Stahlsorten, die nach dem Extraktionsverfahren untersucht worden sind, sehr wechselnd und hängen sehr von der Probeform ab, namentlich davon, ob man kleine oder große Späne nimmt. Ebenso scheint mir der Vorschlag von Chefchemiker Vita, die Späne durch Hämmern herzustellen, nicht der richtige Weg zu sein; man verändert hierdurch die Gasmengen.

Auch der Vorschlag, die Gase einfach durch Bohren zu ermitteln, ist früher bei uns eingehend geprüft worden und hat zu keinem befriedigenden Ergebnis geführt, da die Bohrversuche unter irgend einem Abschlußmittel gemacht werden müssen. Bei Verwendung von Wasser werden die Ergebnisse durch dieses beeinflusst.

Die Frage, ob mit dem einen oder anderen Gas niedergeschmolzene Stähle verschiedenen Wasserstoffgehalt haben, kann mit den bisherigen Verfahren gar nicht beantwortet werden; die Ergebnisse sind zu verschieden. Außerdem scheint der Wasserstoff, den man aus Spänen bei der Extraktion erhält, von untergeordneter Bedeutung zu sein. Wir haben niemals einen Einfluß auf die Qualität des Stahls feststellen können.

Geheimrat B. Osann (Clausthal): Wäre es nicht richtig, einmal die Müllerschen Versuche¹⁾ wieder hervorzuziehen, vielleicht zu wiederholen. Ich erinnere mich — ich studierte damals —, daß Professor Finkener in Berlin die Müllerschen Ergebnisse anzweifelte und behauptete, Müller hätte unter Wasser gebohrt und infolgedessen Wasserstoff gefunden. Es war nicht ganz klar, wie er das meinte. Müller bohrte auf Grund dieses Einwands unter Quecksilber und auch unter Petroleum und erhielt ebensoviel Wasserstoff. Damals erregte es allgemeines Erstaunen, daß so viel Wasserstoff im Stahl enthalten ist. Müller betonte immer wieder, er hätte ganz gesunden Stahl, Tiegelgußstahl usw., genommen, nicht etwa blasigen Stahl. Ich glaube, wenn wir diese Versuche wieder aufnehmen, würden wir weiter kommen, als wenn wir diese Auflösungsverfahren anwenden.

Professor Dr. B. Strauß: Ich gebe dem Vorredner darin ganz recht, daß mit dem nassen Verfahren kein Erfolg zu erzielen ist; unsere Versuche haben dahin geführt, daß mit dem nassen Verfahren gar nichts zu erreichen ist.

Was die Versuche von Dr. F. C. G. Müller betrifft, so sind sie wiederholt worden und haben auch zu keinen weiteren neuen Aufschlüssen geführt. Es ist ohne Zweifel richtig, daß in ganz dichtem Stahl noch gewisse Mengen Wasserstoff mit den verschiedenen Extraktionsverfahren zu erhalten und auch im Stahl sicher vorhanden sind. Diese interessieren aber den Metallurgen in der Regel nicht. Den Metallurgen interessieren besonders diejenigen Gase, welche das Unruhigwerden und die Blasenbildung hervorrufen. Und es ist heute kein Zweifel mehr, daß das Unruhigwerden und die Blasenbildung nur verursacht werden durch Reaktionsgase zwischen den Sauerstoffmengen, die im Stahl gelöst sind, und dem enthaltenen Kohlenstoff. Nur das Kohlenoxyd, das bei der Reaktion entsteht, ist für die Blasenbildung wesentlich. Der Wasserstoff spielt nur indirekt eine Rolle, indem er bei der Blasenbildung, die durch die Reaktionsgase (Kohlenoxyd) entsteht, mitgerissen wird. Ich glaube daher, daß die Wiederholung der Müllerschen Versuche keine neuen Aufschlüsse bringen könnte.

Geheimrat B. Osann: Ich darf daran erinnern, daß Müller damals folgende Theorie aufgestellt hat: Durch die Einwirkung des Sauerstoffs im Eisenoxydul auf den Kohlenstoff tritt ein Anstoß ein. Es entweichen dann stürmisch zusammen mit dem Kohlenoxyd alle im flüssigen Stahl und Eisen gelösten Gase, genau in demselben Sinne, wie etwa feiner Zucker, in kohlen säurehaltiges, aber ganz ruhiges Wasser eingeführt, sofort eine starke Kohlen säureentwicklung hervorruft. Ich glaube, daß, wenn wir uns wieder in dieses Schrifttum vertiefen — es ist allerdings 40 Jahre alt —, vielleicht doch etwas gerade für den praktischen Stahlwerksbetrieb herauskommt. Denn einen Vergleich der Güte des Stahls mit der Gaszusammensetzung oder den Gasmengen hat meines Wissens niemand nach ihm durchgeführt. Müller war bekanntlich Gymnasiallehrer und hatte nicht viel Mittel; wir haben aber bekanntlich doch heute Laboratorien mit sehr reichen Mitteln. Die Versuche müßten aber in unmittelbarer Fühlung mit dem Betriebe gemacht werden.

¹⁾ St u. E 1882, Nov., S. 531/42.

Dr.-Ing. W. Oertel (Remscheid): Bei meiner Firma hat man eine große Anzahl Untersuchungen über den Gasgehalt im Schnelldrehstahl gemacht, um die Abhängigkeit der Eigenschaften vom Gasgehalt festzustellen. Man ist damit zu keinem befriedigenden Ergebnis gekommen. Das Gasvolumen bei den einzelnen Schmelzungen schwankte untereinander sehr stark, ohne irgendwelche Gesetzmäßigkeiten erkennen zu lassen. Auch die Kontrollanalysen führten zu keinem übereinstimmenden Ergebnis. Die Analysen wurden nach dem Extraktionsverfahren und der Zugabe einer Legierung aus gasfreiem Antimon und Zinn zur Probe durchgeführt. Gasuntersuchungen einiger im Vakuum erschmolzener Proben aus Elektrolyteisen mit einem wechselnden Zusatz von Kohlenstoff ergaben zunehmenden Gasgehalt mit wachsendem Kohlenstoffgehalt, z. B.:

1. Elektrolyteisen, Gesamtgasgehalt bei 100 g Metall 32 cm³,
2. „ mit 0,5 % Kohlenstoff, Gesamtgasgehalt bei 100 g Metall 62 cm³,
3. „ mit 1 % Kohlenstoff, Gesamtgasgehalt bei 100 g Metall 114 cm³,
4. „ mit 3 % Kohlenstoff, Gesamtgasgehalt bei 100 g Metall 160 cm³.

Diese Zunahme an Gas ist in erster Linie durch das Wachsen der Anteile an Kohlenoxyd bedingt, was offensichtlich auf eine Reaktion von Kohlenstoff mit Kieselsäure zurückzuführen ist, da die Schmelzen im Porzellantiegel durchgeführt wurden. Ich möchte vorschlagen, das Müllersche Verfahren der Bohranalyse mit dem Extraktionsverfahren derart zu vereinigen, daß die nach dem Bohrverfahren untersuchten Späne nach dem Extraktionsverfahren nochmals untersucht werden.

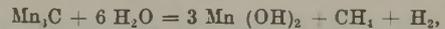
Professor O. Bauer (Berlin): Für die Praxis ist in erster Linie die Frage von Wichtigkeit: Wie ist der Wasserstoff im Eisen vorhanden? Wenn er lediglich mechanisch eingeschlossen ist, so ist er ziemlich ungefährlich. Tritt er dagegen in fester Lösung auf, so ist er sehr gefährlich (Wasserstoffbrüchigkeit). Es ergibt sich daraus eigentlich von selbst, daß die ganzen Bohrproben nicht das Richtige treffen.

Durch einwandfreie Untersuchungen von Sievers ist — wie auch schon erwähnt wurde — festgestellt, daß das Lösungsvermögen des Eisens für Wasserstoff bei tiefer Temperatur nahezu gleich Null ist, dagegen mit steigender Temperatur außerordentlich wächst. Das ist eine wichtige Feststellung, die auch im Kriege eine große Rolle spielte. Ich erinnere nur an die großen Behälter, die wir für die Füllung der Zeppelinluftschiffe verwendeten. Es waren eiserne Behälter, die unter 20 at Druck standen und mit Wasserstoff gefüllt an die Front gingen. Es entstand die Frage, ob das Eisen unter hohem Druck Wasserstoff aufnehmen, also wasserstoffbrüchig werden könne. Durch umfangreiche, im Staatlichen Materialprüfungsamt angestellte Untersuchungen konnte einwandfrei nachgewiesen werden, daß eine Wasserstoffaufnahme bei Zimmertemperatur selbst unter hohem Druck nicht stattfindet. Damit war für die Technik diese wichtige Frage zugunsten der eisernen Behälter entschieden. Es wäre vielleicht erwünscht, wenn die späteren Arbeiten und Untersuchungen sich etwas mehr auch mit der Frage beschäftigten: In welcher Form treten die Gase, insbesondere der Wasserstoff, im Eisen auf? Ist er nur rein mechanisch eingeschlossen oder kann er auch in fester Lösung mit dem Eisen vorkommen?

Dr.-Ing. M. Philips (Düsseldorf): Ueber die Möglichkeit der Bildung von Kohlensäure hat schon Herr Klinger auf Grund seiner Versuche bezüglich der Einwirkung von Graphit auf Kupferammoniumchloridlösung berichtet. Es wäre sehr erwünscht, wenn in dieser Richtung auch Versuche ausgeführt würden mit reinem Eisenkarbid, das durch Lösen von Stahl in kalter verdünnter Säure oder auf elektrolytischem Wege erhalten worden ist. Ähnliche Versuche sind schon von Mylius, Förster und Schöne¹⁾ ausgeführt worden, die bei durch Lösen

von Stahl erhaltenem reinen Eisenkarbid feststellten, daß Wasser auf Eisenkarbid bei 100° nur wenig, dagegen verdünnte Säuren sehr langsam einwirken.

Während die Frage der Bildungsmöglichkeit von Kohlensäure durch Einwirkung von kochender verdünnter Säure auf Eisenkarbid noch zu klären wäre, ist das Verhalten des Mangankarbid dahin bekannt, daß dieses sich schon bei gewöhnlicher Temperatur mit Wasser zersetzt nach der Gleichung



also unter Bildung gleicher Volumina von Methan und Wasserstoff. Auf diese Reaktion ist es wohl auch zurückzuführen, daß Chefchemiker Vita bei seinen Untersuchungen von Ferromangan so große Mengen von Wasserstoff und Methan festgestellt hat.

Ähnliches trifft auch wohl zu bei den dort angeführten Ergebnissen über den Gasgehalt von Ferrosilizium. Bei dem untersuchten 70 prozentigen Ferrosilizium handelt es sich wohl um elektrisch hergestelltes Ferrosilizium, das bekanntlich aus den bei der Erzeugung verwandten Rohstoffen immer größere oder geringere Mengen von Kalziumkarbid enthält, was sich auch bei längerem Lagern des Ferrosiliziums an dem Geruch von Azetylen zu erkennen gibt. Dieses Kalziumkarbid entwickelt bei dem Lösen des Ferrosiliziums dann Azetylen, das bei der Analyse als Methan in Rechnung gesetzt wurde.

Bei den für Ferromangan und Ferrosilizium von Herrn Vita angegebenen Zahlen müßte also wohl noch ein entsprechender Abzug für die auf obige Weise entstandenen Mengen Wasserstoff und Methan vorzunehmen sein.

W. Eilender (Remscheid): Von einem Vorredner ist schon betont worden, daß das Problem, das wir hier behandeln, ein doppeltes ist. Neben der Frage, ob und welche Gase in den Stählen gelöst sind, ist weiter zu prüfen, ob diese Gase in fester Lösung vorhanden oder mikroskopisch fein verteilt sind. Wenn die letztere Annahme zutrifft, würden sie in erster Linie auf den Kristallbegrenzungsflächen zu finden sein. Der Einfluß auf die Güte wird im Falle der festen Lösung ein weitergehender sein als bei der Annahme der Einlagerung. Ich möchte nun fragen, ob es überhaupt möglich ist, zu entscheiden, ob irgendein Gas in fester Lösung im Stahl vorhanden oder ob es als mikroskopisch fein verteilt anzunehmen ist.

Dipl.-Ing. Rapatz (Düsseldorf): Bezüglich des Stickstoffes kann man mit Sicherheit annehmen, daß er größtenteils chemisch gebunden ist; denn die Stickstoffbestimmung nach Braun beruht ja darauf, daß der Stickstoff als Eisennitrid vorhanden ist. Der Wasserstoff befindet sich zum kleinen Teile in feinsten Bläschen; der größere Teil ist entweder in fester Lösung oder chemisch gebunden.

Professor A. Fischer (Aachen): Ob der Wasserstoff in fester Lösung oder mikroskopisch fein verteilt vorhanden ist, müßte sich durch Potentialmessungen feststellen lassen.

W. Eilender (Remscheid): Aus der heutigen Besprechung geht für mich hervor, daß wir eigentlich noch trotz dem Vielen, was an jeder Stelle gelöst worden ist, vor ganz großen Aufgaben stehen. Ich möchte deshalb anregen, daß gerade mit Rücksicht auf die erheblichen Versuchsschwierigkeiten und die vielen Fehlerquellen erwogen wird, einen kleineren Ausschuß einzusetzen, der in gemeinschaftlicher Arbeit diese ganzen Fragen einmal durcharbeitet, so daß immer die eine Stelle die andere kontrolliert und ergänzt.

Professor A. Fischer (Aachen): Es wäre möglich, daß der gelöste Wasserstoff außerordentlich reaktionsfähig wäre; er würde dem Wasserstoff ähneln, der im Entstehungszustande reagiert, während der nur mechanisch beigemengte molekular vorhanden sein muß. Es

¹⁾ Zeitschrift für anorganische Chemie, Bd 13, 28. Sept., S. 38/58.

wäre nicht ausgeschlossen, daß auf Grund der Reaktionsfähigkeit des Wasserstoffs die Frage zur Entscheidung gebracht werden könnte.

W. Eilender (Remscheid): Nach den bei uns durchgeführten Versuchen bin ich der Auffassung, daß der Wasserstoff als mechanisch beigemischt aufzufassen ist. Wenn man an die Müllerschen Bohrversuche denkt, so deuten sie schon darauf hin, da sie doch in kaltem Zu-

stande durchgeführt worden sind. Wir haben aber auch sehr weitgehende Versuche mit Rohblöcken und vorgewalztem Metall gemacht und haben gefunden, daß die Abnahme im Wasserstoffgehalt eigentlich eine sehr geringe ist. Wenn der Wasserstoff chemisch gelöst wäre, müßte man doch weitergehende Abnahmen bei der Weiterverarbeitung finden. Das alles deutet doch darauf hin, daß die erstere Annahme die zutreffende ist.

Verwendungsmöglichkeiten der Lindeluft in Hochofenbetrieben.

Von Ingenieur Theodor Wagner in Budapest.

(Frühere Ansichten und Versuche betr. Zumischung von Sauerstoff zum Gebläsewind der Hochofen. Veränderte Verhältnisse im Hochofenbetrieb gegenüber Vorkriegszeiten. Verringerung der Koksricht und Zuführung von Gas erzeugergas oder Kohlenstaub durch die Formen. Die Forderung hoher Gestelltemperatur. Verwendung sauerstoffreicher Luft beim Hochofenbetrieb mit Kohlenstaubfeuerung.)

Jahre hindurch hat Altmeister Dr.-Ing. e. h. Fritz W. Lürmann die Versuche, welche mit sauerstoffreicher Luft auf Hochofenwerken angestellt wurden, mit wachsamem Auge verfolgt und fallweise über die Frage in dieser Zeitschrift Bericht erstattet. Schon aus diesen Mitteilungen ist zu entnehmen, daß mit der Zeit auch in seiner Stellungnahme eine Aenderung eingetreten ist, obwohl bei den damals obwaltenden, den jetzigen gegenüber ganz verschiedenen wirtschaftlichen Verhältnissen, die überdies mit einer noch nicht genügend ausgebildeten, den Erfordernissen der Massenerzeugung nicht gewachsenen Herstellungsart der sauerstoffreichen Luft zu rechnen hatten, begründeterweise ein abschließendes Urteil nicht zu erwarten war. In seinem Aufsatz: „Vorteile, Nachteile und Kosten der Zumischung von Sauerstoff zum Gebläsewind der Hochofen“¹⁾, erkennt er allein die guten Dienste der Apparate Dr. Mennes ohne Vorbehalt an, die zum Aufschmelzen des Stichlochs u. dgl. mit Sauerstoff allgemein geworden sind und beim Hochofenbetriebe nicht entbehrt werden können. Durch Zumischung von Sauerstoff zum Gebläsewind ließ sich nach den damaligen Erzeugungskosten für Lindeluft kein Vorteil errechnen, obwohl nur eine ganz geringfügige, 1% des gesamten Heißwindvolumens betragende Menge Sauerstoffzumischung in die Rechnung gezogen wurde. Die Versuche, die zu dieser Mitteilung Lürmanns Anlaß gaben, scheinen auch keine dauernde Verwendung sauerstoffreicher Luft ins Auge gefaßt zu haben und stellten der Sauerstoffanreicherung offenbar nur die Behebung der Störungen bei mattem Gange und bei raschen Temperaturvermindierungen im Gestelle zur Aufgabe.

Im nächsten Jahre berichtet schon Lürmann, daß Ch. A. Edwards, an seine Betrachtungen über Zumischung von Sauerstoff zum Gebläsewind der Hochofen anknüpfend, auf eine trotz geringfügiger Anreicherung nicht unbedeutende Ersparnis an Koks und im Kraftbedarfe der Gebläse hinweist²⁾. Auch ließe sich dabei die Leistung der Hochofen um fast ein Viertel der ursprünglichen steigern. Daß diese Erwartungen

die Vorteile der Sauerstoffzumischung in allzu verführerischem Lichte darstellten, bestätigt sich in seinem Bericht vom Oktober desselben Jahres¹⁾ über die Mitteilungen Trasenters, wonach in Ougrée die Erzeugung um 12% gestiegen sein soll bei einer rd. 1,3prozentigen Anreicherung der Gebläseluft mit Sauerstoff; wesentliche Koksersparnis wäre nicht zu erreichen gewesen. Letztere hoffte man aber in der Weise zu sichern, daß reiner Sauerstoff allein als Gebläsewind zur Verwendung gelangen sollte; dabei plante man, auf das Verfahren Oscar Loiseaus zurückgreifend²⁾, einen Teil der Gichtgase in das Gestell einzublasen.

Ueber das Schicksal dieses Planes fand ich leider keine weiteren Angaben, es blieben demnach nur die oben angeführten Versuchsergebnisse, auf die ich meine Folgerungen aufbauen möchte. Meines Erachtens — in weiterer Folge werde ich versuchen, meine Behauptung ausführlich zu begründen — ist die Ursache der wenig ermutigenden Erfolge, welche die Versuche mit sauerstoffreicher Luft in Hochofenwerken aufwiesen, in der Art und Weise zu suchen, mit der man bei diesen Versuchen zu Werke ging. Kein Verfahren kann sich wirtschaftlich behaupten, wenn es gegenüber geringfügiger Ersparnis an Koks die Beschaffung und den Betrieb einer teuren Anlage zur Erzeugung von sauerstoffreicher Luft fordert, wenn überdies die Kokspreise niedrig sind und nur unbedeutende Schwankungen aufweisen, wie dies bei den obwaltenden Marktverhältnissen vor dem Kriege der Fall war. Die durch den „Frieden“ verursachten Umwälzungen riefen jedoch am Koksmarkte derartige Verschiebungen hervor, daß es, um ein krasses Beispiel anzuführen, für die Hüttenwerke Deutschösterreichs und Ungarns geradezu zur Lebensfrage geworden ist, bei der Roheisenerzeugung den Koksatz möglichst herabzusetzen, wenn auch dabei die einmaligen großen Anlagekosten einer Sauerstofffabrik in Kauf zu nehmen sind, nur um hierdurch einen Teil des teuren Hüttenkokes (30 bis 50%) dauernd zu ersparen. Diese Hochofenwerke —

1) St. u. E. 1912, 11. April, S. 609.

2) St. u. E. 1913, 20. März, S. 488.

1) St. u. E. 1913, 23. Okt., S. 1787.

2) D. R. P. Nr. 230 117 vom 18. Jan. 1911.

weit entfernt von Kohlengebieten, welche Koks liefern, in der Nähe reicher Erzvorkommen angelegt — sind genötigt, Koks zu hohen Preisen vom Ausland zu beziehen. Abgesehen von verschiedenen Einschränkungen, welche die Zufuhr des Kokes, hoffentlich nur vorübergehend, erschweren, von den Abgaben und Zuschlägen, welche derzeit die Kokspreise beeinflussen, muß leider mit einer dauernden Belastung des Auslandkokes gerechnet werden, verursacht durch den Umstand, daß die Eisenbahnen infolge der Kriegsschäden und der gesteigerten Anteilnahme der Verkehrsverwaltungen bei der Deckung sozialer Lasten die Frachtsätze — im Vergleich zu den Friedenstarifen für Koks und Kohle — in absehbarer Zeit nicht bedeutend werden herabsetzen können.

Zwei Verfahren sind es, die ich im folgenden, in Zusammenhang mit der Verwendung sauerstoffreicher Luft, näher zu prüfen mir zur Aufgabe stellte, um dabei zu verwertbaren Folgerungen zu gelangen, die die Frage entscheiden, ob und unter welchen Bedingungen diese Verfahren am Platze seien. Beide wurden bereits in dieser Zeitschrift kurz geschildert: das erste in dem Aufsatz „Hochofen mit Gasfeuerung“¹⁾, das zweite in der Veröffentlichung G. Jantzens: „Die Verwendung von Kohlenstaub in Gebläse-Schachtföfen“²⁾. M. E. sind es zwei Punkte, die im voraus das Schicksal dieser Verfahren entscheiden: als erster die Gewähr der Wirtschaftlichkeit, in der Hauptsache davon abhängig, in welchem Maße die Koksgicht geschmälert werden kann, ohne den glatten Verlauf des Hochofenprozesses zu gefährden. Zweitens wäre der Beweis zu führen, daß bei diesen Verfahren die Forderung der hohen Gestelltemperatur ebenso gesichert sei wie bei Hochöfen, die mit ungekürzter Koksgicht arbeiten.

Es ist unbestritten, daß die Beschaffenheit, ja sogar innerhalb ein und derselben Erzgattung die richtige Wahl der Stückgröße, der zur Gicht geführten Erze maßgebend sein muß, um überhaupt eine Koksersparnis erreichen zu können, ohne hierdurch die freie Gasbewegung im Schachte des Hochofens zu gefährden. Gut gewählte Vorbereitung der Erze (Rösten, Briкетieren), in der Absicht durchgeführt, das vorzeitige Zerfallen des Erz Möllers im Schacht zu verhüten, kann nötigenfalls auch viel zur Herabsetzung der Koksgicht beitragen. Auf jeden Fall muß aber dafür gesorgt werden, daß jene Kohlenstoffmenge, die durch die Schmälierung der Koksgicht dem Hochofen entzogen würde, in einer anderen Form — sei es durch Zuführung von Generatorgas oder von Kohlenstaub — wieder dem Hochofen ersetzt werde. Diese Forderung fußt nämlich auf der Grundformel des Hochofenprozesses, die Akermann z. B. wie folgt

zum Ausdruck bringt: $Fe_2O_3 + 9 CO = Fe_2 + 3 CO_2 + 6 CO$; d. h., um $2 \times 55,85$ kg Eisen herstellen zu können, müssen $9 \times 12 = 108$ kg Kohlenstoff dem Hochofen zugeführt werden. Die Untersuchungen von W. Mathesius¹⁾ über die Vorgänge im Hochofen haben diese Erkenntnis bestätigt und vertieft, indem das aus Akermanns Formel sich zu 0,5 ergebende Volumverhältnis zwischen Kohlenäure und Kohlenoxyd, von der Art des zu erblasenden Roheisens abhängig gefunden, nur beim Erblasen von Weiß-eisen zu rd. 0,5, bei Spiegeleisendarstellung aber zu 0,2 bis 0,3 ermittelt wurde. Mathesius fand, daß im Zusammenhange mit den im Schmelzraum des Hochofens erforderlichen Temperaturen die Verhältniszahlen $\frac{CO_2}{CO}$ im Gichtgas je nach Art des zu erzeugenden Roheisens sich änderten. Aus seinen Feststellungen geht aber auch hervor, daß die Roheisenerzeugung in Gegenwart einer bestimmten Mindestmenge Kohlenstoffes verläuft, so daß Versuche mit Sauerstoffanreicherung der Gebläseluft nicht zum Erfolg führen können, wenn dabei keine Vorkehrungen getroffen werden, den Fehlbetrag an Kohlenstoff, der durch die Herabsetzung der Koksgicht entstehen würde, durch kohlenoxydhaltige Gase (hochwertige Generatorgase) oder Staubkohle zu ersetzen.

Beim Umbau eines Hochofenwerkes auf Gas- bzw. Kohlenstaubfeuerung, beim Entschluß, die altübliche Arbeitsweise der Roheisenerzeugung zu verlassen, entscheiden rein örtliche Verhältnisse: günstige Beschaffenheit der Erze, Lage, Umfang und Leistungsfähigkeit der bestehenden Anlagen. Die Möglichkeit, bei der Roheisenerzeugung den normalen Kokssatz von 900 bis 1200 kg/t Roheisen auf 500 bis 800 kg zu ermäßigen, bürgt allein für entsprechende Ersparnisse an den Erzeugungskosten. Sind diese Ersparnisse größer als die Amortisations- und Betriebskosten der Neuanlagen für Gas- oder Kohlenstaubfeuerung, so ist die Wirtschaftlichkeit dieser Betriebsarten gesichert. Bei Hochöfen mit Gasfeuerung, bei denen der Koksfall der Gicht durch Zuführung von hochwertigen Generatorgasen in den Schmelzraum des Ofens gedeckt werden soll, d. h. beim „gemischten Betrieb“, kämen als Neuanlagen die Einrichtungen zur Erzeugung sauerstoffreicher (Linde-) Luft in Betracht, ferner — nur bei reinen Hochofenwerken ein schwerwiegender Posten — die Gasgeneratoranlage, weiter die Zweiteilung der Gasreinigungsanlage für Gichtgas und Generatorgas, schließlich die Trennung der Gebläse: gesondert für Wind und Gas im Zusammenhange mit der getrennten Vorwärmung des Windes und des dem Hochofen zuzuführenden Generatorgases. Für einen alleinstehenden Hochofen würde diese Aufzählung allein genügen, um die Wirtschaftlichkeit des gemischten Hochofen-

1) St. u. E. 1920, 22. April, S. 547/9.

2) St. u. E. 1920, 5. Aug., S. 1037/41.

1) St. u. E. 1913, 11. Sept., Tafel 28.

betriebes als sehr fraglich hinstellen zu müssen; bei neuzeitlichen Anlagen sind aber die Hochofenwerke mit den übrigen Betrieben in enger Fühlung, von diesen nicht örtlich getrennt und auch zumeist aus zwei oder mehr Einheiten (Oefen) bestehend gebaut. Dieser Umstand läßt die Ausnutzung vorhandener Einrichtungen für Hochofenbetriebszwecke zu; nur geringfügige Aenderungen müßten an diesen geschehen, und zwar Errichtung getrennter Leitungen von dem Hochofen zu den Gaserzeugern für die Zufuhr von Gichtgasen, bzw. von den Gaserzeugern zu den Gebläsen und den Winderhitzern der Hochöfen für die Zufuhr der Generatorgase. Die Menge der Gebläseluft, der Generatorgase und folglich der Gichtgase wäre bei Hochöfen mit gemischter Betriebsweise insgesamt geringer als die Mengen, welche bei reinen Kokshochöfen gleicher Leistung zu bewegen, vorzuwärmen und zu reinigen sind, so daß die vorhandenen Gebläse und Winderhitzer des einen Hochofens reichlich genügen, um zwei Hochöfen mit vorgewärmtem Gase bedienen zu können, während die Winderhitzer und das Gebläse des zweiten Hochofens beide Oefen mit Heißluft versehen. Schließlich würde das dem Stahlwerk entzogene Generatorgas in Form von hochwertigerem Gichtgas, dessen Heizwert dem des üblichen Generatorgases gleichkommt, wieder dem Martinstahlwerk zugeführt werden. Diese Erwägungen stellen die für den ersten Augenblick zurückschreckende Aufzählung der bei gemischter Hochofenführung nötigen Nebenbetriebe in ein günstigeres Licht und lassen erkennen, daß eigentlich nur die Beschaffungs- und Betriebskosten der Linderanlage bei der Beurteilung ausschlaggebend sind, ob die Ersparnis an Koks je t des erzeugten Roheisens die Wirtschaftlichkeit der Einführung des gemischten Betriebes rechtfertigen kann. In dieser Wirtschaftlichkeitsrechnung lasse ich den Preis der Kohle, die zur Deckung des Koksausfalles in Form von Generatorgas dem Hochofen zugeführt wird, bewußt unberücksichtigt, weil das Hochofenwerk eine dem Heizwerte dieser entzogenen Kohle entsprechende Menge Gichtgase dem Stahlwerke wieder abgibt.

Wie eingangs erwähnt, baue ich meine Untersuchungen auf die Voraussetzung, daß die Schmelzung der Koksgicht bei gemischtem Betrieb normalen Hochöfen gegenüber höchstens 50% betragen würde. Durch diesen Vorbehalt, welcher die Sicherung der freien Gasbewegung in der Reduktionszone bezweckt — eine rein mechanische Aufgabe, die hier dem Koks zufällt —, ist es m. E. ermöglicht, daß der gemischte Betrieb ohne Aenderung der Ofenform, des Hochofenprofils, ohne wesentliche Aenderung des Betriebsanges durchgeföhrt werden kann. Außer den angegebenen Rücksichten sind es aber auch *heitztechnische Erwägungen*, die der unbeschränkten Herabsetzung der Koks-

gicht eine Grenze bieten. Im Schmelzraume des Hochofens ist die Temperatur zwischen 1600 bis 1750° zu halten. Aus den Gleichgewichtsgesetzen zwischen Kohlensäure und Kohlenoxyd folgt aber, daß ein gasförmiger, vorwiegend Kohlenoxyd enthaltender Brennstoff bei den angeführten Temperaturen wegen der unvermeidlichen Anwesenheit von glühendem Koks im Schmelzraume des Hochofens als Brennstoff (Wärmeerzeuger) nicht oder nur in ganz unbedeutendem Umfange zur Geltung kommen kann, weil zumeist schon in dem dem Hochofen zugeführten Gase neben Kohlenoxyd auch Kohlensäure in jenem Verhältnis enthalten ist, das dem Gleichgewichtszustande $\text{CO}_2 : \text{CO}$ bei den Temperaturen 1600 bis 1750° entspricht. Es würde demnach der glühende, feste Kohlenstoff (Koks) die etwa im Schmelzraume durch Verbrennung aus Kohlenoxyd neu entstandene geringe Menge Kohlensäure gleich zerstören, bzw. reduzieren. Aus ähnlichen Gründen kommt auch der im Gase enthaltene Wasserstoff als Wärmeerzeuger nur in sehr beschränktem Maße in Betracht. Von außen zugeführtes Gas muß folglich trotz seiner Vorwärmung auf 600 bis 900° im Wärmehaushalte des Hochofens als Verlustposten gebucht werden. Aus diesen Ueberlegungen geht hervor, daß auch beim Hochofen mit gemischtem Betrieb nur der feste Kohlenstoff (Koks) als alleiniger Wärmeerzeuger zur Geltung kommt.

Nun drängt sich die Frage auf, ob der Wärmehaushalt derzeitiger Hochöfen (mit ungekürzter Koksgicht) einen Posten aufweist, der ohne Geföhrdung des Betriebsanges den Heizwert von 300 bis 500 kg Koks je t Roheisenerzeugung ersparen läßt. Durch eine rohe, überschlägliche Rechnung möchte ich beweisen, daß es der Stickstoff der Gebläseluft ist, der das Ersparen dieser Koks menge ermöglicht. Denn die Aufgabe ist gelöst, wenn der Stickstoffballast des Gebläsewindes — ohne dabei die Menge des beim Hochofenprozeß zur Erzeugung von Kohlenoxyd nötigen Sauerstoffes zu beeinträchtigen — auf ein Maß herabgedrückt wird, daß der Ausfall an Stickstoff, richtiger an jener Wärmemenge, welche dieser Stickstoff bei seiner Erhitzung von 600 bis 900° auf Gestelltemperatur bände, den Wärmeverlust aufwiegt, der dem Heizwerte des beim gemischten Hochofenbetrieb ersparten Koks gleichkommt. Der Stickstoffgehalt des Gebläsewindes wird in der Weise verringert, daß zur atmosphärischen Luft (enthaltend 77 Gewichtsprocente Stickstoff) mehr oder weniger Sauerstoff (Lindeluft: rd. 92 Vol.-% O_2 , 8 Vol.-% N_2 enthaltend) zugemischt wird.

Es sei angenommen, daß die ursprüngliche Koksgicht von 1050 kg je t Roheisenerzeugung beim gemischten Betrieb auf 650 kg herabgesetzt wird, dabei zur Reduktion 1000 kg hochwertige, stickstoffarme, auf 800° vorgewärmte Generatorgase dem Hochofen zugeführt werden. Der Koh-

lenstoffgehalt des Koks sei 85 %. Der Wärmeausfall, den die ersparten 400 kg Koks darstellen, beträgt $\frac{85 \cdot 400}{100} \cdot 2473 = 840\,000$ WE. In den gegichteten 650 kg Koks sind rd. 555 kg C enthalten; aus dieser Kohlenstoffmenge würden nach Abzug der Kohle, die zur direkten Reduktion, zur Kohlung des Eisens usw. verbraucht wird (im ganzen rd. 55 kg), 500 kg im Schmelzraume zu Kohlenoxyd verbrennen. 500 kg C binden hierbei $500 \cdot 1,333 = 665$ kg O₂ und erzeugen rd. 1 235 000 WE. Die Temperatur des Heißwindes sei zu 800°, die im Schmelzraume herrschende Temperatur zu 1600°, die spezifische Wärme des Sauerstoffes zu 0,2175, des Kohlenoxydes zu 0,2479, des Stickstoffes zu 0,244, des Generator-gases zu 0,25 angenommen. Die zu bestimmende, im Gebläsewind zulässige Menge des Stickstoffes sei mit x bezeichnet. Die Gestelltemperatur ist das Produkt der gesamten Wärmemengen, die im Schmelzraume erzeugt bzw. dahin von außen zugeführt werden, und der Wärmetönungen der Verbrennungserzeugnisse. Diese Formel gäbe, wie sich bei Kontrollrechnungen der Wärmebilanzen solcher Hochöfen, welche mit ungekürzter Koksgicht arbeiten, erwies, so lange keine brauchbaren Werte, bis der Einfluß der glühenden, wärmestrahrenden Gestellwand, der bis auf den Bodenstein durchgehenden Beschickung und der sich ansammelnden Schlacke und des flüssigen Roheisenbades unberücksichtigt bleibt. Der Faktor, das kalorische Äquivalent der Umgebung, des Schmelzraumes, das die angeführten Einflüsse in der Formel ausdrückt, ist bei Öfen mit 100 bis 200 t Tagesleistung und normaler Durchsetzzeit eine von 310 bis 320 wechselnde Zahl im Nenner. Die Gleichung lautet hiernach:

$$1600^{\circ} = \frac{1235000 + 800(1000 \times 0,25 + 665 \times 0,2175 + x \times 0,244)}{320 + (300 + 665) \times 0,2179 + 1000 \times 0,25 + x \times 0,244}$$

hieraus errechnet sich x, die zulässige Stickstoffmenge, zu rd. 880 kg. Der Wind besteht demnach aus 665 kg = 465 m³ O₂ und 880 kg = 710 m³ N₂, d. h. in 1175 m³ Heißwind sind rd. 40 Vol.-% O₂ enthalten. Da Sauerstoff fabrikmäßig nur etwa mit 92-prozentiger Reinheit hergestellt wird, ist die erzielte 40-volumprozentige Mischung aus 310 m³ 92 Vol.-% O₂ enthaltender Lindeluft und 865 m³ atmosphärischer Luft herzustellen. Die Erzeugungskosten dieses 40prozentigen Gemisches dürften — 1 PSst zu 20 Pf. veranschlagt — 11,5 Pf./m³ betragen, demnach der gemischte Betrieb, in dem je t erzeugtes Roheisen, wie in obigem Beispiel angeführt, 400 kg Koks erspart werden, für Werke, die Koks teurer als $\frac{1175 \times 0,115 \times 10}{4} =$ rd. 340 \mathcal{M} je t bezahlen, nutzbringend sein muß.

Noch günstigere Aussichten als beim gemischten Betrieb bieten sich m. E. für die Verwendung sauerstoffreicher Luft beim Hochofenbetrieb mit Kohlenstaubeuerung, wenn man bedenkt, daß bei letzterem statt des Generator-gases,

das zur Wärmeerzeugung außer seiner fühlbaren Wärme nichts beiträgt, Kohlenstaub in den Schmelzraum des Hochofens gepreßt wird, dessen Kohlenstoff vereint mit der Kohle, welche in Form von Koks gegichtet wurde, im Gestell zu Kohlenoxyd verbrennt und dadurch nicht nur die zum Hochofenprozeß nötigen Mengen Reduktionsstoffe sichert, sondern auch zur Aufrechterhaltung der zum Schmelzen nötigen flüssiggrade Wärme erzeugt. Wie aus dem Berichte von G. Jantzen¹⁾ zu entnehmen ist, scheinen die Versuche, Kohlenstaub in Hochöfen zu verwenden, bisher daran gescheitert zu sein, daß der letztgestellten Forderung — der Sicherung der Schmelztemperatur — aus dem Grunde nicht entsprochen werden konnte, weil bei Verwendung atmosphärischer Luft als Fördermittel für Staubkohle die Vorwärmung der Luft (des Gebläsewindes) wegen Entzündungsgefahr etwa auf 250° begrenzt war. In welcher Weise Wärmeverluste durch entsprechende Verringerung des Stickstoffballastes des Gebläsewindes behoben werden können, versuchte ich, an die Verhältnisse angewandt, welche sich beim gemischten Betrieb darbieten, vorher in einem Zahlenbeispiel darzustellen. Ähnliche Erwägungen, zu denen ich noch die aus dem Bericht Bulles²⁾ entnommene Angabe hinzufüge, wonach zur Förderung des Kohlenstaubes weitaus nicht die ganze Gebläsewindmenge des Hochofens notwendig ist, führen bezüglich Kohlenstaubeuerung zu dem Ergebnis, daß, falls als Fördermittel für Staubkohle Lindeluft (etwa 92 Vol.-% O₂ enthaltend) verwendet wird, — ohne diese und sonach auch die Staubkohle vorwärmen zu müssen — der Rest des Gebläsewindes (atmosphärische Luft) jedoch wie üblich auf 600 bis 800° vorgewärmt dem Hochofen zugeführt wird, ein ungestörter Betrieb aufrecht erhalten werden kann.

Um bei den Zahlen des vorigen Beispiels zu bleiben, sei angenommen, daß das zu verhüttende Erz die Herabsetzung der Koksgicht von 1050 auf 650 kg Koks zuläßt, als Ersatz für den Koksausfall sollen 400 kg Staubkoks (oder Kohlenstaub³⁾) in den Schmelzraum des Hochofens gepreßt werden. Der Kohlenstoffgehalt des Staubes sei 85 %, es sollen insgesamt $500 + \frac{85 \times 400}{100} = 840$ kg Kohlenstoff zu Kohlenoxyd verbrannt werden, wobei $840 \times 1,333 =$ rd. 1120 kg Sauerstoff verbraucht und 2 075 000 WE erzeugt werden. Nach Angaben Bulles dürften zur Förderung je kg Kohlenstaub 0,5 m³ Sauerstoff (auf 760 mm und 0° umgerechnet) reichlich genügen; 400 kg Staubkohle benötigten 200 m³ = 285 kg Sauerstoff, der restliche Sauerstoff (1120 — 285 = 835 kg) könnte als Luftsauerstoff auf 600° vorgewärmt dem Hochofen zuströmen.

¹⁾ St. u. E. 1920, 5. Aug., S. 1037/41.

²⁾ St. u. E. 1920, 9./16. Dez., S. 1669.

³⁾ Gegebenenfalls Halbkokstaub, aus entgaster Braunkohle erzeugt.

Der Stickstoffgehalt der 92prozentigen Linde-
luft wäre $\frac{200 \times 8}{100} = 16 \text{ m}^3 = \text{rd. } 20 \text{ kg}$, der
des Heißwindes (atmosphärische Luft) $\frac{77 \times 835}{23}$

$= 2800 \text{ kg} = 2234 \text{ m}^3$. An Hand dieser Angaben
läßt sich die im Schmelzraume des Hochofens
zu erwartende Temperatur, wie folgt, errechnen:

$$t = \frac{2075000 + 600(855 \times 0,2175 + 2800 \times 0,244) + 20^3}{\frac{320^3}{(400 \times 0,241^3) + 20 \times 0,244 + 285 \times 0,2175} + (840 + 1120) \times 0,2479} = t = 1730^{\circ}$$

Im Schmelzraume entsteht aus der Linde-
luft (200 m^3 Sauerstoff + 16 m^3 Stickstoff) und
atmosphärischer Luft (575 m^3 Sauerstoff +
 2234 m^3 Stickstoff) ein Gemisch, das rd.
 $25,5 \text{ Vol.-%}$ Sauerstoff enthält. Eine geringe,
rd. $4,5\text{prozentige}$ Anreicherung der atmosphäri-
schen Luft mit Sauerstoff würde demnach ge-
nügen, um die schädliche, durch den Kohlen-
staub verursachte Abkühlung des Schmelzraumes
zu verhüten. Die Betriebskosten der Erzeugung
dieses Gemisches dürften 3 Pf. je m^3 nicht über-
steigen, daher bei Anwendung von Kohlenstaub-
feuerung nur $0,03 \times \text{rd. } 3000 \text{ m}^3 = 90 \text{ \#}$ Mehr-
kosten die Erzeugung einer Tonne des Roheisens
infolge Aufstellung der Lindeluftfabrik belasten,
hierzu wären die Kosten des Kohlenstaubes zu zu-
rechnen: das sind einer fast 40prozentigen Koks-
ersparnis gegenüber nicht so schwerwiegende

¹⁾ 20° ist die angenommene Temperatur der Linde-
luft und des Kohlenstaubes in der Förderleitung.

²⁾ Hier, wie auch in der Gleichung zur Bestimmung
der Stickstoffmenge beim „gemischten Betrieb“, ist das
ungünstigste kalorische Aequivalent in Rechnung gestellt.

³⁾ $0,241 =$ spezifische Wärme des Kohlenstaubes.

Posten, daß sie die Aussichten der Kohlenstaub-
feuerung sogar in Hochofenbetrieben, welche be-
züglich Koksbelieferung in günstiger Lage sind,
ernstlich gefährden könnten.

Zusammenfassung.

Die Beschaffenheit der zu verhüttenden Erze
ist allein entscheidend, um beim Hochofenbetrieb
eine nennenswerte Koksersparnis je t Roheisen-
erzeugung erreichen zu können.

Mit der Schmälerei der Koksgicht ist keine
Ersparnis an Kohlenstoff im Hochofenprozeß ver-
bunden: der Kohlenstoff des ersparten Kokses
muß entweder in Gasform (gemischter Betrieb)
oder als Kohlenstaub ersetzt werden.

Im Wärmehaushalte des Hochofens muß der
Ausfall in der Wärmeerzeugung, der durch die
geschmälerte Koksgicht entstanden ist, durch
Verringerung der Wärmeverluste ausgeglichen
werden. Dieser Ausgleich geschieht durch
Herabsetzung des Stickstoffballastes im Gebläse-
wind, indem zur atmosphärischen Luft fabrikmä-
ßig erzeugter Sauerstoff (Lindeluft) zuge-
mischt wird. Die prozentuale Sauerstoffzu-
mischung ist naturgemäß größer bei gemisch-
ten Betrieb, in dem das zugeführte Generatorgas
zur Erhaltung der Gestelltemperatur im Schmelz-
raume als Wärmeerzeuger nicht in Betracht
kommt, geringer bei Kohlenstaubfeuerung. Bei
letzterer Betriebsart ist der alleinige Wärmever-
lust auch nur der, daß der als Ersatz für die
in der Koksgicht ersparte Kohle zugeführte
Kohlenstaub nicht entsprechend vorgewärmt in
den Schmelzraum gelangt.

Zuschriften an die Schriftleitung.

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

Die Zukunft der elektrothermischen Eisengewinnung.

Dr. A. Helfenstein hat in seinem Aufsatz¹⁾
in einer sehr lobenswerten Weise den großen Wert
und die Verwendbarkeit der Gase, die bei der elek-
trischen Reduktion des Eisenerzes erhalten werden,
hervorgehoben. Er hat indessen den elektrischen
Hochofenprozeß, meiner Meinung nach, ganz stief-
mütterlich behandelt. Daher möchte ich einige
Nachträge geben, die sich auf die von uns in
einigen Jahren gesammelten Erfahrungen gründen,
teils betreffs elektrischer Hochofen von der Bau-
art Aktiebolaget Elektrometall sowohl für Holz-
kohlen- als auch für Koksbetrieb, teils betreffs Her-
stellung von Roheisen in Legierungsöfen (soge-
nannten Niederbeschickungsöfen) aus Erz allein
oder mit Alteisenzusatz. Helfenstein sagt, daß
der Hochofenprozeß „kaum in größerem Maßstabe
zu verwenden ist, was im wesentlichen in der
Ofenbauart und dem Verfahren selbst begründet
ist“. Daher will ich darauf hinweisen, daß in
Japan ein elektrischer Hochofen Bauart Elektro-
metall für 3000 KW seit einem Jahre in Betrieb

gewesen ist, mit Koks allein als Reduktionsmittel,
und daß der Ofen befriedigend gearbeitet hat.
Der Ofen wurde anfangs mit Holzkohlen betrieben,
als der Preisunterschied zwischen Holzkohlen und
Koks gering war. Der Ofen ist verhältnismäßig
niedriger und weiter ausgeführt, als für die elek-
trischen Holzkohlenöfen gebräuchlich. Für Be-
trieb mit Koks allein ist die geeignetste Spannung
 40 bis 45 V je Elektrode, also ungefähr dieselbe
wie für Holzkohlenbetrieb. Ich habe gefunden,
daß die Leitungsfähigkeit der Reduktionskohlen
(Koks oder Holzkohlen) nicht so großen Einfluß
auf die Betriebsspannung hat, wie man glaubt.
In einem richtig gebauten und richtig bedienten
elektrischen Hochofen darf die Beschickung nicht
zu starken Druck auf die Elektroden ausüben,
sondern die Elektroden müssen von der Beschickung
durch eine Gasschicht getrennt werden. Der elek-
trische Strom zieht bei normalem Betrieb von der
Elektrode durch die Gasschicht nach dem Teil
zunächst der Beschickung und dann hauptsächlich
senkrecht unter die Elektrode nach dem Ofen-
boden, wo größere oder kleinere Mengen redu-

¹⁾ St. u. E. 1921, 20. Okt., S. 1481/7; 3 Nov.,
S. 1572/6.

zierten Eisens Kurzschluß veranlassen. Die Gas-schicht zwischen Elektrode und Beschickung gibt den verhältnismäßig größten Widerstand, und da wird der größte Teil der elektrischen Energie verbraucht. Um und unter der Elektrode ist also die Temperatur am höchsten, dort wird der größte Teil des Eisens reduziert und fällt in Tropfen senkrecht nieder. Der elektrische Widerstand ist daher unterhalb der Elektroden bedeutend kleiner als in der Beschickung zwischen den Elektroden. Hieraus geht hervor, daß die Leitungsfähigkeit des Reduktionsmittels eine verhältnismäßig kleine Einwirkung auf die Betriebsspannung hat.

Falls der Ofen so bedient wird, daß Kohlen im Ueberschuß nicht gesetzt werden, entsteht weder Hängen der Beschickung noch andere Betriebsstörungen, auch da nicht, wo der Koks Neigung zu backen hat.

Für die Herstellung von kohlenstoffreichem Gießereiroheisen gebe ich gern zu, daß elektrische Legierungsöfen sich besser als elektrische Hochöfen eignen, da man in den Legierungsöfen Kohlenüberschuß verwenden kann, ohne Betriebsstörungen zu befürchten.

Helfenstein hebt hervor, daß man bei dem Niederbeschickungsverfahren ein Gas bekommt, das im Wärmewert erheblich das Gas aus den Hochöfen übertrifft. Ich will hervorheben, daß das Gas der elektrischen Hochöfen frei von Stickstoff ist und etwa 60 bis 70% Kohlenoxyd bei 15 bis 20% Kohlensäure enthält. Dieses Gas hat einen Wärmewert von etwa 2500 WE je m³. Falls man den Wärmewert dieses Gases zu erhöhen wünscht, kann dies durch Abscheidung der Kohlensäure des Gases geschehen, worauf die A. B. Elektrometall im Jahre 1911 ein Patent erhielt.

Das elektrische Hochofengas ist höherwertig als gewöhnliches Blashochofengas und wird bei den schwedischen elektrischen Hochofenanlagen zur Heizung der Siemens-Martinöfen sowie zum Brennen von Kalk und Magnesit mit Vorteil benutzt.

Richtig ist, was Helfenstein hervorhebt, daß beim Niederbeschickungsverfahren, wo der Kohlenverbrauch etwa 50 bis 100 kg höher ist, eine größere Gasmenge erhalten wird mit nur wenigen Prozenten Kohlensäure; der Gaswert wird also höher, und es sind alle Gründe vorhanden, das Gas zu benutzen.

Stockholm, im November 1921.

Assar Grönwall.

* * *

Dr. A. Helfenstein sucht die betriebstechnische und wirtschaftliche Ueberlegenheit des Niederbeschickungsverfahrens gegenüber dem Elektro-Hochofenverfahren, insbesondere mit Gasausnutzung im Ofen selbst, darzutun. Betriebstechnisch sind über die Eignung des Elektrohochofens — dessen wichtigster Vertreter der Grönwallofen ist — für die Verhüttung von Eisenerzen unter Verwendung von Koks die Akten noch nicht geschlossen. Gerade die Gasausnutzungsverfahren geben neue Gesichtspunkte für die Bauweise der Oefen und die Durchführung der Verhüttung.

Wirtschaftlich ist in wasserkraftreichen Ländern nicht recht einzusehen, daß eine schlechtere Ausnutzung der Kohle im Ofen nutzbringend sein soll, da doch andererseits das Bestreben vorliegt, die thermische Kohle des Blashochofenprozesses durch elektrische Energie zu ersetzen. Wenn es sich in solchen Ländern schon lohnt, statt Heizkohle elektrische Energie zu verwenden, so ist es im allgemeinen wohl richtiger, den Kohlenstoff ausschließlich für die Sauerstoffaufnahme — für die er nicht ersetzt werden kann —, nicht aber außerhalb des Ofens zu Heizwecken zu benutzen; daran ändert auch nichts, daß die Vergasung der Kohle mit reinem Erzsauerstoff, also ohne Stickstoffballast, erfolgen könnte. Die Aufstellung Helfensteins auf Seite 1486 über Kohlenstoffverbrauchszahlen und Wärmeerfordernis gibt kein richtiges Bild des wirtschaftlichen Verhältnisses der in Vergleich gesetzten Verfahren A = Elektrohochofen-Verfahren mit restloser Ueberführung des Kohlenstoffes in Kohlensäure und B = Niederbeschickungs-Verfahren mit restloser Ueberführung des Kohlenstoffes in Kohlenoxyd. Entgegen der Ansicht Helfensteins reichen die aufgeführten Zahlen, die nur die Eisenoxydreduktion berücksichtigen, zum Vergleiche nicht aus. Unter Benutzung seiner Grundlagen betreffs Erz- und Roheisenzusammensetzung sind je t Roheisen an Sauerstoff zu entfernen:

		kg
für 94 % Fe im Roheisen aus Fe ₂ O ₃		403
„ 2,5 % Mn, Si, P		35
	beim Reduzieren zusammen	438 kg

Der Kohlebedarf ist demnach bei

	A restlose CO ₂ -Bildung	B restlose CO-Bildung	
	kg	kg	
für Reduktionen	164,3	328,5	Kohlenstoff
„ Lösungskohle	35,0	35,0	„
	zusammen	363,5	Kohlenstoff
oder in 80 %igem Koks	249	454	kg „

Bei einer Schlackenmenge von 300 kg bei A, 360 kg bei B, 1200 m³ Gichtgas (CO + CO₂, 0°, 760 mm, trocken) mit 25% CO₂, von 120° bei A und 613 m³ CO von 1000° bei B ergibt sich als Wärmeerfordernis:

	A	B
	WE	WE
Reduzieren von Fe ₂ O ₃	1 688 200	1 688 200
„ „ MnO, SiO ₂ , P ₂ O ₅	150 000	150 000
Roheisenschmelzwärme	350 000	350 000
Schlackenschmelzwärme	150 000	180 000
Gichtgaswärme, fühlbare	50 000	216 000

zusammen 2 388 200 2 584 200

Wärmeeinnahme durch Kohlenstoff-Sauerstoffbindung	1 337 000	812 000
bleiben zu leisten	1 051 200	1 772 200
dazu 15% Ofenstrahlungsverluste	158 000	266 000
dem Ofen netto zuzuführen	1 209 200	2 038 200

Es sind dabei, Helfenstein folgend, nur netto 15% Ofenwärmeverluste angenommen, obwohl ge-

rade das Niederbeschickungs-Verfahren, wenn reines Kohlenoxyd erzielt werden soll, große Deckenhitze erfordert. Nehmen wir an, es sei diesem ungünstigeren Verhältnis genügend Rechnung getragen durch die eingesetzten Gichtgas-Wärmeverluste und dadurch auch der verhältnismäßig unbedeutende Schacht-Wärmeverlust ausgeglichen, so ist der Energiebedarf bei

	A	B
	KWst	KWst
dem Ofen netto zuzuführen	1400	2360
dazu 15 % elektrische Verluste (Transformatoren, Sekundärleitung, Faszungen, unausgenutzte Energie) ausschließlich Fernleitung	210	354
Nebenanlagen für restlose Kohlenstoffverwertung	70	—
gesamter Energieaufwand je 1 t Roheisen	1680	2714

Das Niederbeschickungs-Verfahren verbraucht demnach zur Erzeugung von 613 m³ Kohlenoxyd 205 kg Koks und 1034 KWst.

Praktisch wird bei A noch ein entsprechender Gasverlust, bei B eine Kohlensäurebildung anzunehmen sein — nach Helfenstein 15 % Kohlensäure —, welche letztere zwar Energie- und Kohlaufwand herabsetzt, aber laut dem Grundgedanken des Verfahrens unerwünscht ist und eine Verschlechterung bedeutet, möglicherweise auch eine Richtigestellung unter weiterem Energie-, vielleicht auch Kohleverbrauch erfordert.

Wirtschaftlich ist nun die Frage so zu stellen, ob in wasserkraftreichen, kohlearmen Ländern der Gewinn von 613 m³ Kohlenoxyd den Mehrverbrauch von 205 kg Koks und 1034 KWst rechtfertigt. Ganz allgemein ist heute zu sagen — Helfenstein bestätigt dies selbst —, daß für die Abgase der Elektroöfen leider keine Verwertungsmöglichkeit besteht, daran krankt ja auch die Elektro-Roheisenindustrie Schwedens. In dieser Erkenntnis gibt Helfenstein verschiedene Anregungen für die Verwertung des Kohlenoxydes, da in noch höherem Maße als bei den heutigen Öfen Schwedens das Niederbeschickungs-Verfahren von der Möglichkeit der Gasverwertung abhängig ist. Diese Vorschläge lassen sich nur an Hand einiger Preisberechnungen prüfen, und ich setze deshalb den voraussichtlichen Weltkokspreis, nach Wiedereinsetzen des normalen Wirtschaftslebens, in der Schweiz mit 72 Fr. je t am Ofen, die elektrische Energie, ausschließlich Fernleitungskosten, in der Schweiz mit 1 cts. je KWst (Preis für Großverbraucher mit $\frac{1}{3}$ gleichbleibender Jahresenergie, $\frac{1}{3}$ schwankender Jahresenergie, $\frac{1}{3}$ Sommerkraft) ein. Danach stellen sich die Rohstoffe für 613 m³ Kohlenoxyd auf 10,34 Fr. für elektrische Energie und 14,76 Fr. für Koks = 25,10 Fr. oder 4,1 cts. je m³ Kohlenoxyd von 3040 WE. Hierin sind nicht enthalten die Kosten für Gas-Fernleitung, Arbeitslöhne, Anlage, Speichern, Reinigen, Messen, ferner die Gasverluste. Andererseits sind auch beim Verfahren A die parallelen, spezifischen Kosten nicht aufgeführt. Die Aufwendungen beim Verfahren A für Hochofen- und Nebenanlagen dürften

entgegen der Ansicht Helfensteins nicht höher zu stehen kommen als diejenigen für das Niederbeschickungs-Verfahren, angesichts der bei letzterem um 60 % größeren elektrischen Anlagen und Elektrodeneinrichtungen, der Gasanlagen mit Ausgleichspeichern. Den Abmessungen der Elektroden nach, der Vorreduktion der Erze und den Gasatmosphäre im Herd entsprechend, kann bei A auch ein niedrigerer Elektrodenverbrauch erwartet werden. Sind auch größere Einheiten verhältnismäßig billiger, so gehen doch die Ansichten über die Zweckmäßigkeit solcher wegen der schwierigeren Bedienung und wegen der schwankenden Jahresenergieverhältnisse sehr auseinander, je nach den örtlichen Verhältnissen. Helfenstein schlägt vor, die Kohlenoxydgase wie folgt zu verwenden:

1. Thermisch als Beimischung zum Leuchtgas, für Hochtemperaturöfen der Eisenindustrie, ferner für die Industrie der Erden und Steine.

Das Zusammenhängen verschiedener Industrien dürfte wohl kaum eine reine Freude der Beteiligten aufkommen lassen. Auch wenn Speicher dazwischengeschaltet werden, müssen sich Störungen und Aenderungen der Gaszusammensetzung unliebsam bemerkbar machen, diese bilden Anlaß zu Klagen. Der Elektrizität rühmt man die ausgedehnte Möglichkeit des „Einzelantriebes“ nach, dies gilt auch für den elektrischen Ofenbetrieb. Ob nicht auch beim Blashochofen die Entwicklung mehr in der Richtung unabhängiger Betriebe statt der angehängten Gaswirtschaft gelegen hätte, wenn die Möglichkeit der restlosen Kohlenstoffverwertung im Hochofen selbst vorhanden gewesen wäre, ist eine Frage, die heute nicht mehr zu beantworten ist. Für Mittel- und Hochtemperatur-Gasfeuerungen ist der Feuerungswirkungsgrad 0,70 bis 0,50. Lediglich unter Berücksichtigung der „Rohstoffe“ stellen sich mit den oben genannten Preisen die nutzbaren 1000 WE aus Elektrogas auf 1,94 cts., dagegen bei elektrischer Heizung (Wirkungsgrad von 0,90 bis 0,80) auf 1,29 cts. Die Elektroöfen der Eisenindustrie sind in Bauweise, Handhabung und Erzeugnissen derart vorzüglich, daß an deren Ersatz oder an Wettbewerb durch Gasöfen nur in ganz wenigen Fällen zu denken ist. Kohlenoxyd als Zusatz zum Leuchtgas ist durchaus unbeliebt, der Wirkungsgrad des Leuchtgases in der Küche wird nicht durch Kohlenoxyd, sondern durch Zusatz von Wasserstoff verbessert¹⁾. Dabei ist noch zu beachten — und dies gilt auch für die übrigen zu berücksichtigenden Wärme-, Schacht-, Kammer- und Drehöfen —, daß die neuen Sauerstoffvergasungs-Verfahren²⁾ wie auch die Elektrowassergas-Erzeugung, die Helfenstein ebenfalls erwähnt, neue und unabhängige Wege weisen. Nach ersterem Verfahren können an Ort und Stelle unter Wegfall von Fern-

¹⁾ Dr. Ott: Monatsbulletin des Schweiz. Vereins der Gas- und Wasserfachmänner 1921, Nr. 5, S. 95.

²⁾ Hodsman & Cobb: Engl. Gasjournal 1920, S. Juni. S. 640.

leitungskosten aus 205 kg Kohle und nur 106 KWst (wiederum ohne sonstige Kosten) 354 m³ Mischgas von 3350 WE erzeugt werden, so daß die 1000 nutzbaren WE auf 1,92 cts. zu stehen kommen; nach dem Elektrowassergas-Verfahren sind mit 205 kg Kohle und 760 KWst 503 m³ Mischgas von 3275 WE bei sehr geringen Nebenkosten zu erzeugen, wobei diese Gase wärmetechnisch dem Kohlenoxyd überlegen sind. — Thermisch ist also die Aussicht auf Verwertbarkeit der Ofengase sehr gering.

2. Chemische Bedeutung. Die Ammoniak-synthese nach Haber-Bosch, welches Verfahren nur in kohlereichen Ländern zur Durchführung kommen kann, benutzt zur Wasserstoffherzeugung hauptsächlich zwei Verfahren: Wassergas wird durch Katalyse in Wasserstoff und Kohlensäure übergeführt, letztere entfernt; oder: Wassergas wird im Gasverflüssigungs-Verfahren in Wasserstoff und Kohlenoxyd zerlegt. Das normale Wassergas ist in kohlereichen Ländern sehr billig und kommt im Preis des Enderzeugnisses derart wenig zur Geltung, daß die in Betracht kommenden, von etwaigen Elektroofen-Anlagen weit entfernt liegenden, außerordentlich leistungsfähigen Fabriken kaum auf ihre Unabhängigkeit in der Gaserzeugung verzichten würden. Mit Generatorgas kann zudem gleichzeitig Stickstoff oder bei Luftverflüssigung zugleich Sauerstoff für die oben erwähnte Sauerstoffvergasung gewonnen werden. Ähnliches gilt für die übrigen chemischen Verwertungsmöglichkeiten.

3. Motorische Bedeutung. Bei Spitzenbetrieb und Tagesausgleich ist mit mindestens 5000 WE-Verbrauch je KWst ab Sammelschiene zu rechnen. Die KWst käme sonach, wieder nur allein in „Rohstoffen“, auf 6,75 cts. zu stehen. Demgegenüber sind die Kosten der Wasserspeicherung für den Tagesausgleich in Hochdruck-Speicherverken, gekuppelt mit Niederdruck-Kraftwerken, meist sehr unbedeutend, denn die Sommerwasserbecken gleichen die Tagesschwankungen nebenbei aus. Manche Hochdruckwerke besitzen allein in ihrer Wasserhaltung genügende Tagesreserve. Von den aufgewendeten 205 kg Koks und 1034 KWst könnten kaum 370 KWst wieder herausgeholt werden. Selbst Pumpenspeicher arbeiten aber mit einem Wirkungsgrad von 0,60.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß das Angliedern einer dem Blashochofen-Verfahren entsprechenden Gaswirtschaft dem Grundsatz der Elektrifizierung der Roheisenerzeugung in kohlearmen Ländern widerspricht und mangels ausreichender oder sicherer Verwertungsmöglichkeit der erzeugten Gase wirtschaftlich sehr gewagt wäre; daß somit kein Grund vorliegt, die Unabhängigkeit der einzelnen Industrien aufzugeben.

Wenn also in bezug auf das Niederbeschickungs-Verfahren die Ansichten Helfensteins nicht geteilt werden können, so dürften andererseits die Tieftemperatur-Verfahren unter Benutzung von Elektrowassergas Beachtung verdienen. In gewissen

Fällen lassen sich zweifellos Vorteile herauswirtschaften, was die weiteren Entwicklungen und Versuche noch lehren müssen.

Zürich, im November 1921.

Paul Seehaus.

* * *

Helfenstein vergleicht in seiner Arbeit den elektrischen Niederschachtofen mit dem Elektro- und Blashochofen. Er gibt jedoch nichts Näheres über die Bauart des Niederschachtofens an, so daß man hierbei auf Vermutungen angewiesen ist. Auf Seite 1487 spricht er von der guten Eignung der Dauerelektrode für den Niederschachtofen, so daß wohl anzunehmen ist, daß es sich um einen Niederschachtofen handelt, der von der Seite oder von oben beschickt und nach oben abgeschlossen ist. Durch den oberen Abschluß wird die Dauerelektrode (oder auch mehrere) hindurchgeführt. Diese Ansicht stellt aber lediglich eine Vermutung dar; ein abschließendes Urteil über die von Helfenstein behandelte Frage wird man erst dann fällen können, nachdem er nähere Mitteilungen über den Niederschachtofen gemacht hat. Die folgenden Ausführungen beschränken sich deswegen auf die Erörterung einiger weniger Ausführungen Helfensteins, während eine eingehende Stellungnahme zu seinen Vorschlägen aus vorgenanntem Grunde verschoben werden muß.

Helfensteins Ansicht, daß in technischer Hinsicht der Niederschachtofen der elektrischen Verhüttung von Eisenerzen weniger Schwierigkeiten biete als der Hochschachtofen (Elektro- und Blashochofen), trifft für den normalen Niederschachtofen zu. Der Helfensteinsche Niederschachtofen stellt jedoch zweifelsohne keinen gewöhnlichen offenen Niederschachtofen dar, er wird vielmehr zur Abfangung der Gase abgedeckt sein und besondere Oeffnungen in der Decke zur Einführung der Elektroden besitzen müssen. Wie sich in diesem Falle die technische Durchführung des Verfahrens gestalten wird, kann erst erörtert werden, nachdem die Bauart des Niederschachtofens bekannt ist.

Auf die Ansicht Helfensteins, daß der Elektrohochofen nicht mit Koks allein wird betrieben werden können, ist von anderer Seite unter Anführung anderslautender Erfahrungen eingegangen worden.

Zu den Ausführungen Helfensteins hinsichtlich der Gase im Niederschachtofen einerseits und im Elektrohochofen andererseits ist folgendes zu sagen: Das beim Niederbeschickungsprozeß entstehende Gas muß nach Helfensteins Angabe, um den genannten Zwecken zu dienen, zunächst von Kohlensäure befreit werden. Behandelt man das Gichtgas des Elektrohochofens in entsprechender Weise, so gelangt man zu einem ganz ähnlichen Gas, so daß hinsichtlich des Gases elektrischer Nieder- und Hochschachtofen etwa gleichwertig sind. Der Niederschachtofen liefert allerdings eine größere Menge Gas, weil sein Kohlenverbrauch höher

ist, welcher Umstand aber zum mindesten in diesem Falle kein Vorteil ist.

Es fragt sich nun, ob es zweckmäßiger sei, das Gichtgas im Ofen selbst oder außerhalb desselben zu benutzen. Der Wert des im Ofen selbst zur Verwendung kommenden Gases ergibt sich in erster Annäherung aus dem Wert der Kohle, die hierdurch gespart wird. Wählt man als Kohle den billigen Koksgrus, so zeigt eine einfache Rechnung, daß 1 kg gereinigtes Gichtgas etwa $\frac{4}{7}$ kg Koksgrus ersetzt¹⁾. Rechnet man das Beispiel für schweizerische Verhältnisse durch, so ergibt sich folgendes Bild: 1 kg Koksgrus kostet heute etwa 3,5 Rp. Da 1 kg Gas etwa $\frac{4}{7}$ kg Koksgrus ersetzt, ist sein Wert (allein nach dieser Art der Bewertung) etwa 2 Rp. Nur wenn man außerhalb des Ofens für das gereinigte Gas mehr als 2 Rp. je kg erhält, wäre die Frage zu prüfen, ob eine Verwertung des Gases außerhalb des Ofens in Frage käme. Sowohl das außerhalb als auch das innerhalb des Ofens zu verwertende Gas müßte praktisch kohlenstofffrei sein, so daß also das dem Ofen entströmende Gas zunächst von Kohlensäure befreit werden müßte²⁾. Da dieses Verfahren jedoch in beiden Fällen erforderlich wäre, braucht es bei dieser vergleichenden Betrachtung nicht berücksichtigt zu werden. Dagegen müßte für verschiedene Verwendungsarten des Gases außerhalb des Ofens, z. B. als Zumischung zum Leuchtgas, dieses einem besonderen Reinigungsverfahren unterworfen werden. Außerdem wären je nach dem Verwendungszweck längere oder kürzere Rohrleitungen erforderlich, deren Anlage bedeutende Summen verschlingen würde. Beim Einblasen des Gases in den Ofen wäre man hinsichtlich der Gleichmäßigkeit in der zugeführten Menge innerhalb weiter Grenzen unabhängig, insbesondere würde bei Ofenstillständen und ähnlichen Störungen zu wenig oder kein Gas vorhanden sein, also gerade zu solchen Zeiten, in denen der Ofen auch kein Gas benötigt. Die Betriebsanpassung wäre eine sehr gute. Anders bei Verwendung des Gases außerhalb des Ofens. In manchen Fällen würde sogar eine weitgehende Gleichmäßigkeit in der Gasbelieferung gefordert werden müssen, die ohne Einschaltung eines Gasbehälters durch eine Niederschacht-Ofenanlage nicht gewährleistet werden könnte. In besonderen Fällen müßte sogar ein Reserve-Gaserzeuger aufgestellt werden, um bei längeren Stillständen oder sonstigen Störungen die gewährleisteteste Gasmenge darstellen zu können.

Ein wesentlicher Umstand ist noch bei der von Helfenstein vorgeschlagenen Verwendung des Ofengases als Zumischung zum Leuchtgas zu berücksichtigen. Das Elektro-Ofenwerk müßte in diesem

¹⁾ Vgl. St. u. E. 1921, 18. Aug., S. 1152.

²⁾ Bei der Verwertung des Gases innerhalb des Ofens, wie sie heute üblich ist, wird zwar eine solche Kohlensäureabscheidung nicht vorgenommen; sie wäre jedoch erforderlich, sobald die gesamten Gichtgase zum Zwecke der Erhöhung der indirekten Reduktion und damit der Kohlenersparnis dem Ofen wieder zugeführt würden.

Falle in die nächste Nähe eines Großabnehmers, also einer Stadt, gebracht werden, während man es sonst naturgemäß dort errichtet hätte, wo das Erz oder die elektrische Energie zur Verfügung steht. Es müßte also das Erz über entsprechende Entfernungen verschickt werden, wodurch der Erzpreis gesteigert würde. Auch ist es in vielen Fällen nicht möglich, ohne die Errichtung von Fernleitungen in der Nähe größerer Städte genügende und billige elektrische Energie zu erhalten.

Um im einzelnen Falle zu entscheiden, ob der Vorschlag Helfensteins praktisch durchführbar ist oder nicht, ist festzustellen, in welchem Verhältnis die Preise stehen, die für das Gas bei Verwendung im Ofen bzw. außerhalb desselben in Betracht kommen, wobei im letzteren Falle noch die zusätzlichen Kosten für Weiterleitung, etwaige Reinigung, größere Abhängigkeit des Betriebes von äußeren Bedingungen usw. zu berücksichtigen sind.

In diesem Zusammenhang sei noch darauf hingewiesen, daß bei der jetzigen Betriebsweise der Elektrohochofen in Schweden deren Schacht beträchtlich zu hoch ist. Bei bestehenden Anlagen läßt sich dieser Umstand nicht gut beseitigen, auch nicht bei Anfügung neuer Ofenaggregate, da aus betriebstechnischen Gründen die Gichtbühne für eine Ofenbatterie durchgehend gleiche Höhe besitzen soll. Bei Neuanlagen kann diesem Umstand jedoch natürlich Rechnung getragen werden, und hierdurch verringert sich der Unterschied in der Beschickungshöhe bei Hochschacht- und Niederschachtofen, den Helfenstein als Nachteil des ersteren anführt. Im übrigen arbeiten heute die schwedischen Oefen auch bei dem etwas zu hohen Schachte ohne besondere Schwierigkeiten. Eine zu geringe Beschickungshöhe bringt stets den Verlust einer entsprechenden Menge fühlbarer Wärme mit sich, die mit den austretenden Gasen abgeführt wird. Nimmt man die Austrittstemperatur der Gase in einem Niederschachtofen zu 500° an, ihre Menge zu 1000 m³ je t erzeugten Eisens bei 760 mm Hg und 0°, so ergibt sich die abgeführte Wärmemenge W₁, bezogen auf 1 t, zu

$$W_1 = 1000 \times 500 \times 0,23 = 115\,000 \text{ WE.}$$

Der entsprechende Wärmeverlust W₂ bei einer Gichttemperatur von 150° beträgt:

$$W_2 = 1000 \times 150 \times 0,23 = 34\,500 \text{ WE.}$$

Der Wärmeverlust ist im ersten Falle also um etwa 80 000 WE größer als im zweiten.

Düsseldorf, im November 1921.

F. Durrer.

* * *

Die sehr lesenswerten Ausführungen Helfensteins kann ich nicht in allen Punkten unterschreiben:

1. Elektrohochofen. Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Elektrohochofenbetrieb sind vor allem sehr niedrige Strompreise, die nur in recht seltenen Fällen vorliegen, denn die zunehmenden Verwendungsmöglichkeiten des elektrischen Stromes haben im Verein mit der Brennstoffnot fast überall

Zahlentafel 1. Energieverbrauch von Elektroöfen je Tonne Erzeugnis.

Elektro-Hochöfen	Elektrische Schmelzöfen und Raffineröfen						
	Roheisen aus Erz und Holzkohle (Enphosphorung im Elektrohochofen selbst nicht möglich) (2200-3000 KWst ¹⁾)	Roheisen (synthetisches) aus kaltem Schrott (auch Gießereieisen aus Stahlschrott) (700-1000 KWst)	Elektrostahl aus kaltem Einsatz (Tiegelstahlgüte) (1000 KWst)	Elektrostahl aus kaltem Einsatz hochwertiger Maschinenguß (800 KWst ²⁾)	Elektrostahl aus flüssigem Einsatz, vom Mischer (Tiegelstahlgüte) (350-400 KWst)	Elektrostahl aus flüssigem Einsatz, vom Konverter oder Martinofen (Tiegelstahlgüte) (150-250 KWst)	Elektrostahl aus flüssigem Einsatz, vom Konverter oder Martinofen (nachraffiniert) (100-120 KWst)

1) Bis 1500 KWst nach Elektrician 1919, S. 214. 2) Bis 600 KWst.

Zahlentafel 2. Betriebszahlen von Elektrohochöfen zur Erzeugung von Qualitäts-Roheisen.

Anlage in Domnarfvet (Schweden) ¹⁾ Schachtöfen	Anlage in Porjus (Schweden) ²⁾ Herdöfen	Anlage in Domodossola (Italien) ³⁾ Herdöfen
Energieverbrauch je t Roheisen 2400 KWst Erz, 68prozentig . . . 1720 kg Kalk 60 „ Holzkohle 370 „ Elektroden 8 „	Energieverbrauch je t Roheisen 2800 KWst Erz, 68proz. (Stücke) 1430 kg Feinerz 250 „ Zuschläge 175 „ Holzkohle 425 „ Koksklein 135 „ Elektroden 13,5 „	Energieverbrauch je t Roheisen ⁴⁾ 2200 KWst Erz, 66prozentig . . . 1500 kg (gerösteter u. gesinterter Pyrit) Holzkohle und Koks. 400 „ Elektroden 14 „
¹⁾ Chem. and Metallurg. Eng. 1921, 9. März, S. 433.	²⁾ Chem. and Metallurg. Eng. 1921, 3. Aug., S. 193.	³⁾ La Technique Moderne 1920, Nr. 7. S. 301. ⁴⁾ Das Erz gelangt heiß in den elektrischen Ofen. Aufwand zum Sintern: 160 kg Lignit/t.

eine starke Wertsteigerung der elektrischen Energie veranlaßt, die gebieterisch zu sparsamster Verwendung zwingt. Wie Zahlentafeln 1 bis 3 zeigen, ist aber der Energiebedarf eines Elektrohochofens ein recht großer, und es erscheint vorteilhafter, aus Alteisen oder flüssigem Einsatz durch elektrisches Schmelzen oder Raffination ein hochwertiges Erzeugnis herzustellen. Die Industrie ist in der Tat diesen Weg gegangen. Noch ein zweiter, wichtiger Punkt muß beachtet werden: Die bisher bestehenden Elektrohochöfen verwenden Holzkohle (rein oder mit 25 % Koks gemischt) zur Reduktion des Erzes und erzeugen ein gutes Roheisen, das zwar nicht mit dem gewöhnlichen, billigen Roheisen, wohl aber mit Qualitätsroheisen in Wettbewerb treten kann. Die Verwendung von Holzkohle jedoch ist nur sehr wenigen Industrieländern möglich und dürfte in einer nahen Zukunft ganz aufhören, sobald man durch bessere Abfuhrgelegenheiten eine nutzbringendere Verwendung des so wertvollen Holzes erzielen kann. Eine Verwendung von Koks im Elektrohochofen bringt eine Verschlechterung des Roheisens durch erhöhten Schwefelgehalt mit sich, ganz abgesehen von den mancherlei bisher noch nicht behobenen Betriebsschwierigkeiten. Ferner macht die wirtschaftliche Verwendung des Elektrohochofengases Schwierigkeiten. Einerseits ist es äußerst giftig, andererseits ergibt seine Verwertung zur Stromerzeugung einen Preis des erzeugten Stromes, der viel höher liegt als der Netzstrom, aus dem der Elektrohochofen gespeist wird.

Das Gas wird daher mit Vorteil voraussichtlich nur verbrannt und zur Erhitzung der Erze (bei reduzierender Flamme) oder im Martinofen zur Stahl-

Zahlentafel 3. Eine amerikanische Gegenüberstellung von Elektrohochöfen¹⁾.

Elektro-Schachtöfen (Hochschachtöfen)	Elektro-Herdöfen (Niederschachtöfen)
Energiebedarf je t Roheisen 2600 KWst Erze, 68prozentig 1485 kg Holzkohle 450 „ Kalk 225 „ Elektroden 7 „	Energiebedarf je t Roheisen 2800 KWst Erze, 68prozentig 1485 kg Holzkohle 540 „ Kalk 90 „ Elektroden 14 „
Zusammenstellung: Unbedeutende Unterschiede im Energieverbrauch, jedoch Baukosten von Schachtöfen wesentlich größer. Niederschachtöfen anpassungsfähiger und vorteilhafter für die Verarbeitung geringwertiger Erze.	

erzeugung benutzt werden müssen, damit seine Verbreitungswärme unmittelbar wieder dem metallurgischen Prozeß zugute kommt. Letztgenannter Verwendungsfall wird bei phosphorhaltigen Erzen oder schwefelhaltigem Koks ohnehin zur gebieterischen Notwendigkeit, da im Elektrohochofen allein weder der Phosphor- noch der Schwefelgehalt zu beseitigen ist. Eine Fernverteilung des Kohlenoxyds mittels Rohrleitungen dürfte nur unter besonders günstigen Verhältnissen in Frage kommen, denn die elektrische Energieverteilung hat sich im allgemeinen als leistungsfähiger und wirtschaftlicher erwiesen. Vorschläge, die Hochöfen mehr als Gaserzeuger zu betrachten und zu betreiben, sind übrigens auch schon für den Blashochofen gemacht worden²⁾.

2. Blashochöfen. Helfenstein führt unter „Gesichtspunkten“ eine Reihe von Schwierigkeiten auf, die dem Blashochofen anhaften und in neuerer

1) Chem. and Metallurg. Eng. 1921, 3. Aug., S. 194.

2) F. Siemens, St. u. E. 1918, 15. Aug., S. 747.

Zeit noch eher zu- als abgenommen haben, seitdem man aus Gründen der Erzeugungssteigerung zu immer größeren Profilen übergegangen und bereits bei einem Gestelldurchmesser von 6,3 m bei einer Höhe von 28 m angelangt ist.

Daß der heutige Hochofen durchaus nicht vollkommen ist, wurde wiederholt von Fachleuten ausgesprochen. Deshalb ist zu erwägen, ob nicht auch der Blashochofen nach dem Vorbild der elektrischen Niederschächtofen ausgeführt und dadurch wärmetechnisch und metallurgisch wesentlich verbessert werden könnte.

a) Hochschachtöfen. Die äußerst verwickelten Vorgänge besonders im unteren Teil des Hochschachtöfens hat auch die neueste Forschung noch nicht völlig klarzustellen vermocht. Immerhin sind gerade aus der letzten Zeit neue Wege zur Erforschung dieser Vorgänge beschritten worden, die zu wichtigen Neuerungen führen können.

Die Oxydations- und Reduktionsvorgänge bei den Formen. Die oxydierende Wirkung der bei den Formen eingeführten Luft (Abb. 1) dringt keineswegs bis zum Innern. Vorgenommene Gasanalysen zeigen (Zahlentafel 4), daß schon etwa 60 cm hinter der Formenmündung überhaupt kein freier Luftsauerstoff, und 1,20 m hinter der Formenmündung auch kein nennenswerter Betrag von Kohlensäure vorhanden ist. Die Formen beherrschen demnach nur einen sehr geringen Teil des Gestellquerschnittes, es verbleibt im Innern ein toter Kern von

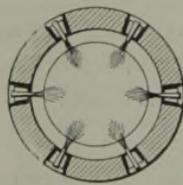
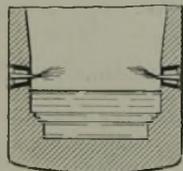


Abbildung 1.

recht beträchtlichen Abmessungen. Die Folge davon ist eine nach dem Innern fortschreitende Temperaturabnahme (Zahlentafel 5), noch beschleunigt durch den im Innern stattfindenden Wärmeverbrauch.

Es kann daher von einer gleichmäßig hohen Gestelltemperatur gar keine Rede sein. Es versteht sich von selbst, daß diese Vorgänge auch auf das Schlacken- und Eisenbad rückwirken, und zwar wird nicht nur durch den z. T. eintauchenden Kern die Badtemperatur erniedrigt, sondern auch manche höchst unerwünschte metallurgische Wechselwirkung hervorgerufen. Beim Betrachten des Ofeninnern kann man vor den Formen deutlich unverbrannte Koksstücke nach unten wandern sehen; diese werden demnach (weil sich sonst das Gestell mit Koks zu setzen würde) im Bad selbst verarbeitet, teils zur Kohlhung des geschmolzenen Eisens, teils zur Reduktion der flüssigen Eisenoxyde¹⁾. Diese Vorgänge sind wegen ihres labilen Zustandes unüberschbar und zu großen Störungen neigend; sie müssen daher unter genaueste Betriebs- und Temperaturüberwachung genommen werden, was aber bei dem Hochschachtöfen sehr schwierig ist. Man könnte dazu greifen,

Zahlentafel 4. Analysen von Gasproben aus der Formenebene eines Hochofens von 3 m Gestelldurchmesser. [Vol.-%.] (Van Vloten.)

Abstand von der Formenmündung	N ₂ %	H ₂ %	O ₂ %	CO ₂ %	CO %
0,35 m	78,0	4,0	9,75	8,25	0
0,60 m (normaler Betrieb)	80,5	1,75	1,5	15,0	0
0,60 m (hoher Gegendruck)	76,7	1,0	0	3,25	25,5
0,8 m	67,0	2,25	0	2,5	28,25
0,9 m	64,5	3,0	0	2,25	30,25
1,2 m	59,5	2,0	0	0,5	38,0

Zahlentafel 5. Die Temperaturen im untersten Hochofenteil.

Ort	Meßstelle	Temperatur °C	Beobachter
Formenebene	0,35 m vor d. Formenmündung	= 1500	Van Vloten ¹⁾
	0,60 m „ „	= 2080	
	0,80 m „ „	= 1260	
	Ofenachse	= 1100	
Formenebene	bei den Formen	1730 (1900)	Niedt ²⁾
Formenebene	bei den Formen	1780	Horace Allen ³⁾
0,44 m über den Formen	Formennähe Ofenachse	1600 1300	Wiebner ⁴⁾
unteres Gestell	Schlacke Roheisen	1350	—
		1300 u. höher	

durch eine besondere Windzufuhr ins Innere den Gesamtquerschnitt des Hochofens gleichmäßiger zu beheizen. Besser noch wäre die Aenderung des Hochofenquerschnittes auf ein schmales Rechteck; diese Anordnung kommt jedoch nur für Niederschächtofen in Frage.

Die Vorgänge im obersten Schachtteil. Im obersten Teil findet keine Reduktion mehr statt. Die fühlbare Gaswärme dient lediglich zur Vorwärmung und Trocknung des Möllers. Außerhalb des Hochofens wird nachher dieser in Dampfform ins Gas gelangte Wassergehalt durch Wassereinspritzung wieder herauskondensiert. Der Gesamtwärmeverlust durch Gasabkühlung und Dampfkondensation beträgt etwa 8 % der in den Hochofen eingebrachten Wärme. Der recht erhebliche Verlust ist aber durch diese Zahl noch nicht genügend gekennzeichnet, denn zur Abkühlung und Kondensation dienen außerdem noch große Wassermengen und Aufwendungen für motorische Kraft. Durch die Ausgestaltung der elektrischen Gasreinigung ist die Zeit nahe gerückt, daß man auch die wärmetechnische Grundlage dieser Gaswirtschaft ändert. Man wird die Gase heiß und trocken reinigen müssen und in diesem Zustande in den Winderhitzern oder metallurgischen Feuerungen verwenden. Der Wassergehalt des Möllers ist entweder durch Vortrocknung mittels Abhitze vorher in die Atmosphäre als Dampf abzuführen, oder aber man erzeugt von vornherein

1) St. u. E. 1893, Jan., S. 26 ff.

2) St. u. E. 1912, 21. März, S. 466.

3) Iron and Coal Trades Review 1905, 7. Juli, S. 41.

4) Z. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen 1875, Bd. 22, S. 288.

1) Vgl. auch Jüptner, Beiträge zur Hochofentheorie, Leipzig 1921.

im Hochofen eine trockene Teilgasmenge durch Anzapfung des Hochofens an einer tieferen Stelle. Im letzteren Falle wird eine zweite Teilgasmenge wie bisher an der Gicht für Verwendung in Gasmaschinen abgeleitet, nachdem sie zur Trocknung und Vorbereitung des aufgegebenen Möllers gedient hat.

Mit dem gefürchteten Oberfeuer hat es folgende Bewandnis: Zunächst bemerkt man ein erhebliches Ansteigen der Gichtgastemperatur, meist dadurch veranlaßt, daß das Gas sich eine Gasse durch die Beschickung bahnt und erhebliche Wärmemengen nutzlos nach oben entführt, während der übrige Teil der Beschickung tot liegen bleibt und bald Hängen der Beschickung und metallurgische Störungen veranlaßt. Gleichzeitig setzt sich die heiße Kohlensäure erneut mit dem vorhandenen Koks im oberen Schachtteil nutzlos zu Kohlenoxyd um, den Koksverbrauch vermehrend. Um diese Mißstände zu vermeiden, galt es als Grundsatz, den oberen Schacht recht kühl zu halten, im Notfall schwer reduzierbare Erze zu setzen oder gar Wasser auf den Möller zu gießen. Daß diese Verfahren wärmewirtschaftlich und metallurgisch zu verwerfen sind, liegt auf der Hand. Selbstverständlich kann und soll die obere Beschickung heiß, sogar durch Abhitze so hoch als möglich vorgewärmt sein. Die obengenannten Folgen eines erheblicheren Wärmeentganges in den heißen Gasen werden vermieden durch die erwähnte unmittelbare Verheizung der Gase in heißem Zustande, und die Gefahr der Rückbildung von Kohlensäure zu Kohlenoxyd im oberen Schacht durch Trennung der Koks- und Erzbeschickung; letztgenannter Weg ist jedoch nur bei Niederschachtöfen anwendbar.

b) Niederschachtöfen. Koppers hat das Verdienst, zuerst auf die Vorteile eines leicht verbrennlichen Kokses im Hochschachtöfen hingewiesen zu haben¹⁾. Man kann noch weiter gehen und sogar Halbkoks zur Verwendung bringen, sobald man durch Schachtverkürzung den Koks von dem großen Druck der hohen Beschickungssäule entlastet. Man gelangt dann zu dem Niederschachtöfen. Seine betriebstechnischen Vorzüge leuchten ohne weiteres ein: große Unabhängigkeit von der Güte der Beschickung, außerordentliche Beweglichkeit in der Erzeugungsziffer, Verwendungs-

möglichkeit von Turbo- und Propellergebläsen, Regelbarkeit der Beschickung und rasche Einwirkung auf Badzusammensetzung, leichte Umstellungen und Ofenreparaturen, Möglichkeit der Anbringung von Beobachtungstüren.

Demgegenüber ist aber die Abgastemperatur eine sehr hohe, und die indirekte Erzreduktion muß in einer besonderen Anlage erfolgen. Es ist jedoch leicht möglich, diese hohe Abgastemperatur voll auszunutzen, wenn man die heißen, viel Kohlenoxyd enthaltenden Abgase in einen unmittelbar benachbarten Martinofen als Heizgas einführt und mittels Sekundärluft verbrennt. Es ist also der verkürzte Hochofen gewissermaßen der Abstichgenerator zum Martinofen. Man gibt zweckmäßig einen viel höheren Koksatz, um eine große Gasmenge aus dem als Gas-erzeuger sehr wirtschaftlichen Hochofen herauszuholen. Die Abhitze des Martinofens dient zweckmäßig zum Trocknen und Vorerhitzen des Erzes, die indirekte Reduktion geschieht durch einen zweiten Teil der Hochofengase, unter günstigen Umständen auch durch Generatorgas aus Abfallbrennstoffen.

Schon aus dieser kurzen Zusammenstellung ist klar ersichtlich, daß die Niederschachtöfen eine Reihe schwerwiegender Vorteile besitzen, die im zukünftigen Hochofenbau eine Umwälzung herbeiführen können.

Da somit auch im Blashochofen der Zukunft die Verwendung von geringwertigem Koks möglich erscheint, ist m. E. nicht an seine Verdrängung durch den Elektrohochofen zu denken, wie Helfenstein glaubt.

Die Herstellung von Eisen aus Erz und Koks im Blashochofen wird voraussichtlich auf lange Zeit in den Industrieländern wirtschaftlicher sein als diejenige unter Zuhilfenahme des hochwertigen elektrischen Stromes.

Düsseldorf, im November 1921.

Obering. C. Flössel,
Wärmestelle Düsseldorf.

* * *

Dr. Helfenstein teilt uns mit, daß er nach Durchsicht vorstehender Zuschriften es nicht für notwendig erachtet, jetzt unmittelbar zu erwidern. Er behält sich vor, bei Gelegenheit auf die eine oder andere Einwendung zurückzukommen.

Die Schriftleitung:

¹⁾ St. u. E. 1921, 8. Sept., S. 1255.

Umschau.

Ueber Uranstahl.

Auf der Suche nach neuen Sonderstählen mit nie gekannten guten Eigenschaften setzte der Stahlfachmann schon seit einer Reihe von Jahren einen großen Teil seiner Hoffnung auf das Element Uran. Nach seiner Stellung im periodischen System könnte man von ihm vermuten, daß es der Werkzeugstahlindustrie ähnliche Dienste erweisen werde wie Wolfram und Molybdän. Im letzten Jahre sind hierüber zwei Arbeiten von M. E. Polushkin erschienen¹⁾.

¹⁾ Journal of Iron and Steel Institute, Carnegie Scholarship Memoirs 1920, S. 129/50, und Revue de Métallurgie 1920, Mémoires S. 420/37.

Dem Verfasser war die Möglichkeit gegeben, die Versuche einer amerikanischen Gesellschaft zur Nutzbarmachung des bei der Gewinnung von Radium aus Karnotit $(K_2 \cdot Ca) O \cdot 2 UO_3 \cdot V_2 O_5 + 8 H_2 O$ sich als Abfall ergebenden Natriumuranats zu überwachen. Die Versuche bewegten sich naturgemäß zunächst in der Richtung, ein hochprozentiges, für die Stahlschmelzerei brauchbares Ferrouran herzustellen.

Die Herstellung erfolgte in einem Lichtbogenofen mit wassergekühltem Boden und einem Futter aus $U_3 O_8$ und Pech.

Die am häufigsten verwendeten Ferrouranlegierungen enthielten 35 bis 45% U und 1 bis 5% C, es wurden aber auch solche mit bis zu 4% U und bis 90% U hergestellt. Alle sind deutlich kristallinisch, sie enthalten von 40% U ab in der Hauptsache wohlausgebildete

Kristalle mit etwa 50% U, 5,4% C und 40% Fe. Das Ferrouran ist hart, mit wachsendem Urangelalt in steigendem Maße pyrophor und in Wasser zersetzlich. Die in Alkohol ausgeführten Dichtebestimmungen ergaben als äußerste Werte für 4,13prozentiges Ferrouran 7,34, für 90prozentiges 12.

Die eutektikale Temperatur wurde bei fast allen Legierungen mit 1660° gefunden, nur bei etwa 30% U und 0,3% C mit 1540°. Die gefundenen Schmelzpunkte liegen bei 1710° bis 1785°. Eine genaue Bestimmung der Schmelztemperatur wird durch ihre große Höhe sehr erschwert, auch bemerkt der Verfasser, daß sich selbst bei völligem Schmelzen der Probe die Bildung einer Gußhaut nicht vermeiden ließ. Es liegt die Vermutung nahe, daß die Legierungen gar nicht völlig geschmolzen waren, daß vielmehr noch höher schmelzende Bestandteile vorhanden waren, zum mindesten Uranoxyd, das infolge der starken Oxydationsfähigkeit des Urans sehr leicht auftreten kann.

Demnach kann auch das Gefügebild nicht dem Gleichgewichtszustand entsprechen; es müssen Ge-

Zahlentafel 1.

Stahl Nr.	U %	C %	Mn %	Si %	Ac ₁		Ar ₁	
					Be-ginn	Maxi-mum	Be-ginn	Maxi-mum
20	0,23	1,02	—	—	741	742	704	704
21	0,31	0,26	0,62	0,61	749	—	682	—
15	0,45	0,92	0,44	0,30	742	746	690	690
15b	0,45	0,92	0,44	0,30	737	748	680	680
1	0,50	0,17	0,25	0,30	744	757	688	678
13	0,50	0,71	0,91	0,37	738	748	668	662
13b	0,50	0,71	0,91	0,37	739	746	669	661
14	0,53	0,72	0,54	0,75	752	765	690	677
22	0,83	0,31	0,79	0,35	741	747	662	650
22b	0,83	0,31	0,79	0,35	740	—	667	657
2	0,85	0,21	0,65	0,36	737	746	660	644
23	0,97	0,34	0,24	0,09	744	757	685	677
24	1,03	0,44	—	—	701	770	682	676
7	1,52	0,43	0,55	0,6	743	756	680	671
11	1,90	0,63	0,77	0,75	757	766	680	678
4	2,20	0,25	0,65	0,30	733	747	653	641
8	3,12	0,47	0,80	0,80	740	748	640	624
25	3,85	0,48	0,57	0,63	756	766	659	650
26	7,10	0,47	0,81	0,74	749	757	660	635
26b	7,10	0,47	0,81	0,74	751	754	—	—

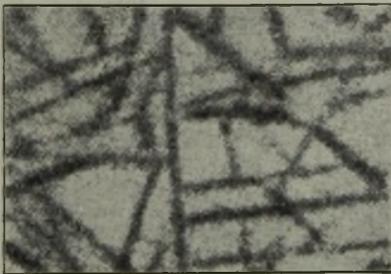


Abbildung 1. Radiogramm.

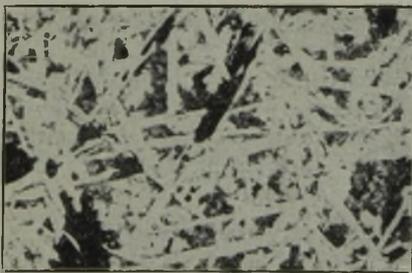


Abbildung 2. Dieselbe Probe, mit Pikrinsäure geätzt (44,5% U, 5% C).

fugebestandteile auftreten, die mit dem ternären Gleichgewicht nicht verträglich sind. Die Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung bestätigen dies vollauf. Neben einer Verbindung Fe₃U wurden die beiden Komponenten Fe und U zusammen in derselben Probe gefunden, und zwar als Eutektikum. Auch Uranoxyd ist ein ständiger Bestandteil der Legierungen, selbst bei hohen Silizium-, Mangan-, Chrom- und Nickelgehalten.

Die sehr verwickelte Zusammensetzung des Gefüges ist mit der Analyse nicht in Einklang zu bringen. Erwähnenswert ist, daß weder Uran noch eine seiner Verbindungen mit Eisen eine feste Lösung zu bilden scheint. Legt man eine polierte Probe mehrere Tage auf eine photographische Platte, so hinterläßt sie dort infolge der Radioaktivität des Urans ein Bild, das sich bis zu einem gewissen Grade vergrößern läßt (vierundzwanzigfach) und einen Anhalt über die Verteilung des Urans in den Gefügebestandteilen ergibt. Ein Vergleich eines solchen Radiogramms¹⁾ (Abb. 1) mit dem mikroskopischen Bild derselben Stelle nach dem Ätzen mit Pikrinsäure (Abb. 2) zeigt, daß das Uran völlig an die weißen Nadeln (Fe₃C · U₂C₃) gebunden ist.

Schließlich wurde noch die Zersetzlichkeit der Uranlegierungen in Wasser untersucht, die Moissan schon an

U₂C₃ festgestellt hat. Die Ursache dieser Erscheinung konnte nicht aufgeklärt werden, auch konnte kein Bestandteil festgestellt werden, an dessen Vorhandensein die Zersetzlichkeit gebunden ist. Immerhin fand der Verfasser, daß die zersetzbaren Legierungen mehr als 40% U und, wenn sie 40 bis 55% U haben, 0,7% oder mehr Kohlenstoff enthalten müssen.

Die französische Arbeit beschäftigt sich mit den Eigenschaften der Uranstähle mit 0,02 bis 7% U. Die Stähle wurden in einem 1/3-t-Elektroofen aus Stahldrehspänen und Walzwerksabfällen erschmolzen. Das Ferrouran wurde entweder mit der Charge aufgegeben oder im Ofen oder in der Pfanne zum fertigen Stahl zugesetzt. Der Zusatz in der kalten Charge war ein völliger Mißerfolg infolge der schnellen Oxydation des Urans. Auch der Zusatz im Ofen ergab nur eine geringe Ausbeute. Bei Zusatz in der Pfanne war die Ausbeute die beste, wenn auch

Zahlentafel 3.

Uranstahl			Kohlenstoffstahl		
Probe Nr.	Zerreiβfestigkeit kg/mm ²	Brinellhärte	Probe Nr.	Zerreiβfestigkeit kg/mm ²	Brinellhärte
2e	70	220	16c	70	187
			d	70,7	196
			e	70,7	196
			f	69,3	191
			g	69,3	191
2f	120,4	316	16h	119,7	297
			g	120,4	321
3h	65,8	192	16k	65,8	172
			l	65,8	185
			m	65,1	183
			n	65,1	179
			o	66,5	187
			p	66,5	187
			q	65,1	192
			3c	67,2	222
d	67,2	212	s	67,2	189
e	68,6	207	t	68,6	196
			u	69,3	191
			v	69,3	191
			3t	70,7	217
3g	113,3	241	x	70,7	196
			16y	113,3	217

¹⁾ Das natürlich seitenverkehrt erscheint.

Zahlentafel 2.

Stahl- und Probe-Nr.	Analyse					Mechanische Eigenschaften				Thermische Behandlung
	C %	U %	Mn %	Si %	V %	Streckgrenze kg/mm ²	ZerreiBfestigkeit kg/mm ²	Dehnung %	Ein-schnürung %	
1a	0,17	0,50	0,25	0,30	Spuren	34	54	30	61,8	880° W 250° 1 st Luft
b						42	56	32	66,4	880° „ 400° 1 „ „
2a	0,21	0,55	0,65	0,36	„	44	56	30,5	62,1	Im Werk geglüht
b						109	121	12	47,2	850° W 300° 2 st Luft
c						112	124	10,5	47,2	875° „ 300° 2 „ „
d						83	94	16	53,6	900° „ 400° 2 „ „
3a	0,25	0,28	0,80	0,39	„	114	130	13,5	54,4	850° „ 300° 2 „ „
4a	0,25	2,20	0,65	0,30	„	124	143	9	35,4	925° „ 250° 2 „ „
b						145	164	3,0	7,3	900° „ „ „
c						125	146	8	31,5	900° „ 250° 2 „ „
5a	0,36	0,13	0,23	0,10	„	59	76	22,5	58,1	875° „ 400° 2 „ Ofen
6a	0,46	0,12	0,34	0,63	„	71	94	14	39,5	850° „ 400° 1 „ Luft
b						71	89	23	53,7	900° „ 300° 2 „ „
c						71	86	21	54,7	825° „ 400° 1 „ „
7a	0,43	1,52	0,55	0,56	„	45	66	11,5	44,6	815° Oel 300° 2 „ „
8a	0,47	3,12	0,80	0,80	„	107	130	10,5	34,7	875° „ 400° 2 „ „
9	0,53	0,19	0,31	0,07	„					
10a	0,55	0,13	0,21	0,20	0,04	80	102	14	35,1	875° W 400° 1 st Luft
b						75	103	11,5	32,5	880° „ 400° 1 „ „
c						78	98	17,5	51,7	825° „ 400° 1 „ „
d						76	98	18	49,5	825° „ 400° 1 „ „
11a	0,63	1,90	0,77	0,75	Spuren	174	189	7	22,3	875° Oel 300° 2 „ „
b						148	196	6	18,1	900° „ 300° 2 „ „
c						69	96	8,5	26,1	800° „ 400° 2 „ Kalk
d						117	131	10	30,8	850° „ 400° 2 „ Luft
e						92	131	11	32,5	875° „ 400° 2 „ „
f						120	132	9,5	30,2	900° „ 400° 2 „ „
12a	0,63	0,06	0,34	0,64	„	83	118	14	40,1	875° „ 500° 2 „ Ofen
13	0,71	0,50	0,91	0,37	„					
14a	0,72	0,53	0,54	0,75	„	196	232	1,5	0,7	790° Oel 300° 2 st Luft
b						183	203	14	13	870-790° Oel 300° 2 st Ofen
c						180	200	14,5	19,2	870-790° „ 300° 2 „ Ofen
d						149	167	17,5	20,6	870-790° „ 350° 2 „ Kalk
e						136	155	10	31,1	850-775° „ 350° 2 „ Luft
f						158	172	7	24,7	870-790° „ 400° 1 „ „
g						126	169	10	31,5	850-775° „ 400° 2 „ „
h						109	125	12,5	33,1	850-775° „ 450° 2 „ „
k						116	132	12,5	30,1	870-790° „ 500° 1 „ „
15	0,92	0,45	0,44	0,30	„					
16a	0,28		0,66	0,47	0	90	115	11	53	850° W 300° 2 st Luft
b						84	98	14,5	55,5	850° „ 350° 2 „ „
17a	0,46	0,02	0,33	0,41	„	67	95	16,5	37,3	850° „ 400° 1 „ „
18a	0,51		0,24	0,18	„	67	102	9	16	875° „ 400° 1 „ „
b						77	108	12	28,5	825° „ 400° 1 „ „

Die Zerreißversuche wurden an amerikanischen Normalproben (2" · 0,505") vorgenommen, die schon vor dem Vergüten beinahe die endgültige Form hatten (es war höchstens noch 1 mm abzudrehen). Wie aus Zahlentafel 2 ersichtlich ist, erhöht das Uran in den Stählen mit mittlerem Kohlenstoffgehalt (0,25 bis 0,45%) die Streckgrenze und Zerreißfestigkeit, ohne die Dehnung zu beeinflussen. In Stählen mit mehr als 0,6% C werden Streckgrenze und Zerreißfestigkeit noch stärker durch Uran erhöht, Dehnung und Einschnürung aber sehr stark verringert. Die besseren Eigenschaften aller einfachen Uranstähle können nur nach Abschrecken und schwachem Anlassen erreicht werden. Der notwendige Mangangehalt beträgt 0,55 bis 0,65% Mn. Ein höherer Uranzusatz als 0,6% ist zwecklos, da die mechanischen Eigenschaften dadurch nicht verbessert werden; aber auch ein niedrigerer Zusatz gibt dem Stahl keine Eigenschaften, die nicht durch andere Sonderstähle erreicht würden.

Die mikroskopische Untersuchung zeigt, daß das Uran in Form von Uranoxyd und Urankarbid vorhanden

immerhin noch unregelmäßig, bestenfalls betrug sie 70 bis 75%, häufig aber unter 50%. Die Verteilung des Urans in den gegossenen Blöcken war trotz des späten Zusatzes gleichmäßig, Kopf und Boden ergaben denselben Urangehalt. Auf die mechanischen Eigenschaften und das Gefüge hat die Art des Uranzusatzes keinen Einfluß.

Die Untersuchungen hatten das sehr bestimmte Ziel, festzustellen, ob ein einfacher oder zusammengesetzter Uranstahl irgendwelcher Zusammensetzung Eigenschaften habe, die mit den bisher bekannten Stählen nicht zu erreichen sind. Demgemäß wurden zunächst die kritischen Punkte der Stähle festgestellt, dann die Stähle vergütet und an diesen vergüteten Proben Härte, Zerreißfestigkeit, Kerbzähigkeit und Dauer-schlagzahl bestimmt, während die Gefügeuntersuchung parallel ging. Wie Zahlentafel 1 zeigt, werden die kritischen Punkte in einfachen Uranstählen sehr wenig und recht unregelmäßig beeinflusst. 7% U unterdrückt allerdings alle kritischen Punkte, im übrigen wird aber Ac₁ nicht verändert, Ar₁ von 2% U ab nur wenig erniedrigt. Bei den übrigen untersuchten Stahlreihen fand sich ebenfalls kein regelmäßiger Einfluß des Urans auf die kritischen Punkte.

ist. Das graublau Oxyd ist ein unerwünschter, aber unvermeidlicher Bestandteil. Das Urankarbid, wahr-

Zahlentafel 4.

Froben- und Stahl-Nr.	Streckgrenze kg/mm ²	Zerreißfestigkeit kg/mm ²	Dehnung %	Einschnürung %	Brinellhärte	Mittlere Kerbzähigkeit mkg/cm ²	Zahl der Schläge bis zum Bruch
3	70	83	20	59	241	90,4	655
5	42	54	32	61	—	86,9	—
6	40	61	30	62	169	68,7	—
9	48	63	28	62	187	55,2	—
12	53	81	22	49	234	29,4	—
14	105	123	12	33	357	22,0	448
16	90	115	11	53	265	46,9	955
28	112	123	13	44	—	43,9	734
29	155	188	12	44	525	27,8	923
32	179	209	8	30	555	13,7	360
36	158	186	8	32	486	88,0	408
37	129	150	10	33	—	18,4	464
39	113	130	14	57	394	27,8	868
41	90	110	16	49	—	43,9	585

scheinlich von der Formel UC, ist hart und schön kristallisiert, beim Schleifen der Proben bricht es leicht aus. Bei mehr als 4% U bildet es in Gußstücken ein Netzwerk, in geschmiedeten und geglühten Proben sowie in Stählen geringen Urangelhalts hat es die Form von Körnern, die bei mittlerem Urangelhalt sich etwas strecken. Das Gefüge der vergüteten Uranstähle ist ein Martensit, der sich zu zersetzen beginnt und in dem die Urankarbidkörner unverändert erhalten sind; das Grundgefüge wird also durch Uran nicht beeinflusst.

Der Versuch, das Urankarbid durch Glühen der Stähle bei 1100 bis 1250° und nachfolgendes Abschrecken in Wasser in Lösung zu bringen, mißlang vollständig, das Karbid blieb immer in Form von Körnern erhalten. Es ist also sicher bis 1250° im Ferrit nicht löslich. Leicht zu erkennen ist es an seinen lebhaften Anlaßfarben.

Von komplexen Uranstählen wurden Reihen von Uran-Vanadin-, Uran-Mangan-, Uran-Nickel-, Uran-Chrom- und Uran-Chrom-Nickel-Stählen untersucht. Kein einziger dieser Stähle zeigte Festigkeitseigenschaften, die nicht von anderen und billigeren Sonderstählen erreicht würden. Das gleiche gilt für die Härtesteigerung, die aus Zahlentafel 3 zu ersehen ist.

Die Kerbzähigkeit, die an 10 · 10 · 60-mm-Proben mit 1 mm tiefem, 1,6 mm breitem Spitz- (?) Kerb untersucht wurde, ist in der Veröffentlichung recht stiefmütterlich behandelt. Die einzige Zahlentafel, die Kerbschlagwerte enthält (Zahlentafel 4), gibt zwar für denselben Stahl die Werte für sämtliche mechanischen Eigenschaften, es fehlen aber die chemische Analyse und thermische Behandlung. Man kann also nur feststellen, daß gerade die Stähle mit hohen Härte-, Festigkeits- und Dehnungswerten häufig eine geringe Kerbzähigkeit besitzen, und muß im übrigen dem Verfasser glauben, wenn er versichert, das Uran beeinflusse die Kerbzähigkeit nicht.

Das gleiche gilt für die am Dauerschlagwerk erhaltenen Werte (Zahlentafel 4).

Die Einführung von Uran in Schneldrehstähle war infolge der großen Oxydationsfähigkeit völlig ergebnislos, was auch Dr. J. A. Mathews bestätigt.

Im ganzen kann man aus diesen Polushkinschen Arbeiten den Schluß ziehen, daß uns das Uran wohl keine überraschenden Umwälzungen in der Eisenindustrie bringen wird, daß es aber zweckmäßig wäre, wenn jede Gelegenheit, dies Gebiet der Uranstähle noch näher zu durchforschen, wahrgenommen würde. Bei sorgfältiger Behandlung dieses infolge der großen Oxydationsfähigkeit sehr empfindlichen Stoffes können vielleicht noch recht erfreuliche Ergebnisse erzielt werden.

Dr. F. Meissner.

Ueber basische Schmelzanlagen.

Die Ursache der raschen Zunahme des basischen Martinverfahrens, namentlich in England und den Vereinigten Staaten, ist in seiner Anpassungsfähigkeit bei Verwendung von Roheisen der verschiedensten Zusammensetzung zu suchen, wie dies bei keinem anderen Verfahren möglich ist, wohingegen die Bessemerbirne und der saure Martinofen Eisen mit niedrigem Phosphor- und Schwefelgehalt, die Thomasbirne ein Eisen mit mindestens 1,7% P erfordern.

Ein Vortrag von Russell¹⁾ bringt Bemerkenswertes über die Entwicklung der Mischeranlagen in Verbindung mit basischen Martinöfen, über den verschiedenartigen Betrieb dieser Anlagen und über die Schmelzvorgänge.

In England ist heute der Mischer ein wesentlicher Bestandteil der Einrichtung eines Stahlwerkes, das mit flüssigem Einsatz arbeitet. Der Umstand, daß insbesondere bei manganhaltigen Eisensorten unter gewissen Bedingungen große Entschwefelungen erfolgten, führte in England mehr als anderswo zur Anwendung des Mixers als Vorfrischer. Nach und nach erfolgte auch wie in Deutschland eine Vergrößerung der Mischer durch das infolge des Sonntagseisens bedingte Arbeitsverfahren.

Im allgemeinen herrschen in England sogenannte „aktive Mischer“ mit Heizvorrichtungen vor, um nötigen-

Zahlentafel 1. Amerikanische und mitteleuropäische Roheisensorten für basischen Martin-Betrieb.

Bezirk	C %	Si %	S %	P %	Mn %
Pennsylvanien . . .	3,7	1,0	0,06	0,90	0,40
Pittsburg . . .	3,9—4,1	0,5—0,8	0,04—0,07	—	0,8—0,9
Steiermark . . .	4,0	0,1—0,3	Sp.—0,03	0,08—0,10	2,0—2,5
Westfalen . . .	3,2	0,3—0,5	—	1,8	1,5
Lothringen . . .	—	0,6	0,06	1,8	1,2
Mähren . . .	—	0,7	0,06	1,1	1,7
Südrubland . . .	4,2	1,0	—	0,16	1,9

Zahlentafel 2. Entschwefelung in einem „inaktiven“ Mischer von 900 t.

Monat	Durchschnittliche Zusammensetzung des Roheisens			Durchschnittlicher S-Gehalt im Mischer %	Grad der Entschwefelung %
	Si %	S %	Mn %		
Dezember . . .	0,66	0,070	1,78	0,047	32,7
Januar . . .	0,75	0,073	1,49	0,053	27,4
Februar . . .	0,70	0,084	1,70	0,066	21,4
März . . .	0,77	0,073	1,83	0,047	35,6
April . . .	0,56	0,075	1,62	0,057	24,0
Mai . . .	0,59	0,085	1,64	0,058	31,6
Juni . . .	0,67	0,081	1,97	0,056	30,9
Juli . . .	0,57	0,071	2,02	0,044	38,0
August . . .	0,575	0,062	2,03	0,041	33,8
September . . .	0,575	0,060	2,10	0,043	27,4
Oktober . . .	0,775	0,059	2,10	0,041	30,5

falls auch kaltes Roheisen und sogar Schrott umzuschmelzen, während auf dem Festlande und in den Vereinigten Staaten unbewegliche „inaktive Mischer“ verbreitet sind, die neben dem ursprünglichen Zweck, für den der Mischer eingeführt wurde, in der Regel großen Fassungsraum haben zur Aufnahme der sich am Wochenende ansammelnden Eisenmassen.

Die englischen Hochofenwerke sind bestrebt, das Roheisen so billig wie möglich zu erzeugen, ohne Rücksicht auf die Kosten der nachfolgenden Weiterbehandlung im Stahlwerk, wodurch die Sparsamkeit bei den Hochofen oft einen ernstlichen Verlust für das Werksganze bedeutet. Russell sagt, die englischen Stahlwerker wären glücklich, würden sie über das geeignete Roheisen, wie in Zahlentafel 1 angegeben, regelmäßig verfügen können, und bedauert, daß der physikalischen Wärme des Einsatz-Roheisens nicht die Beachtung geschenkt wird, wie dieses in Deutschland der Fall ist²⁾.

Während die ersten „inaktiven“ Mischer in Birnenform hydraulisch kippar bis zu rd. 300 t Fassungsraum gebaut wurden, ging man im Hinblick auf die steigende Zunahme der Martinstahlerzeugung und zu dem Zwecke, das Sonntagseisen aufzunehmen, zu Mixern bis zu 1500 t Fassungsraum über. Doch ist man der Ansicht, besser mit kleineren Einheiten von etwa 700 bis 900 t zu arbeiten und den Fassungsraum für eine 18stündige Erzeugung zu bemessen, um Strahlungsverluste gegen Ende der Betriebswoche zu verringern und eine bessere Wirtschaftlichkeit in der Zustellung zu gewährleisten.

Die Mischer werden durch kaltes Hochofengas geheizt. Ein einfacher Rekuperator wärmt die Verbrennungsluft vor. Diese „inaktiven“ Mischer werden hauptsächlich als Sammler benutzt; immerhin kann bei Roheisen mit genügend Mangan und Silizium ein bestimmter Prozentsatz an Schwefel entfernt werden. Zahlentafel 2 zeigt den Grad der Entschwefelung eines 900-t-inaktiven-Mixers²⁾.

¹⁾ Vgl. O. Holz: Ueber den Zusammenhang zwischen physikalischer und chemischer Beschaffenheit des Thomas-Roheisens. St. u. E. 1921, 15. Sept., S. 1285/93.

²⁾ Professor Simmersbach: Roheisenmischer und ihre Anwendung im Eisenhüttenbetrieb. St. u. E. 1911, 16. Febr., S. 253.

¹⁾ The Iron and Coal Trades Review 1921, 14. Jan., S 37/9.

Zahlentafel 3. Aenderung des Roheisens in einem mit Hochofen- und Generatorgas geheizten „aktiven“ Mischer von 300 t.

Roheisen			Mischererzeugnis			Grad der Aenderung im Mischer		
Si %	S %	Mn %	Si %	S %	Mn %	Si %	S %	Mn %
1,54	0,035	2,45	0,93	0,030	1,40	39,5	14,3	43,0
2,10	0,030	2,30	0,56	0,029	1,42	73,1	3,3	38,2
2,24	0,027	2,30	1,07	0,026	1,87	52,1	3,7	18,7
1,40	0,068	2,10	0,70	0,032	1,60	23,6	53,0	28,8
1,26	0,031	2,80	0,33	0,029	1,56	73,7	6,40	44,3
1,59	0,034	2,34	0,98	0,022	1,92	38,4	35,3	18,0
2,15	0,020	2,70	0,93	—	—	43,2	—	—
Im Mittel						49,1	19,3	38,2

Die Haltbarkeit eines 1000-t-Mischers, durch den täglich annähernd 2000 t Roheisen laufen, soll neun Monate betragen.

„Aktive“ Mischer sind mit Regenerativfeuerung versehen und zum Frischen des Roheisens eingerichtet, so daß sie einem großen kippbaren Martinofen ähneln. Infolge der größeren Abnutzung der Zustrahlung und der daraus folgenden hohen Unterhaltungskosten sind sie kleiner als „inaktive“ Mischer und dürften auf dem Festlande 300 t kaum übersteigen¹⁾.

Nach englischen Erfahrungen werden 400 t als größter Fassungsraum angenommen, obgleich ein Mischer mit 500 t ebenfalls befriedigende Ergebnisse gezeitigt hat. Zahlentafel 3 zeigt die Aenderung in der chemischen Zusammensetzung des Roheisens in einem mit Hochofen- und Generatorgas geheizten Mischer von 300 t. Wie in der übrigen europäischen Stahlpraxis, hat sich auch in England bei neuen Anlagen der kleinere Kippofen zwischen 60 und 100 t gut eingeführt, und auch in den Vereinigten Staaten werden die großen Oefen bis zu 250 t nur für das Duplexverfahren bevorzugt. Fast in jedem anderen Falle nimmt man mit Rücksicht auf die Anlagekosten feststehende 60- bis 75-t-Oefen.

Russell macht dann nähere Angaben über das Duplexverfahren, bei dem die saure Bessemerbirne von gewöhnlich 30 t Fassung zur Entfernung des Siliziums und Kohlenstoffs und der Martinofen zur Entphosphorung verwendet wird. Der Gang einer Schmelzung ist folgendermaßen: Nachdem aus dem Talbotofen von 200 bis 250 t Fassung etwa 100 t abgegossen sind — der größere Teil der Schlacke bleibt im Ofen zurück —, werden die Seitenwände in der Schlackelinie geflickt, Kalk und Erz gegeben, Gas eingelassen und eine basische Schlacke geschmolzen. Die Bessemer-Schmelzen werden vor dem Eingießen in den Kippofen sorgfältig von der sauren Schlacke befreit. Beim Eingießen der letzten Bessemer-Schmelze, die nicht fertigeblasen wird und noch etwa 1 bis 1,5 % C enthält, findet eine kräftige Reaktion statt, wodurch die Entphosphorung beschleunigt wird, vorausgesetzt, daß die Badtemperatur nicht zu hoch ist. Ist die Entphosphorung und Entkohlung auf das gewünschte Maß durchgeführt, so erfolgt nach dem Abstieg die Rückkohlung und das Fertigmachen in der Pfanne mit Ferromangan oder Spiegeleisen. Dr.-Ing. Albert Müller.

Die Atomanordnung des Eisens in austenitischen Stählen.

Franz Wever bestätigt in einer längeren Arbeit²⁾ im wesentlichen die Ergebnisse der früheren Arbeiten von A. W. Hull und A. Westgren. Er findet für α -Eisen das kubisch-raumzentrierte Gitter mit einer Kantenlänge des Elementarwürfels von $2,85 \times 10^{-8}$ cm, für γ -Eisen im homogenen Austenit das kubisch-flächenzentrierte Gitter, dessen Kantenlänge je nach Art und

Menge der Zusätze (Mn, Ni, Cr) zwischen $3,56 \times 10^{-8}$ cm und $3,60 \times 10^{-8}$ cm schwankt. Nickel drückt den Gitterparameter des Eisens entsprechend seiner eigenen Gitterkonstante von $3,52 \times 10^{-8}$ cm mit zunehmender Konzentration herunter.

Durch Abkühlen in flüssiger Luft wird der Austenit zum Teil in Martensit umgewandelt unter gleichzeitiger weitgehender Verminderung der „Korngröße“ des γ -Eisens, wobei unter „Korn“ der Bereich mit homogenem Raumgitter verstanden sei. Als obere Grenze der „Korngröße“ des umgewandelten Eisens kann etwa 10^{-6} cm angenommen werden. Der Martensit enthält das Eisen in der α -Form.

Durch Kaltformänderung werden die austenitischen Stähle magnetisch. Als Ursache wird eine teilweise Umwandlung des γ -Eisens in α -Eisen röntgenogrammetrisch nachgewiesen.

Die Umwandlung eines Stahls von 1,9 % C und 2,1 % Mn beim Anlassen über 300° in Troostit wird atomistisch als Aenderung des γ -Eisengitters in das α -Eisengitter über eine Stufe sehr geringer Korngröße hinweg gedeutet. Durch die Untersuchungen Wevers werden die bisherigen Auffassungen über die Natur des Austenits und Martensits und ihrer Umwandlungen auf eine sichere Grundlage gestellt. K. D.

Die Anwendung der optischen Pyrometer im praktischen Betrieb.

Zu dem obigen Aufsatz¹⁾ ist zu bemerken, daß der Wert der in Gleichung 1 auf Seite 123 erwähnten optischen Konstanten e nach neueren Feststellungen in Übereinstimmung mit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt²⁾ zu 14 300 angenommen werden muß. Des weiteren beträgt die wirksame Wellenlänge des zurzeit meist üblichen Rotfilters aus Jenaer Kupferoxydulglas Nr. 4512 im Mittel 0,65 μ . Dadurch bestimmt sich die Gleichung 2 nunmehr zu:

$$T_a = \frac{9550 \cdot S_a}{9550 + \log e \cdot S_a}$$

Dr.-Ing. K. Daeves.

Deutsche Industrie-Normen.

Der Normenausschuß der Deutschen Industrie, Berlin NW 7, Sommerstr. 4a, veröffentlicht in Heft 10/11, 5. Jahrgang seiner „Mitteilungen“ (Heft 11, 4. Jahrgang der Zeitschrift „Der Betrieb“)

als Normblattentwürfe:

- E 160 (Entwurf 1) Grobsitz g4) Grobpassung.
- E 162 (Entwurf 1) Grobsitz g2) Einheitsbohrung.
- E 165 (Entwurf 1) Grobsitz g4) Grobpassung.
- E 167 (Entwurf 1) Grobsitz g2) Einheitswelle.
- E 186 (Entwurf 1) Schleifzugaben für ungehärtete gedrehte Wellen.

E 535 (Entwurf 1) Bremscheiben für Hebemaschinen.

E 681 (Entwurf 1) Paßfedern, Versteiftung.

Einspruchsfrist: 1. Mai 1922.

als Vorstandsvorlagen:

- DI-Norm 108 Diapositive, Außenmaße usw.
- DI-Norm 159 Grobpassung, Einheitsbohrung.
- DI-Norm 161 Grobsitz g3) Grobpassung.
- DI-Norm 163 Grobsitz g1) Einheitsbohrung.
- DI-Norm 164 Grobpassung, Einheitswelle.
- DI-Norm 166 Grobsitz g3) Grobpassung.
- DI-Norm 169 Grobsitz g1) Einheitswelle.
- DI-Norm 175 Präzisions-Rundstahl, blank gezogen und poliert.
- DI-Norm 177 Eisendraht, Stahldraht, gezogen.
- DI-Norm 332 Zentrierbohrungen.
- DI-Norm 333 Anbohrer und Zentrierbohrer.
- DI-Norm 334 Spitzsenker 60°.
- DI-Norm 335 Spitzsenker 90°.
- DI-Norm 347 Spitzsenker 120°.
- DI-Norm 348 Senker 30°.
- DI-Norm 667 Rundstahl, blank gezogen, Ziehgenauigkeit A.

¹⁾ St. u. E. 1922, 26. Jan., S. 121/5.

²⁾ Z. f. Instrumentenkunde 1916, Bd. 36, S. 20/21.

¹⁾ Vgl. Dr.-Ing. Petersen: Zum heutigen Stande des Herdfrischverfahrens. St. u. E. 1910, 5. Jan., S. 139; 12. Jan., S. 58/80.

²⁾ Mitteilungen aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung, Band III, 1. Heft, S. 45/56. Verlag Stahlisen m. b. H., Düsseldorf.

- DI-Norm 668 Rundstahl, Rundeisen, blank gezogen, Ziehgenauigkeit B.
 DI-Norm 669 Rundstahl, Rundeisen, blank gezogen, Ziehgenauigkeit C.

Einspruchsfrist für den Beirat 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 neuerschienene Normblätter:

- DI-Norm 197 Spannungen elektrischer Anlagen unter 100 V. Elektrotechnik.
 DI-Norm 302 Bl. 1 Senkniete von 10 bis 43 mm Φ .
 DI-Norm 303 Bl. 1 Linsensenkniete von 10 bis 43 mm Φ .
 DI-Norm 323 Bl. 1 Normungszahlen. Millimeter.
 DI-Norm 364 Abflußrohre
 DI-Norm 540 Abflußkrümmer
 DI-Norm 511 Abfluß-Uebergangsröhre
 Abfluß-Uebergangskrümmer

Kanali-
sation

Zargenfenster für Kleinwohnungen:

- DI-Norm 1105 Einflügelige Fenster, stumpf einliegend
 DI-Norm 1106 Einflügelige Fenster, überfält
 DI-Norm 1107 Mehrflügelige Fenster, stumpf einliegend
 DI-Norm 1108 Mehrflügelige Fenster, überfält

Schles-
wig-Hol-
steinische
Landes-
normen
Bauwesen

Düsseldorfer Technische Woche.

Vom 19. bis 25. April 1922 wird in Düsseldorf von den akademischen Kursen der Hochschule für kommunale Verwaltung in Verbindung mit der Zweigstelle der staatlichen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht eine Woche zum gegenwärtigen Stand der deutschen Technik veranstaltet. Führende Fachleute aus ganz Deutschland werden in Vorträgen, die durch Lichtbilder und Versuche erläutert werden, zeigen, welche Fragen gegenwärtig die verschiedenen Zweige der technischen Wissenschaft und Praxis bewegen.

Für jeden bedeutenderen Zweig der Technik ist je ein Tag mit drei bis vier Vorträgen vorgesehen, um so ein geschlossenes Bild der Einzeltechnik zu bieten: Bergbau und Technologie der Brennstoffe, Eisen und Stahl, Maschinenbau, Chemie, Röntgen und Radium, Licht- und Linsentechnik, Verkehrstechnik.

U. a. haben folgende Herren bisher Vorträge bestimmt zugesagt: Professor Dr.-Ing. Ernst Berl, Darmstadt: „Der gegenwärtige Stand der anorganisch-chemischen Großindustrie“; Geheimer Oberbergrat Professor Dr. Beyschlag, Berlin: „Der gegenwärtige Stand der Erforschung der Lagerstätten Deutschlands“; Professor Dr. Otto Blum, Hannover: „Neue Ziele unserer Eisenbahnen“; Geheimer Regierungsrat Professor Dr. de Thierry, Berlin: „Die deutschen Kanalpläne“; Geheimer Regierungsrat Professor Dr. Franz Fischer: „Chemische Kohlenverwertung“; Professor Dr. C. Forch, Berlin: „Der gegenwärtige Stand der Kintotechnik“; Professor Dr. Franzius, Hannover: „Die nordwestdeutschen Wasserstraßen“; Professor K. Kegel, Freiberg i. Sa.: „Aufbereitung und wirtschaftliche Verwendung der Kohlen, insbesondere der Braunkohlen“; Professor Dr. G. Keppeler, Hannover: „Moornutzung und Torfverwertung“; Direktor Dr. Kes, Berlin: „Die Technik des Automobils“; Professor Dr. Otto Mackensen, Jena: „Fortschritte der feinmechanischen und optischen Meßwerkzeuge“; Geh. Reg.-Rat Professor Dr. A. Miethe, Berlin-Charlottenburg: „Farbenphotographie“; Geheimrat Professor Dr. Rinne: „Röntgenstrahlen und Kristallographie“; Geheimrat Rudeloff, Berlin-Dahlem: „Verfahren zur Prüfung der Festigkeitseigenschaften der Metalle“; Professor Dr. A. Stock, Berlin-Dahlem: „Kurze Einführung in die heutigen Anschauungen vom Bau der Materie“; Dr. Graf von Arco, Direktor der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H., Berlin: „Die drahtlose Telegraphie und Telephonie“; Geheimer

Regierungsrat Professor A. Wallichs, Aachen: „Werkzeugmaschinenbau“.

Die genauen Programme dieser Woche, die auch Angaben über die Unterkunft und über Vergünstigungen der Düsseldorfer Vergnügungsstätten, sowie Besichtigungen, Ausstellungen usw. enthalten, sind vom 20. März ab vom Sekretariat der Hochschule für kommunale Verwaltung, Düsseldorf, Bilker Allee 129 (Flora), unentgeltlich zu beziehen. Es werden Dauer- und Tageskarten ausgegeben. Der Preis dafür steht noch nicht fest, wird jedoch so niedrig gehalten werden, daß jedem die Teilnahme möglich ist.

Da die Teilnehmerzahl voraussichtlich sehr groß sein wird und die Anzahl der Karten beschränkt bleiben muß, empfiehlt es sich, den Betrag für die Teilnehmerkarte, der aus dem endgültigen Programm zu ersehen ist, auf das Postscheckkonto der akademischen Kurse der Hochschule für kommunale Verwaltung Düsseldorf einzuzahlen, worauf dann die Karte rechtzeitig zugesandt wird.

Wasserbau- und Binnenschiffahrts-Ausstellung, Essen.

Die Ausstellung wird am 31. März eröffnet und dauert bis zum 30. April 1922. Sie wird eine bedeutende Kundgebung der gesamten deutschen Wasserwirtschaft und Binnenschiffahrt werden. Die meisten Kanal- und Schiffahrtsvereine werden ihre Projekte vorführen. Große und führende Firmen des Bau- und Maschinenwesens sowie der Eisenindustrie wollen ihre engen Beziehungen zum Wasserbau, Hafenbau, zur Wasserwirtschaft und zum Flußschiffbau zur Darstellung bringen, sei es durch Modelle, Pläne oder Gegenstände in natürlicher Größe.

Aus Fachvereinen.

American Iron and Steel Institute.

(Schluß von Seite 67.)

Walter Flanagan gab einen Ueberblick über den gegenwärtigen

Stand der Kraftanlagen amerikanischer Hüttenwerke.

Trotz der bedeutenden Ersparnisse, die sich bei dem großen Kraftverbrauch der Hüttenwerke erzielen ließen, sind dennoch bei vielen Werken die Kraftanlagen vernachlässigt und rückständig. Daher werden die Ersparnismöglichkeiten und die letzten eingeführten und vorgeschlagenen Verbesserungen in dem Vortrag besonders hervorgehoben.

Die Kesselanlagen werden durchschnittlich mit einer Verdampfungsleistung von 30 bis 35 kg Dampf je m² und st betrieben, in manchen Fällen schon bis über 55 kg/m² und st. Für Kessel mit Rostfeuerungen scheint mit Rücksicht auf die Verschlackung die letztgenannte Zahl die Grenze des Erreichbaren darzustellen. Mit staubgefeuerten Kesseln werden sich aber bedeutend höhere Verdampfungsleistungen erzielen lassen. Künstlicher Zug ist für die hohen Leistungen Voraussetzung. Bei einer Verdampfung von mehr als 40 kg/m² und st sind Anlagen für künstlichen Zug wirtschaftlicher als Schornsteine. Veraltete Kesselanlagen sollten stets, auch wenn sie noch eine Lebensdauer von fünf bis zehn Jahren haben, durch Hochleistungskessel ersetzt werden, da diese ihnen in bezug auf Raumbedarf, Anlage-, Brennstoff- und Bedienungskosten überlegen sind und leichter durch Meßeinrichtungen überwacht werden können. Da die verschiedenen neueren Kesselbauarten bei gleicher Kesselfläche und gleichem Zugverlust etwa die gleiche Leistung haben, kommt für die Auswahl derjenige Kessel in Betracht, der den trockensten Dampf in den Ueberhitzer liefert, sich leicht reinigen und instand setzen läßt und die wenigsten Ausbesserungen erfordert. Der Versuch, durch lange gewundene Feuergasführung die Kesselleistung zu erhöhen, scheint einen Fehlschlag zu bedeuten, da die Anordnung eines Vorwärmers bei den gleichen Verhältnissen größere Vorteile bringt. Da die meisten Kessel feuchten Dampf in die Ueberhitzer liefern, ist bei den Hochleistungskesseln die Verwendung reinen Speisewassers von

besonderer Bedeutung. Andernfalls leidet der Ueberhitzer, und der staubhaltige Dampf schädigt die Maschinen. Eine gute Wasserreinigung macht sich stets bald bezahlt durch Verminderung der Kesselreinigungsarbeiten und durch Schonung der Maschinen, ferner durch Erhöhung der Betriebssicherheit der hochbeanspruchten Kessel.

Der übliche Kesseldruck beträgt etwa 18 at; 24 at sind noch als normal anzusprechen. Es werden aber neuerdings Anlagen mit 35 at ausgeführt. Die dabei zu überwindenden Schwierigkeiten sind nicht in dem hohen Druck begründet, sondern in der für die Ausnutzung des großen Druckgefälles erforderlichen hohen Ueberhitzung. Die Zwischenüberhitzung des Dampfes wird der beste Ausweg sein. Ferner müssen bei den hohen Drücken die bestehenden normalen Bauausführungen verlassen werden. Wo noch alte Maschinen für niedriggespannten Satteldampf vorhanden sind, wie es vielfach der Fall ist, kann diesen Maschinen vorteilhaft eine Gegendruckturbine für hohen Druck und hohe Ueberhitzung vorgeschaltet werden.

Dem Kesselmauerwerk ist besondere Beachtung zu schenken, da seine zu geringe Widerstandsfähigkeit oftmals die Kesselleistung einschränkt. Nur die besten Steine sind hier gut genug. Am vorteilhaftesten wird das Mauerwerk nur aus einer Schicht von Steinen ausgeführt, deren Länge gleich der Wandstärke ist. Durch Verbindung mit außenliegendem Eisenwerk wird das Mauerwerk gut zusammengehalten, und Ausbesserungen werden erleichtert. Blechverkleidungen um den ganzen Kessel, genügend stark und dicht ausgeführt, machen sich in einigen Monaten bezahlt, da auf diese Weise die sehr erheblichen Verluste durch falsche Luft beseitigt werden. Bei kohlegefeuerten Kesseln mit hoher Feuertemperatur sind Blechverkleidungen allerdings vorsichtig zu erwägen, da etwas Luftkühlung für das Mauerwerk sehr erwünscht ist. Bei mit Hochofengas beheizten Kesseln ist eine Schicht Isoliermaterial zur Verringerung der Wärmeabstrahlung sehr angebracht.

Die neueren Bauarten der kohlegefeuerten Roste sind meist Unterschubfeuerungen von sehr langgestreckter Form mit luftgekühlten Zwischenplatten und mit Luftkanälen im seitlichen Mauerwerk. Für Kokslein werden Wanderoste mit künstlichem Zug und gut durchgebildetem Zündgewölbe verwendet, oftmals mit einer Hilfsflamme von Koksfofengas unter dem Zündgewölbe. Nach einer neueren Ausführung wird ein Teil der heißen Gase durch den vorderen Teil des Rostes nach unten durchgesaugt, um den frischen Brennstoff schneller zu erwärmen. Auf Unterschubrosten und handgefeuerten Rosten wird das Kokslein auch verfeuert, allein oder in Mischung mit Kohle. Allein erfordert es die dreifache Arbeit. Eine Mischung von 25 % Kokslein und 75 % Kohle erfordert jedoch keine Mehrarbeit. Als Normaltype für Aschenabfuhr bürgert es sich ein, die Kessel so hoch zu verlegen, daß die Asche nach unten unmittelbar in Eisenbahnwagen abgezogen werden kann.

Bei Kohlenstaubeuerungen hat man mit Rücksicht auf die Erhitzung des Mauerwerks und die Verschlackung meist mit großem Luftüberschuß und ohne Luftvorwärmung gearbeitet und den Feuerraum sehr groß ausgeführt. Es wird vorgeschlagen, mit Luftvorwärmung und wenig Luftüberschuß zu fahren, die Brenner aber nach unten brennen zu lassen und die Schlacke flüssig abzuziehen. Durch die Umkehr der Flamme um etwa 180° wird eine schnelle und gute Verbrennung erzielt. Das Mauerwerk kann durch die vorzuwärmende Luft gekühlt werden. Für größere Werke dürfte die zentrale Herstellung des Staubes und der Transport des Staubes mittels Luft durch Rohrleitungen am zweckmäßigsten sein. Bei den neuesten Ausführungen solcher Anlagen wird der Staub vor den Zuteilern der Brenner durch Schüttelvorrichtungen aufgelockert, um stets mit der gleichen Dichte in den Brenner zu gelangen. Die Anordnung eines kleinen Mahlwerkes an jeder Feuerstelle, die neuerdings von manchen Werken wieder versucht wird, erscheint trotz mancher Vorteile wenig aussichtsreich.

Bei gasgefeuerten Kesseln sind zumeist noch veraltete Brenner anzutreffen, die eine ständige Regelung von Hand erfordern. Trotzdem haben sie einen sehr

schlechten Wirkungsgrad, da die Durchmischung von Luft und Gas zu schlecht ist, als daß selbst bei großem Verbrennungsraum die Verbrennung schon vor der Berührung der Gase mit den Wasserrohren beendet sein könnte. Daher große Verluste durch Abhitze (Nachverbrennung) und durch Unverbranntes. Die neuen Gasbrenner haben sich nach zwei Richtungen entwickelt. Bei der ersten Art wird die Luft auch bei wechselnden Gasdrücken und wechselnder Belastung durch die Strömungsenergie des Gases im richtigen Verhältnis angesaugt, und Gas und Luft werden gut durchmischt. Bei der zweiten Art wird die Luft durch ein Gebläse unter Druck gesetzt und entsprechend der Gasmenge durch einen Regler zwangläufig geregelt. Die erste Art kommt besonders für kleinere Kessel in Betracht, da sie billig ist und fast keinerlei Wartung bedarf. Die zweite Art ist für große Kesseleinheiten geeignet. Bei der Reinigung des Gases sollte die fühlbare Wärme, die 6 bis 14 % der Gesamtwärme ausmacht, möglichst erhalten bleiben. Um so mehr Kohlefeuerungen können durch die billigeren Gasfeuerungen ersetzt werden. Daher ist die Trockenstaubeubung vorzuziehen. Verschiedene neue Verfahren, auch die elektrische Gasreinigung, werden versuchsweise erprobt.

Hinter allen Kesseln sollten Speisewasservorwärmer angeordnet werden, denn sie machen sich stets bezahlt. Die schmiedeeisernen Vorwärmer weisen gegenüber den gußeisernen viele Vorzüge auf: geringerer Raumbedarf (Zusammenbau mit dem Kessel möglich), größere Betriebssicherheit, geringere Verschmutzung, leichtere Reinigung, längere Lebensdauer, besserer Wärmedurchgang. Vor allem bei Gas- und Staubeuerungen können auch mit Vorteil Luftvorwärmer angewandt werden, die die Luft auf 250 bis 400° vorwärmen. Sie sind billiger und im Betrieb angenehmer (da geringere Verschmutzung) als Speisewasservorwärmer. Bei Rostfeuerungen ist allerdings wegen zu starker Erhitzung und Verschlackung des Rostes höchstens eine geringe Vorwärmung bis etwa 150° möglich.

Ebenso selbstverständlich wie für die Kraftmaschine ein selbsttätiger Regler ist, sollte auch für die Kesselanlagen eine selbsttätige Regelvorrichtung sein, die die Brennstoff- und Luftzufuhr, den Zug usw. der Kesselbelastung anpaßt. Trotzdem schon jahrelang Versuche in dieser Richtung gemacht wurden, erreichen erst einige neuere Ausführungen die nötige Genauigkeit der Regelung. Sie arbeiten durchweg auf elektrischem Wege mit Hilfe einer Anzahl kleiner Motoren. Sonstige Ueberwachungsvorrichtungen für die Temperaturen, den Kohlensäuregehalt der Rauchgase, die Wasser- und Dampfmenge usw. machen sich schnell bezahlt.

Abhitzeessel sollten in weitestem Maße zur Aufstellung gelangen. Da die Bekohlungs-, Feuerungs- und Entaschungseinrichtungen fortfallen, sind sie trotz erheblicher geringerer Verdampfungsleistung wirtschaftlicher als die meisten unmittelbar gefeuerten Kessel. Ihre Anlage sollte deshalb sorgfältig ausgeführt und dabei nicht, wie es oft der Fall ist, unnötig gespart werden. Dann können laufend große Ersparnisse erzielt werden. Die Kosten des künstlichen Zugs machen sich meist schon durch die Mehrleistung des Ofens, hinter dem sich der Abhitzeessel befindet, bezahlt.

Als Neuerung im Maschinenpark der Hüttenwerke wird angeführt, daß trotz des schlechteren Wirkungsgrades auf vielen Werken Turbogebälse für die Hochöfen eingeführt worden sind wegen des geringeren Bedarfs an Raum und Wartung und wegen der genauen Regelfähigkeit. Für die Walzenstraßen sind zahlreiche elektrische Antriebe ausgeführt worden, doch kommen als zukünftige Wettbewerber des elektrischen Antriebs auch Dreifachexpansions- oder Mehrzylinder-Gleichstrommaschinen für hohen Druck und hohe Ueberhitzung erstlich in Frage. Die letzte aufgestellte Umkehrmaschine war für Dampf von 17 at und 280° gebaut. Die neuen Gasmaschinen zeigen bei größerer Betriebssicherheit einen noch etwas geringeren Wärmeverbrauch als die früheren; aber neuzeitliche Turbinen, die mit hohem Druck und hoher Ueberhitzung arbeiten, kommen

ihnen darin nahe. Durch Ausnutzung der Abhitze zur Dampferzeugung und des Kühlwassers als Kesselspeisewasser — was auf einigen Werken bereits geschieht — läßt sich jedoch der thermische Wirkungsgrad der Gasmaschinenanlage noch bedeutend erhöhen. Verschiedentlich sind die vielen verstreuten Drucklufizerzeuger mit gutem Erfolg durch zentrale Anlagen ersetzt worden, die bedeutend wirtschaftlicher arbeiten. Auch fallen die Dampfleitungsverluste auf dem Wege zu den einzelnen Drucklufizerzeugern fort. Die verdichtete Luft wird durch Nachkühler getrocknet, um ein Vereisen der freiliegenden Leitungen zu verhüten. Dipl.-Ing. A. Huster.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

9. März 1922.

Kl. 10a, Gr. 22, T 24 959. Verfahren zur Erzeugung von dichtem Koks aus fein verteilten Rohstoffen, insbesondere aus Staubkohle. Trent Process Corporation Washington.

Kl. 10a, Gr. 26, Y 450. Drehrohrföfen zur gleichzeitigen Gewinnung von Urteer, Halbkoks und eines hochwertigen Gases; Zus. z. Anm. Y 421. Dr.-Ing. Niels Young, Frankfurt a. M., Staufenstr. 28.

Kl. 18a, Gr. 3, D 37 882. Verfahren zur Regelung des Gichtgasbetriebes in Hochofenwerken. Ernst Diepschlag, Breslau 16, Borsigstr. 25.

Kl. 18a, Gr. 3, D 39 050. Anordnung der Hochbehälter bei Verwendung mehrerer in die Schmelzzone einzuführender Beschickungsstoffe bei Schachtöfen, insbesondere Hochofen. Deutsche Maschinenfabrik A. G., Duisburg.

Kl. 18a, Gr. 16, D 36 480. Verfahren zum Beheizen von Erhitzern mittels heißer Gase. Deutsche Maschinenfabrik A. G., Duisburg.

Kl. 31b, Gr. 10, G 54 325. Rüttelformmaschine mit zwei achsial übereinander angeordneten Kolben. Alfred Gutmann, Act.-Ges. für Maschinenbau, Ottensop b. Hamburg.

Kl. 31c, Gr. 14, K 77 982. Blockform mit innerhalb ihrer Wandung angeordnetem Hohlraum. Paul Kroll, Luxemburg.

Kl. 35a, Gr. 1, M 71 555. Aufzug für Hochofenkübel. Maschinenbau-Akt.-Ges. Tigler, Duisburg-Meiderich, u. Dipl.-Ing. Adolf Küppers, Köln-Klettenberg.

Kl. 40a, Gr. 10, D 39 059. Verfahren und Vorrichtung zur Beschickung von Schachtöfen mit feinkörnigem Beschickungsmaterial durch Einführen in die Schmelzzone. Deutsche Maschinenfabrik A. G., Duisburg.

13. März 1922.

Kl. 24f, Gr. 15, U 7369. Wanderrost. The Underfeed Stoker Company, Limited, London.

Kl. 31c, Gr. 16, F 49 721. Mehrteilige Eisenform zum Guß von Roststäben. Heinrich Frenking, Lüdinghausen.

Kl. 31c, Gr. 26, D 39 115. Verfahren zur Beförderung von auf Gießmaschinen erzeugten, durch Kippen der Form aus dieser entfernten Gußkörpern, insbesondere Platten, an eine Ablegestelle, Kühltrög o. dgl. Deutsche Maschinenfabrik, A. G., Duisburg.

Kl. 31c, Gr. 26, G 55 707. Vorrichtung zum Gießen kleiner Metallgegenstände unter Druck mit Hilfe ausschmelzbarer Modelle. Rudolf Gruhl, Dresden, Neue Gasse 6.

Kl. 40a, Gr. 12, T 24 048. Verfahren und Vorrichtung zur Behandlung von Erzen, Mineralien u. dgl. Walter Edwin Trent, Washington.

Kl. 40a, Gr. 13, II 81 473. Verfahren und Vorrichtung zum Laugen von Erzen. Dipl.-Ing. Hans Hueppe, Hettstedt, Südharz.

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

Deutsche Gebrauchsmustereintragungen.

13. März 1922.

Kl. 24h, Nr. 808 711. Beschickungsvorrichtung für Generatoren, Hochofen u. dgl. A. Bartelmus, Brünn, Oesterreich.

Deutsche Reichspatente.

Kl. 21 h, Nr. 335 246, vom 27. Juli 1919. Rheinische Elektrodnenfabrik G. m. b. H. in Köln und Leonhard Effertz in Knapsack. Verfahren zur Herstellung von Kohlenelektroden.

Bei der Formung der Kohlenelektroden werden verschiedene Kohlenmischungen angewendet, deren eine die übliche Zusammensetzung hat, während die andere eine erhebliche Menge von Retortenkohle oder anderen gut leitenden Kohlen enthält. Der elektrische Strom wird dann dieser letzteren Kohlenart zugeführt.

Kl. 40 a, Nr. 336 840, vom 2. Dezember 1919. Fried. Krupp Akt.-Ges., Grusonwerk in Magdeburg-Buckau. Verfahren zum Brennen und zur Durchführung wärmeabgebender Reaktionen im Drehföfen.

Zur Durchführung des Verfahrens dient ein Drehrohrföfen, der in an sich bekannter Weise in seiner Wandung Kanäle zur Vorwärmung der Luft besitzt. Erfindungsgemäß wird die Verbrennungsluft beim Ofeneinlauf für das Gas in die Ofenwandung eingeführt, im Gleichstrom mit dem Brenngut durch die Luftvorwärmungskanäle geleitet und in der Nähe des Ofenauslaufes in den Ofenraum eingeführt.

Kl. 21 h, Nr. 336 877, vom 30. April 1919. Axel Bergström in Gnadenberg, Kr. Bunzlau. Verfahren zur Herstellung von Kohlenelektroden.

Die Gemengteile verschiedener Art und Herkunft, aus welchen die Elektroden bestehen, werden fein gemahlen und mit Material gleicher Aufbereitung, welches vorher brikkettiert und entgast und in verschiedenen Körnungen gemahlen wurde, vermengt. Die gut gemischte Masse wird dann in üblicher Weise mit Teer o. dgl. verbunden und zu Elektroden verpreßt.

Kl. 18 b, Nr. 336 982, vom 30. Dezember 1919. Fritz Zimmermann in Hamborn a. Rhein. Schmelzöfen oder Martinöfen.

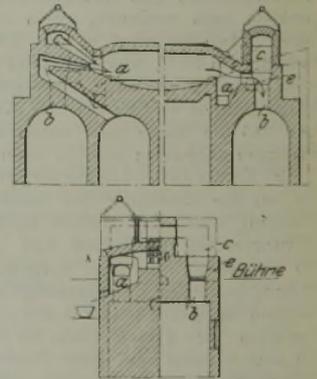
Der Ofen gehört zu jener Art, bei welcher der Ofenkopf in Brenner und Abzug getrennt ist und zwischen

Herd und besonderem Abzugskanal für die Abhitze Schlackenkammern eingebaut sind. Die Abgase werden vor Eintritt in diese Abzugskanäle b in den am Herd liegenden Schlackenkammern a gereinigt, indem ihre Geschwindigkeit durch weite Querschnitte so weit verlangsamt wird, daß mitgerissene Staub- und Schlackenteilchen sich in den Schlackenkammern absetzen.

Die Verbrennungsluft steigt aus den Wärmespeichern in die Kamme c hoch, die zum Abheben eingerichtet sind. Außerdem können die Ecksteine am Kanal b durch einen Schacht e von der Seite des Ofens erneuert werden.

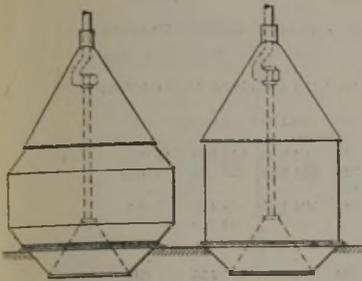
Kl. 40 a, Nr. 337 296, vom 19. Oktober 1920. Richard Walter in Düsseldorf. Verfahren zum Brikkettieren von Spänen und Abfällen von Metallen und Legierungen.

Die zu brikkettierenden Späne und sonstigen Metallabfälle werden mit Stoffen versetzt, welche in der Wärme die auf den Spänen usw. haftenden Oxydo und Verunreinigungen zu lösen oder zu verschlacken vermögen. Diese Stoffe können gleichzeitig auch so gewählt werden, daß sie die Metallabfälle auch gleichzeitig miteinander



verschweißen. Für Warmbrikettierungsverfahren werden die mit dem Zusatzstoff versehenen Metallabfälle kalt vorgepreßt und hierauf der eigentlichen Warmbrikettierung unterworfen.

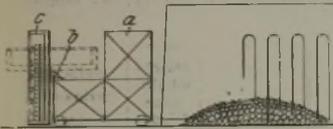
Kl. 18 a, Nr. 337 139, vom 25. August 1917. J. Pohlig Akt.-Ges. in Köln-Zollstock. *Begichlungseinrichtung für Hochöfen mit Trichterkübeln.*



Die von ein und derselben Kübelkatze geförderten Kübel besitzen bei verschiedenen großen Fassungsvermögen (Koks und Erzkübel) gleiche Höhe von der Aufsatzfläche bis zum oberen Rande, und außerdem gleichen Durchmesser ihrer Einfüllöffnung. Dadurch ist es möglich, mit derselben

Kübelhaube, ohne daß ihre Hubbewegung verändert werden braucht, und ohne daß sie mehrere Dichtungsflächen aufweist, sowohl die kleineren als auch die größeren Kübel sicher abzuschließen.

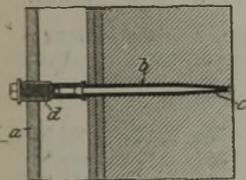
Kl. 10 a, Nr. 337 152, vom 27. Februar 1917. Wilhelm Schöndeling in Essen, Ruhr. *Vorrichtung zum Löschen und Verladen von Koks.*



Die Löschpfanne c für den Kokskuchen ist auf zwei an den Enden eines Fahrgestelles a angeordneten Böcken b kippbar gelagert. Dadurch kann

sie, nachdem sie in ihre wagerechte Lage gekippt worden ist, über auf dem Koksplatz liegende Kokshaufen unbehindert hinweggefahren werden.

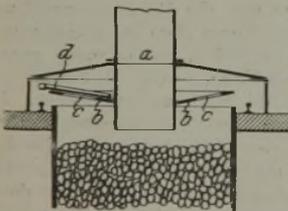
Kl. 40 a, Nr. 336 995, vom 23. Dezember 1919. Herbert Bondy in Nestersitz-Pommern. *Düsenanordnung für Schmelzöfen.*



Die Düsen b sind in einem gemeinsamen Windkasten a eingesetzt, der an der Armatur des Schmelzofens befestigt ist. Erfindungsgemäß durchsetzen die Düsenrohre die Armatur c des Ofens mit einer konischen Verlängerung. Sie werden durch Schraubenbolzen d,

welche durch die Windkastenwand gehen und mit Quer- und Längsbohrungen versehen sind, abdichtend gegen die Ofenarmatur gedrückt.

Kl. 18 a, Nr. 330 930, vom 3. September 1818. Carl Giesecke in Bad Harzburg. *Beschickungsvorrichtung für Schachtöfen u. dgl.*



Der um das Gasabzugsrohr a herum freibleibende ringförmige Ofenquerschnitt ist durch einen umlaufenden, mit Durchbrechungen c versehenen, ringförmigen Verteilungsteller b abgedeckt. Ein Abstreicher d verteilt das auf beliebige Weise herangeführte Beschickungsgut gleichmäßig in den Ofen.

Beschickungsgut gleichmäßig in den Ofen.

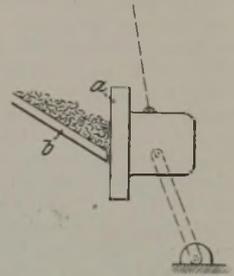
Kl. 31 c, Nr. 337 071, vom 20. Dezember 1919. Dipl.-Ing. Richard Weithöner in Wandsbek-Hamburg. *Verfahren zur Herstellung rostfreier Kernstützen, Kernnägel u. dgl.*

Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß die Kernstützen mit einem sich in der Hitze verflüchtigen Lack überzogen werden. Ebenso kann man eine Lösung

von Ammonium- oder Kalziumnaphthenat und Vaseline verwenden. Die Lösungerhältnisse Zusatz von Aluminiumbronze mit Verbindungen, die ohne Gasentwicklung zu Eisen reduziert werden, z. B. Eisenoxalat.

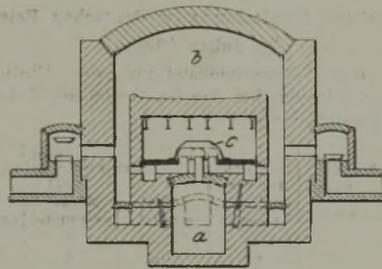
Kl. 1 b, Nr. 335 702, vom 26. Februar 1920. Ludwig Stolz in Braunschweig. *Magnetischer Scheider.*

Der Magnet a ist derart nachgiebig angeordnet, daß das auf die Rutsche b aufgegebene Scheidegut ihn zurückzudrängen und sich dadurch den Ausfall freizumachen oder zu erweitern vermag. Hierdurch wird erreicht, daß die Weite des Spaltes sich der Stärke des Gutstromes anpaßt.



Kl. 24 c, Nr. 333 893, vom 23. Juni 1920. Dr.-Ing. Paul H. Müller in Hannover. *Ofen mit Wechselzylinder und Rekuperator.*

Die Kanäle sind derart angeordnet, daß der Rekuperator a abwechselnd von den Abgasen beider Feuerungsseiten des Ofens gemeinsam benutzt und von ihnen immer

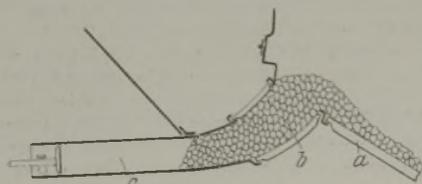


in der gleichen Richtung durchströmt wird, während die vorzuwärmende Luft am besten im Gegenstrom zu den Abgasen durch den Rekuperator dem Ofenraum b zugeführt wird. Das Wechselventil c ist auf dem Wege der vorgewärmten Luft bzw. des Gases vom Rekuperator zum Ofenraum vorgesehen, um die erhitzte Luft bzw. das Gas nach der jeweilig beflamten Ofenseite leiten zu können, trotzdem im Rekuperator immer die gleichen Kanäle benutzt werden.

Kl. 18 b, Nr. 337 571, vom 5. Juni 1919. Zusatz zu Nr. 336 561; vgl. St. u. E. 1922, 16. März, S. 434. Firma Julius Römheld in Mainz. *Verfahren zur Herstellung von dichten, hochsäurebeständigem Eisen-Siliziumguß.*

Im Kuppelofen wird hochprozentiges Ferrosilizium mit Roheisen u. dgl. vorlegiert und zu Masseln vergossen. Diese werden dann in einem Oelflammofen o. dgl. ohne unmittelbare Berührung mit dem Brennstoff mit niedrigprozentigem Ferrosilizium neu gattiert und hier zu einer Legierung mit dem gewünschten Gehalt an Silizium verschmolzen.

Kl. 24 c, Nr. 337 586, vom 21. Oktober 1919. Gustav Schneider und Carl Boehme in Berlin-Wilmersdorf. *Halbgasfeuerung.*



Vor dem Roste a ist in gleicher Breite mit ihm ein Vergasungsraum b mit oberen und unteren Luftöffnungen angeordnet. Diesem Raume wird der Brennstoff von vorn her durch einen Beschickungskasten c von ebenfalls gleicher Breite zugeführt.

Statistisches.

Die Kohlentförderung des Ruhrgebiets im Februar 1922.

Nach den Ermittlungen des Bergbauvereins in Essen belief sich die Kohlentförderung des Oberbergamtsbezirks Dortmund (einschließlich der linksrheinischen Zechen) im Monat Februar 1922 auf insgesamt 7 737 974 t gegen 8 132 763 t im Januar. Die arbeitstägliche Förderung ist bei 24 Arbeitstagen im Berichtsmonat (gegen 25 1/4 im Vormonat) von 322 690 auf 322 416 t gesunken. Gegenüber dem Vormonat nahm die gesamte Förderung demnach um 394 789 t und die arbeitstägliche Förderung um 274 t ab. Die arbeitstägliche Leistung je Arbeiter (von der Gesamtbelegschaft berechnet) bezifferte sich im Berichtsmonat auf 0,575 (im Januar 0,574) t. Die Zahl der Bergarbeiter nahm von Ende Januar bis Ende Februar weiter um 72 zu; am Ende des Berichtsmonats wurden 561 158 Bergarbeiter (gegen 561 086 im Vormonat) beschäftigt. — An Koks wurden im Berichtsmonat 1 794 244 (2 021 233) t oder arbeitstäglich 64 080 (65 201) t, an Preßkohlen 305 098 (369 660) t oder arbeitstäglich 12 712 (14 640) t hergestellt.

Dampfkesselexplosionen im Deutschen Reich im Jahre 1920.

Nach einer Zusammenstellung des Statistischen Reichsamtes¹⁾ betrug bei den im Deutschen Reich vorhandenen Dampfkesseln:

im Jahre	die Zahl der Explosionen	die Zahl der verunglückten Personen	darunter wurden		
			somit getötet	schwer verwundet	leicht verwundet
1920	8	66	28	8	30
1919	7	12	3	5	4
1918	10	24	12	3	9

Als Ursache der Explosionen des Berichtsjahres werden in drei Fällen Wassermangel und in je einem Falle unzulässige Beanspruchung, örtliche Ueberhitzung, ungenügende Wandstärke, örtliche Blechschwächung und einmal unbestimmte Gründe angegeben.

Oesterreichs Kohlentförderung im Jahre 1921.

Die Gesamtförderung Oesterreichs an Kohle ist von 2 532 754 t im Vorjahre auf 2 607 689 t im Jahre 1921 gestiegen. Davon entfallen 137 665 (134 470) t auf Steinkohle und 2 469 425 (2 398 284) t auf Braunkohle. An der Mehrförderung sind in der Hauptsache das Welsergebiet, die Graz-Köflacher und die Gruben Kärntens beteiligt.

Der französische Kohlenbergbau im Jahre 1921.

Die Förderung von Steinkohlen, Anthrazit und Braunkohlen betrug ohne das Saarbecken, aber einschließlich Lothringen, 28 976 495 t, davon 735 608 t Braunkohle. Die Einfuhr stellte sich auf 17 661 083 t und die Ausfuhr, Bunkerkohle eingerechnet, auf 1 707 661 t, der Hüttenselbstverbrauch, einschließlich Deputatkohle, auf 4 129 170 t, so daß für den heimischen Verbrauch 40 800 747 t zur Verfügung standen, wobei der Unterschied der zu Beginn und Ende des Jahres 1921 auf Lager befindlichen Kohlen nicht berücksichtigt ist. An Koks wurden 744 756 t hergestellt; 3 230 703 t wurden eingeführt, 484 484 t hergestellt, so daß insgesamt 3 490 975 t verfügbar waren. Für die Kokerzeugung wurden 961 211 t Kohlen benötigt. Auf Lager befanden sich Ende des Jahres 33 419 t. Die

¹⁾ Vierteljahrshefte zur Statistik des Deutschen Reiches 1921, Heft 3. — Vgl. St. u. E. 1921, 18. Aug., S. 1162.

Brikettherstellung betrug 2 484 418 t, die Einfuhr 1 152 805 t, die Ausfuhr 121 120 t; verfügbar waren somit 3 516 103 t. Die zur Brikettherstellung verwandte Kohlenmenge belief sich auf 2 273 611 t; auf den Lägern ruhten 37 406 t. Ueber die Ein- und Ausfuhr von Kohlen, Koks und Briketts unterrichtet nachstehende Zahlentafel:

	Einfuhr			Ausfuhr		
	Kohle t	Koks t	Briketts t	Kohle t	Koks t	Briketts t
Insgesamt	17 661 083	3 230 703	1 152 805	1 707 661	484 484	121 120
davon nach:						
Saarbecken	3 440 357	52 264	26 123	-	-	-
Groß-						
Britannien	5 562 839	92 293	204 812	510 960	41 230	3 314
Belgien	1 815 462	72 999	414 990	239 768	2 933	-
Ver. Staaten	919 077	6 402	-	-	-	-
Deutschland	5 562 153	3 072 743	504 127	58 478	7 209	-
Holland	2 7 505	-	-	64 775	-	-
Brit.-Süd-Afrika	23 687	-	-	-	-	-
Luxemburg	-	3 774	-	141 535	640	-
Schweiz	-	-	-	112 594	34 141	18 838
Italien	-	-	-	49 019	188 296	-
Türkei	-	-	-	48 290	-	-
Irland	-	-	-	5 200	3 486	-
Dänemark	-	-	-	-	104 625	-

Die Kohlentförderung der Tschecho-Slowakei in den Jahren 1920 und 1921.

Nach amtlichen Angaben stellte sich die Kohlentförderung der Tschecho-Slowakei in den beiden letzten Jahren wie folgt:

	Zahl der Arbeiter	Förderung t	Durchschnittliche Förderung je Arbeiter t	Selbstverbrauch der Zechen t
Kohlen:				
1. Vierteljahr	77 361	3 063 506	0,573	422 564
2. "	75 796	2 925 336	0,581	376 453
3. "	76 132	2 927 142	0,580	382 798
4. "	74 284	2 732 415	0,590	422 613
Zusammen 1921	75 893	11 648 399	0,583	1 604 428
" 1920	74 780	11 130 846	0,557	1 647 419
Braunkohlen:				
1. Vierteljahr	53 996	5 432 736	1,412	505 995
2. "	51 536	5 042 351	1,430	454 816
3. "	50 919	5 215 231	1,458	422 275
4. "	49 591	5 360 394	1,559	513 079
Zusammen 1921	51 511	21 050 712	1,470	1 896 165
" 1920	51 718	19 695 504	1,355	1 967 378

Die Eisenerzverschiffungen vom Oberen See im Jahre 1921.

Nach den statistischen Feststellungen der „Iron Trade Review“³⁾ beliefen sich die Eisenerzverschiffungen aus dem Gebiete des Oberen Sees im abgelaufenen Jahre auf insgesamt 23 163 862 t, hatten somit gegenüber den Vorjahrsverschiffungen von 61 378 157⁴⁾ t einen Rückgang von 38 214 295 t zu verzeichnen. Im Vergleich mit den bisher überhaupt höchsten Erzverladungen im Jahre 1916 von 67 725 001 t blieb die Abfuhr im Berichtsjahre um 44 561 139 t zurück. Die Endzahlen der beiden Jahre 1916 und 1921 zeigen deutlich den Einfluß des Krieges und die Wirkung der Krise in der Nachkriegszeit auf die Abrufe aus den Erzfördergebieten. Die Verladungen im Jahre 1921 waren

¹⁾ Einschl. 389 600 t Bunkerkohle; davon 252 833 t für französische, 136 767 t für ausländische Schiffe.

²⁾ Einschl. 38 656 t Briketts; davon 30 634 t für französische, 8022 t für ausländische Schiffe.

³⁾ 1922, 2. Febr., S. 346/9.

⁴⁾ Berichtigte Zahl.

die niedrigsten seit 17 Jahren und bleiben hinter dem Durchschnitt dieser Jahre von 41 524 776 t um rd. 44% zurück. In Tätigkeit waren im Berichtsjahre 149 Grubenbetriebe gegen 237 im Vorjahre, 240 im Jahre 1919, 284 in 1918 und 233 im Rekordjahre 1916. Im einzelnen stellten sich die Verladungen wie folgt:

	1921 t	1920 t
Versand auf dem Wasserwege	22 657 538	59 463 662
Versand auf dem Landwege	506 324	1 914 495
Insgesamt	23 163 862	61 378 157

Auf die einzelnen Förderbezirke verteilen sich die Erzverladungen folgendermaßen:

Bezirke	1921 t	1920 t
Mesabi	16 612 307	37 743 666
Menominee	1 609 754	6 667 100
Gogebie	2 373 877	8 903 545
Marquette	1 134 770	4 682 056
Vermillion	883 222	1 023 554
Cuyuna	496 379	2 226 592
Mayville und Baraboo	53 553	131 644
Zusammen	23 163 862	61 378 157

Die Verschiffungen von den einzelnen Häfen betragen:

Häfen	1921 t	1920 t
Escanaba	1 835 563	7 478 847
Marquette	799 537	3 469 750
Ashland	2 300 940	8 311 746
Two Harbours	3 338 919	9 426 919
Superior	5 071 139	15 049 396
Duluth	9 311 440	15 727 004
Versand auf dem Wasserwege	22 657 538	59 463 662
Dazu Versand auf dem Landwege	506 324	1 914 495
Insgesamt	23 163 862	61 378 157

Die der United States Steel Corporation gehörende Oliver Iron Mining Co. brachte im Berichtsjahre 14 281 667 t Erze zum Versand gegen 25 335 050 t im Vorjahre und lieferte damit 61,65 (41,28) % aller aus dem Gebiet des Oberen Sees kommenden Erze. Der Durchschnitt der letzten 12 Jahre betrug 46,5%.

Wirtschaftliche Rundschau.

Siegerländer Eisensteinverein, G. m. b. H., Siegen.

— Die neuerliche Erhöhung der Frachten, Brennstoffpreise und Löhne, ohne Berücksichtigung der Preiserhöhung für alle sonstigen Werkstoffe verursachte bei den Siegerländer Gruben für März eine erhebliche Steigerung der Selbstkosten. Die Verkaufspreise des Eisensteinvereins für Märzlieferungen wurden deshalb für Rohspat um 170 \mathcal{M} auf 751 \mathcal{M} , und für Rostspat um 220 \mathcal{M} auf 1095 \mathcal{M} heraufgesetzt.

Verlängerung der Demobilisations-Verordnungen.

— Dem vorläufigen Reichswirtschaftsrat und dem Reichsrat ist der Entwurf eines Gesetzes betreffend die Verlängerung der Geltungsdauer von Demobilisationsverordnungen zugegangen. Die Regierung hat um beschleunigte Behandlung des Entwurfes gebeten, da das Gesetz infolge des zwangsläufigen Außerkrafttretens der Demobilisationsverordnungen vom 31. März 1922 zu diesem Zeitpunkt verkündet sein muß.

Bei Festsetzung der Geltungsdauer der Demobilisationsverordnungen bis zum 31. März 1922 bestand, wie wir der Begründung des Gesetzesentwurfes entnehmen¹⁾, die Erwartung, daß es bis zum 31. März

1922 gelingen werde, diejenigen zunächst durch außerordentliche Demobilisationsverordnungen eingeführten Rechtsnormen, deren dauernde Beibehaltung wünschenswert erschien, im Wege der ordentlichen Gesetzgebung in den Rahmen des gemeinen Rechtes zu überführen. Diese Erwartung ist nicht erfüllt worden. Gesetzentwürfe über die genannten Dinge sind zwar bei den zuständigen Stellen in Bearbeitung und liegen zum Teil bereits den gesetzgebenden Körperschaften vor; es ist aber anzunehmen, daß entsprechende gesetzliche Bestimmungen bis zum 31. März 1922 nicht in Kraft treten können.

Um nun zu vermeiden, daß vom 1. April 1922 an bis zum Inkrafttreten etwaiger neuer Bestimmungen eine Lücke entsteht, die sehr unerwünscht und für unser ganzes Wirtschaftsleben von schwerwiegendster Bedeutung wäre, ist es nötig, einen Teil der geltenden Demobilisationsbestimmungen noch über den 31. März 1922 hinaus zu verlängern. Eine Verlängerung bis zum 31. August 1922 wird vorläufig als genügend erachtet. Zu einer solchen Verlängerung bedarf es jetzt der Form des Gesetzes, für eine Verordnung der Reichsregierung fehlt die Rechtsgrundlage.

Die Verordnungen, deren Gültigkeitsdauer durch den Entwurf verlängert werden soll, sollen zum großen Teil abgelöst werden durch Gesetze, die denselben Gegenstand betreffen. So liegen gegenwärtig Gesetzentwürfe dem Reichstag zur Beratung vor oder sind in Vorbereitung begriffen, die sich auf die Gegenstände folgender Demobilisationsverordnungen beziehen: Die Verordnung des Reichsarbeitsministers über Erwerbslosenfürsorge vom 1. November 1921; die Anordnung des Reichsamtes für wirtschaftliche Demobilisation über Arbeitsnachweise vom 9. Dezember 1918; die Anordnung des Reichsamtes für wirtschaftliche Demobilisation über die Regelung der Arbeitszeit gewerblicher Arbeiter vom 23. November 1918 nebst der ergänzenden Anordnung vom 17. Dezember 1918; die Verordnung des Reichsministeriums für wirtschaftliche Demobilisation über die Regelung der Arbeitszeit der Angestellten während der Zeit der wirtschaftlichen Demobilisation vom 18. März 1919; die Verordnung des Reichswirtschaftsministers und des Reichsarbeitsministers, betreffend Maßnahmen gegenüber Betriebsabbrüchen und -stilllegungen vom 8. November 1920.

Weiter soll nach dem Gesetzentwurf auch die Gültigkeitsdauer der Verordnung des Reichsarbeitsministers über die Einstellung und Entlassung von Arbeitern und Angestellten während der Zeit der wirtschaftlichen Demobilisation vom 12. Februar 1920 und der Verordnung des Reichsarbeitsministers, betreffend Aenderung der Verordnung vom 28. Januar 1922 bis zum 31. August 1922 verlängert werden, und zwar wegen der Bestimmungen der §§ 12 und 15 dieser Verordnung, welche die Reichsregierung zunächst für unentbehrlich hält, und die in einem neuen Gesetze, betreffend Maßnahmen gegenüber Betriebsabbrüchen und -stilllegungen, sowie in der neuen Schlichtungsordnung ihre anderweitige Regelung finden sollen. In dem vorliegenden Gesetzentwurf ist, was nahegelegen hätte, von einer Klarstellung der Streitfrage, ob durch den § 28 den Demobilisationskommissaren die Befugnis zur Verbindlichkeitserklärung von Schiedssprüchen auch in Gesamtstreitigkeiten gegeben ist, abgesehen worden, da das neue Gesetz zu seinem sonstigen Inhalt nur bestehende Demobilisationsvorschriften in ihrer bisherigen Fassung aufrecht erhält, da ferner durch Urteil des Reichsgerichts ein wesentlicher Einwand gegen die oben bezeichnete Befugnis für unbegründet erklärt ist, und da schließlich die bereits dem Reichstag vorliegende Schlichtungsordnung auch diese Frage demnächst endgültig regeln wird.

Neuer spanischer Zolltarif. — Der neue spanische Zolltarif ist mit dem 16. Februar 1922 in Kraft getreten. Die neuen Zollsätze, namentlich diejenigen für Maschinen, sind teilweise erheblich höher, als sie in dem Entwurf zum endgültigen spanischen Zolltarif¹⁾ vorgesehen waren. Es ist jedoch zu berücksichtigen,

¹⁾ Ind.- u. Handels-Ztr. 1922 14. März.

¹⁾ Vgl. St. u. E. 1921, 16. Juni, S. 839/41.

daß durch Beschluß des spanischen Ministerrats für diejenigen Länder, auf die der Tarif II Anwendung findet, die bisherigen Valutazuschläge mit Wirkung vom 21. Februar an fortzufallen sind. Zu diesen Ländern gehört Deutschland, ferner u. a. Belgien, Frankreich, Oesterreich und Ungarn. Von den Zollerhöhungen bleiben ausgenommen: 1. Waren, die sich zur Zeit des Inkrafttretens des Zolltarifs in Zollbehandlung befanden; 2. Waren, die nachweislich vor dem 16. Februar vom Herkunftsort abgegangen sind; 3. Waren, die sich in Zollaufbewahrung oder Transitlagern befanden und

vor dem 21. Februar zur Verzollung angemeldet wurden. Die in dem neuen Tarif ausgesprochenen Zollermäßigungen kommen sofort allen Waren zugute, auch denen, die sich in Zollbehandlung oder Transitlagern befinden.

Die bisherigen Valutazuschläge sind mit Wirkung vom 21. Februar 1922 an aufgehoben worden.

Wir geben nachstehend einen Auszug aus dem neuen spanischen Zolltarif. Die Zollsätze sind, sofern nichts anderes vermerkt ist, für 100 kg angegeben. Für Deutschland gilt Tarif II.

Nr. der Pos.	Gegenstände	Vorläufige Zollsätze Peset.	Neue Zollsätze		Nr. der Pos.	Gegenstände	Vorläufige Zollsätze Peset.	Neue Zollsätze	
			Tarif I Peset.	Tarif II Peset.				Tarif I Peset.	Tarif II Peset.
252	Eisen und Stahl unverarbeitet.				298	Ketten und Kupplungen aus Eisen und Stahl, deren Glieder über 10 mm einschl. dick sind . . .	22,—	75,—	30,—
253	Gußeisen in Klöcken	4,—	10,—	3 80					
254	Stahl in Masseln und Klumpen und rohes Eisen in Klumpen	8.13	22,—	8,50	299	Ketten aus Eisen und Stahl, auch vernickelt, deren Glieder von 2 bis 10 mm ausschl. dick sind . . .	40,—	120,—	40,—
255	Ferromangan, Ferrosilizium, Ferrochrom, Ferrowolfram und andere Eisenlegierungen, nicht besonders genannt	—	14,—	9,—	301	Schwellen, Verbindungsstangen, Unterlagsplatten, Verbindungsstücke, Rollen und sonstige Teile für das Gleislagern von Eisenbahnen und Straßenbahnen, einschließlich der Bahnen nach dem System „Decauville“ u. dgl.	14,—	45,—	18,—
256	Eisen und Stahl in unbrauchbar gewordenen Gegenständen	0.10	frei	frei	302	Weichen aus Eisen und Stahl und ihre einzelnen Teile	26,—	87,—	29,—
260	Eisenbahnschienen im Gewicht von 25 kg und darüber für das laufende Meter	9.24	28,—	11,—	303	Röhren aus Eisen oder Stahl, geschmiedet, gezogen oder einfach gedreht, je nach Durchmesser	30 bis 40,—	86 bis 135,—	34 bis 52,—
261	dsgl., im Gewicht von weniger als 25 kg f. d. laufende Meter, sowie Kehlschienen für Straßenbahnen	12.88	35,—	14,—	309	Teile aus Eisen oder Stahl zum Zusammenfügen der vorstehend genannten Röhren	50,—	125,—	50,—
262	Eisen und Stahl in Stangen von beliebigem Querschnitt, unpoliert, auch galvanisiert oder verzinkt	20,—	45,—	18,—	310	Gestelle aus Eisen und Stahl, für Tender, Personen- und Güterwagen, Schornsteine, Wasserbehälter, Kessel, sofern sie nicht für Maschinen bestimmt sind, u. dgl. Gegenstände aus Eisen- und Stahlblech genietet	25,—	105,—	35,—
265	Bleche über 5 mm dick	21,—	57,—	19,—	313	Eisen- und Stahlteile in großen Stücken, die aus Stangen oder aus durch Nietnägeln und Schrauben aneinander befestigten Stangen und Blechen zusammengesetzt sind, sowie dergleichen unvernietet, gelocht und nach Maß geschnitten für Brücken, Bangerüste oder andere Bauten, sowie die genieteten Röhren	30,—	117,—	39,—
266	dsgl. von 1 bis 5 mm dick	23,—	58,—	22,—	315	Teile, geschmiedet oder gepreßt, über 100 kg schwer, zu jeder Bestimmung, und die gewesenen Teile, gedreht, adjustiert oder poliert, mit Ausnahme der Maschinenteile, poliert oder nicht, und der Gegenstände, die unter anderen Tarifnummern besonders aufgeführt sind	30,—	96,—	32,—
267	„ unter 1 mm dick	26,—	65,—	26,—	316	dsgl. bis 100 kg einschl. schwer	36,—	110 bis 140,—	38 bis 57,—
268	Bleche, geblättert, gepreßt, galvanisiert, mit Blei überzogen, durchlocht, mit Einschnitten, gewellt oder sonstwie bearbeitet, aber keine fertigen Waren	29,—	73,—	29,—					
270	Bleche, verzinkt, einschl. Weißblech, aber keine fertigen Waren	25,—	75,—	25,—					
272	Reifenbleche aus Eisen und Stahl von 1 bis 3 mm einschl. dick und bis 160 mm breit	27,—	67,—	27,—					
273	dsgl., sowie die federnden, nicht mit anderen Stoffen überzogen, unter 1 mm dick	33,—	83,—	33,—					
	Waren aus Gußeisen und Stahl.								
	A. Waren aus Gußeisen.								
277	Röhren aus Gußeisen, über 10 mm Wandstärke	15,—	40,—	20,—	321	Draht aus Eisen oder Stahl, von 5 mm einschl. Dicke und darüber, von beliebigem Querschnitt, weder poliert noch mit anderen Metallen überzogen	25,—	52,—	26,—
278	Röhren aus Eisen und Stahl, bis 10 mm einschl. dick	21,—	56,—	28,—	322	dsgl. poliert oder mit anderen Metallen, ausgenommen Gold oder Silber, überzogen	30,—	58,—	29,—
306	dsgl. galvanisiert	24,—	124,—	62,—	323	dsgl. von 1/2 bis einschl. 1 mm dick, nicht poliert oder mit anderen Metallen überzogen	33,—	97,—	39,—
279	Teile zum Zusammenfügen der vorstehend genannten Röhren	25,50	64,—	32,—	326	dsgl. mit anderen Metallen überzogen	38,—	100,—	40,—
280	Säulen aus Gußeisen	16,—	25,—	10,—	330	Kabel aus Eisen oder Stahl	45,—	125,—	50,—
282	Alle sonstigen aus Eisen und Stahl gegossenen Gegenstände, weder abgedreht, adjustiert noch poliert, im Gewicht von mehr als 100 kg	20,—	60,—	20,—	331	Stacheldraht, Federn oder Sprungfedern aus Eisen- oder Stahldraht, sowie die Spiral- oder Sprungfedern für Möbel, verbunden mit Haken	35,—	145,—	34,—
283	dsgl. im Gewicht von mehr als 25 kg bis einschl. 100 kg	24,—	72,—	24,—	312	Gitterwerk, Geflecht und Gewebe aus Eisen- oder Stahldraht, über 1 mm dick, sowie die Spiralfedern für Möbel, verbunden mit solchem Draht	40,—	135,—	45,—
284	dsgl. im Gewicht von mehr als 1 kg bis einschl. 25 kg	82,—	96,—	32,—					
285	dgl. im Gewicht von weniger als einschl. 1 kg	40,—	120,—	40,—					
	B. Teile, geschmiedet und gepreßt.								
290	Achsen, gerade, weder gedreht, adjustiert, noch poliert, für Wagen aller Art von mehr als 15 kg	21,—	55,—	22,—					
292	dsgl. gedreht, adjustiert oder poliert von mehr als 15 kg	24,—	71,—	27,—					
294	Knie- und Kurbelachsen	48,—	113,—	45,—					
295	Räder aus Eisen und Stahl, im Gewicht von mehr als 100 kg, für Lokomotiven, Personen- und Eisenbahngüterwagen sowie für Straßenbahnwagen, auf ihren Achsen montiert oder nicht	26,—	78,—	26,—					
296	dsgl. bis 100 kg	36,—	108,—	36,—					
297	Federn, Puffer und Sprungfedern, soweit sie nicht aus Draht sind, für Wagen aller Art	33,—	76,—	38,—					

Deutschrussische Handelsbeziehungen.

Rußland, obgleich vom tiefsten Elend jeder Art heimgesucht, bildet zurzeit den Mittelpunkt aller weltwirtschaftlichen Bestrebungen, die nicht auf weite Sichten eingestellt sind. Alle großen Kulturnationen wollen mit ihm wieder Handel treiben, England sowohl als Amerika, Frankreich sowohl als Deutschland, wengliche unser unmittelbarer Nachbarstaat im Westen gewisse Bedingungen an die Wiederaufnahme des Wirtschaftsverkehrs mit dem in gedachter Beziehung förmlich umworbenen großen Ostreich knüpft oder knüpfen zu wollen scheint. Die bevorstehende Zusammenkunft der Vertreter aller für die Wiederherstellung weltwirtschaftlicher Beziehungen in Betracht kommenden Staaten in Genua wird dieser Frage einen großen Teil ihrer Aufmerksamkeit und Beratungen zu widmen haben. Jedermann möchte an der Hebung der Naturschätze sich beteiligen, die in Rußlands Boden schlummern, sowie an der Industrialisierung eines so gewaltigen Agrarstaates, dessen großgewerbliche Tätigkeit und Entwicklung durch den Weltkrieg so gut wie gänzlich unterbrochen worden ist, wobei ungeheure Werte, große Werkanlagen und Verkehrsmittel vernichtet oder stark abgenutzt worden sind, so daß zweifellos ein Riesenbedarf an Erzeugnissen, die zur Wiederherstellung aller dieser Betriebe notwendig sind, vorhanden ist. Daß Deutschland bei der Lösung dieser Aufgaben eine Hauptrolle zufallen dürfte und müßte, ist die Meinung aller urteilsfähigen Kreise, auch des Auslandes. In Amerika und England wird die Ansicht vertreten, daß Deutschland die Vermittlung zwischen diesen beiden ersten Handels- und Industriestaaten mit seinem östlichen großen Nachbarreich zu übernehmen habe, weil es dazu am meisten oder sogar allein geeignet sei, sowohl auf Grund seiner örtlichen Lage und seiner alten Beziehungen zu Rußland, als wegen seiner genaueren Kenntnis des russischen Volkes, mit dem es besser zu verkehren wisse als die anglo-amerikanischen Länder und Völker. Diese Ansicht entbehrt nicht der tatsächlichen Begründung und kommt auch der Auffassung entgegen, die die deutsche Geschäftswelt von der Frage hat, sowohl was diese ihm angesonnene oder zuerkannte Vermittlung fremder, als auch was die von ihm natürlich in erster Linie anzustrebende eigene Geschäftstätigkeit mit und in Rußland anbetrifft. Bestritten und bestreitbar mögen demgegenüber jedoch die Wege sein, die von Deutschland zur zweckmäßigen Erfüllung seiner wirtschaftlichen „Sendung“ einzuschlagen sind.

Zu einer Betrachtung hierüber gibt der Vortrag von Professor Dr. M. Spahn über „Weltpolitik und Weltwirtschaft im besonderen Hinblick auf den Osten“¹⁾ Veranlassung, darüber vielleicht einer Ergänzung durch eine Bemerkung vom Tatsachenstandpunkt aus bedarf. Zunächst nach der Richtung hin, daß die wirtschaftstätigen Kreise von Deutschland sowohl als auch von Rußland aus bereits seit längerer Zeit Schritte getan haben und tun, um die von dem genannten Hochschullehrer der Volks- und Staatswirtschaft empfohlene Wiederaufnahme eines regelrechten Handelsverkehrs zu bewirken. Sie sind dabei von der Ansicht ausgegangen, daß, wenigstens zurzeit, ein Güteraustausch in der ursprünglichen einfachen Art des internationalen Verkehrs dem Stande der Dinge am meisten entspreche, daß durch die Bildung von Handelgruppen diesseits und jenseits, die an geeigneten Treffpunkten zusammenkommen, der Handel von Land zu Land wieder in Gang zu bringen sei, wobei die beiderseitigen Gruppen für die Lieferung von Erzeugnissen, die mit der Gegenseite auszutauschen wären, sowie für deren Bezahlung die unter den obwaltenden Umständen notwendige Bürgschaft zu bieten imstande wären. Einer solchen Gewähr bedürfen selbstverständlich die deutschen Beteiligten viel mehr als die russischen, weil in Deutschland sowohl die tatsächliche Erfüllungsmöglichkeit als auch

die Rechtssicherheit gegeben sind, die in Rußland zum großen Teil noch fehlen. Von russischer Seite konnten daher neben dieser Gruppenbildung auch unmittelbare Versuche zur Anknüpfung von Geschäftsbeziehungen mit deutschen Handels- und Industriebetrieben gemacht werden, wie dies von der in Berlin errichteten russischen Handelsvertretung aus auch vielfach geschehen zu sein scheint. Die Möglichkeit, vor Deutschland aus schon jetzt wieder erfolgreiche Beziehungen einzelner Geschäftstreibenden mit dem inneren Rußland selbständig aufzunehmen, ist natürlich von den besonderen Umständen abhängig, die sich der öffentlichen Beurteilung größtenteils entziehen dürften. Allgemein kann man wohl sagen, daß die Zeit zu einem regeren und unmittelbaren Geschäftsverkehr zwischen deutschen und russischen Unternehmern noch nicht gekommen ist, weil dazu eben die Vorbedingungen der Verkehrs- und Rechtssicherheit, wie auch der Zahlungsfähigkeit russischer Käufer und der Kaufkraft des russischen Volkes mehr oder weniger fehlen. Wegen der noch herrschenden Ungewißheit über die russischen Zustände haben auch kürzlich erst leitende Kreise des deutschen Wirtschaftslebens die Entsendung von Fachmännern nach Rußland beschlossen, um zuverlässige Kunde von der Lage der Dinge daselbst zu beschaffen. Nicht unbezeichnend für letztere ist ferner eine Mitteilung neueren Datums dänischer Zeitungen, derzufolge sich gegenwärtig ein Zug-um-Zug-Geschäft größeren Stils zwischen Räte-Rußland und einer skandinavischen Handelsgruppe derart vollzieht, daß der russische Staat Gewähr für die Bezahlung der ihm zu liefernden Waren durch Hinterlegung oder sonstige Sicherstellung der Barmittel dafür an Ort und Stelle der Lieferungen leistet, d. h. also leisten muß, wenn er die Ware erhalten will.

Bezeichnend für die einschlägigen Verhältnisse ist ferner eine Äußerung der Berliner Politischen Nachrichten vom 6. März 1922 über eine vom räterussischen obersten Volkswirtschaftsrat beschlossene diesjährige Deutsche Industrieausstellung in Moskau, wobei in erster Linie an die Beteiligung deutscher Hersteller landwirtschaftlicher Geräte gedacht und die räterussische Handelsabordnung in Berlin beauftragt sei, die Beschickung der Ausstellung zu vermitteln. Das vorgenannte Blatt begleitet diese Mitteilung mit folgenden Bemerkungen: „Solchen Absichten und Bemühungen wird, wie die Verhältnisse wenigstens zurzeit liegen, schwerlich ein Erfolg beschieden sein können. Die deutsche Landmaschinenindustrie würde es gewiß begrüßen, mit russischen Abnehmern ins Geschäft zu kommen. Es hat auch an Versuchen, die deutsche Landmaschinenindustrie zu Lieferungen zu veranlassen, auf russischer Seite nicht gefehlt. Bisher war aber immer noch nicht die wichtigste Vorbedingung gegeben, die Sicherheit nämlich, daß die russischen Interessenten die nötigen Geldmittel zur Verfügung haben oder aufwenden wollen. Hierin muß zunächst ein Wandel eintreten, wenn die hochwertigen Erzeugnisse der deutschen Landmaschinenindustrie, die nicht nur im Inland außerordentlich begehrt sind, sondern auch in Ueberparilländern Absatz finden, nach Rußland ausgeführt werden sollen. Es wäre daher dankenswert, wenn bei den Rußlandreisen deutscher Wirtschaftsvertreter besonders auch darauf Bedacht genommen würde, die Zahlungsfrage zu klären.“

Sodann bedeutet die von Professor Dr. Spahn als eine Notwendigkeit für eine fruchtbringende oder sogar fruchtbringendere als die vordem von Deutschland in Rußland ausgeübte Geistes- und Wirtschaftstätigkeit bezeichnete Forderung: „daß wir uns — mit den Russen — wirklich zu gemeinsamer und geistiger Arbeit finden“; daß dazu „wir vorher wichtige Aufbauarbeit wirtschaftlich-sozialer Natur bei uns selbst inmitten Europas zu verrichten“ haben; daß wir nur dann dazu

¹⁾ Vgl. St. u. E. 1922, 9. Febr., S. 205/15.

helfen könnten, daß ein anderes, haltbareres Rußland aus den Trümmern entstehe, das uns gegenüber von wärmeren Empfindungen erfüllt sei, als es das Rußland vor dem Kriege war, wenn es uns glücken sollte, unsere Wirtschaft mit einem neuen Geiste zu erfüllen, usw. — Ein etwas eigentümliches Verlangen an Deutschland als an dasjenige Land und Volk, das als ein hochstehendes Kulturgebilde einem erheblich niedriger stehenden im tiefsten wirtschaftlichen und sozialen Verfall befindlichen Lande durch geistige, sittliche und wirtschaftliche Mitwirkung Hilfe bringen soll! Einer solchen Zumutung kann man vom Standpunkte des deutschen Empfindens aus doch unmöglich entsprechen. — Außerdem liegt sie nicht in den obwaltenden Verhältnissen begründet. „Der Russe sucht uns“, sagt Professor Spahn. Er ist es in der Tat, der uns noch viel nötiger hat für den Wiederaufbau seiner Wirtschaft, als der Deutsche ihn. Und dann, vor allen Dingen, wie soll eine für das deutsche Volk, für den deutschen Staat gemeinsame geistige Arbeit — neben der auch von uns angestrebten wirtschaftlichen — mit einem Volk geleistet werden, die uns nicht aufs tiefste schädigte, wenn es sich um ein vom kulturwidrigen Bolschewismus beherrschtes und von dessen Geist durchdrungenes Land handelt, wie Rußland es doch zweifellos heute noch ist? An dieser Klippe muß ein geistiges Zusammenwirken Deutschlands mit Rußland unbedingt scheitern. Mögen die jetzigen Herrscher des letzteren, die selbsterlicher und rücksichtsloser gegen das Volk und die Menschheit sind, als ein russischer Zar der Neuzeit es war, auch jetzt uns und der übrigen Kulturwelt noch so schöne Augen machen, sie sind und bleiben doch die Vertreter eines Staates von niedrigerer Kultur, dessen großes Volk durch die furchtbare Schuld der Räte-regierung auf die tiefsten Stufen des menschlichen Daseins hinabgeschleudert worden ist, so daß dessen ehemaliges, auch unter der unbeschränkten Monarchie wahrlich nicht beneidenswertes Los dem jetzigen gegenüber als ein glänzendes erscheinen muß. Dazu schreckt die Werbetätigkeit des Bolschewismus auch heute noch nicht vor staatlichen Grenzen zurück, sondern wird soviel wie möglich überall ausgeübt, wo man seine staatlich anerkannten Vertreter zuläßt. Es bestünde daher bei einer geistigen Arbeit Deutschlands mit dem bolschewistischen Rußland die nicht zu unterschätzende Gefahr, daß ersteres mit dem Bolschewismus noch mehr durchdrungen würde, als es leider heute in weiten Kreisen seiner Einwohnerschaft schon ist. Wir haben also gar keine Veranlassung, eine engere geistige Gemeinschaft mit dem russischen Volke einzugehen und einer solchen Gemeinschaft zuliebe andere Grundsätze in unserer eigenen Volksgemeinschaft anzuwenden, als für uns selbst angezeigt erscheinen. Den Worten Professor Spahns über die wünschenswerte „Arbeitsgemeinschaft“ in den deutschen Betrieben — wobei genügende Wahrung des Eigentumsbegriffs der Unternehmer freilich notwendig ist — und über eine neue festere Verknüpfung von landwirtschaftlichen Erzeugern und städtischen Verbrauchern kann man nur zustimmen, und die Forderung einer Gemeinsamkeit der wirtschaftlichen Belange sogar noch sinngemäß und ausdrücklich auf die gesamte Gütererzeugung und Güterverteilung ausdehnen. Aber wer alles tut, um diese bestehende oder anzustrebende Richtung in Deutschland zu erschweren und sogar durch die schärfsten, auch verbrecherischen Mittel stets zu verhindern, und wer häufig dies mit für die Kultur beklagenswertem großen Erfolg tut, das sind ja gerade die Anhänger des Bolschewismus in den Kreisen der deutschen Arbeitnehmer. Beweis dessen u. a. die jüngsten verbrecherischen Streiks von Bahnbeamten und Arbeitern der Reichsbahnen und der städtischen Betriebe in der Reichshauptstadt.

Zu diesen völkischen und sittlichen Bedenken gegen eine allzu innige Gemeinschaft mit Rußland treten nun solche wirtschaftlicher Art. Dieses unglückliche Land, noch viel unglücklicher als das unsrige, ist aus einem Ueberfluß- und Ueberschußland ein Hungerstaat geworden und wird es aller Voraussicht nach in den nächsten Jahren auch noch bleiben, weil es sogar an

Kräften und Mitteln für eine ausreichende Ackerbestellung fehlt. Die Bauern haben zwar die Lehren des Bolschewikentums hinsichtlich der Landaneignung glücklich befolgt, aber dieses, den Großgrundbesitzern geraubte Land nicht gehörig bebaut. Zudem fehlt es vielfach an den nötigen Verkehrsmitteln für den Versand des verkäuflichen Getreides und anderer Bodenerzeugnisse, vollends nachdem vieles an Fahrzeugen, Landstraßen und Eisenbahnen durch den Krieg vernichtet worden ist, und weil das weitmaschige russische Eisenbahnnetz ohnehin der festen Landstraßen (Chaussées) als Zubringer großenteils ermangelt, wie es in diesem Lande unausgeglicherer Verhältnisse und einer sprunghaften, oft willkürlich geschaffenen Entwicklung erklärlich erscheint. Es ist zudem noch keineswegs gewiß, ob Rußland auch in fernerer Zukunft imstande sein wird, Getreide in größeren Mengen zur Ausfuhr zu bringen. Auch in früheren Jahren hatte es diese Ausfuhr zum Teil nur durch ungenügende Ernährung seiner eigenen Bevölkerung ermöglichen können, wie das namentlich unter dem Finanzminister Wschnegradski geschah, wo (von 1887–1891) die Getreideausfuhr Rußlands von durchschnittlich 312 Millionen Pud das Jahr im vorhergehenden Jahrfinft (unter Budde) sich auf 441 erhöhte, weil man um jeden Preis einen hohen Ausfuhrüberschuß zur Bestreitung der ausländischen russischen Staatsschulden und zur Ansammlung von Goldvorräten in der Staatsbank erzielen wollte. Valentin Wittschewsky sagt in seinem 1905 bei Ernst Siegfried Mittler & Sohn in Berlin erschienenen Werk „Rußlands Handels-, Zoll- und Industriepolitik“ zu diesem Thema: „Was Rußland dem Auslande in der Ausfuhr bei stetig zurückgehenden Preisen, also mit sinkendem Handelsvorteil, hingab, war nicht der Ueberschuß über die Verpflegung der eigenen Bevölkerung hinaus, sondern deren notwendigstes Nahrungsmittel“. Wschnegradski soll nach der genannten Quelle im Herbst 1891, als infolge der Mißernte ein Abfluß von Gold befürchtet wurde, gesagt haben: „Selbst werden wir zwar nicht essen, aber wir werden exportieren“, und der gelehrte Sekretär des Finanzkomitees Gurjew ließ diesem Ausspruch eine gewisse Erläuterung zuteil werden durch eine Aeußerung in seinem Werke „Die Reform des Geldumlaufs“ (Peterburg 1897, S. 526), wo es hieß: Die Unterernährung, das reich-nicht-Sattessen des Volkes sei zuzugeben, das Sattessen bliebe aber auch dann aus, wenn die Ausfuhr gesperrt würde, einfach, weil das sich stark vermehrende Russenvolk nicht kaufkräftig genug sei, um so den Getreideverbrauch zu vergrößern.

Diese Verhältnisse und Regierungsgrundsätze liegen in der Vergangenheit, aber sie waren das Ergebnis russischer Zustände, und die letzteren werden sich schwerlich von Grund auf geändert haben. Ganz besonders wird die Wirtschaftspolitik eines Landes sich stets nach dessen Daseinsbedürfnissen richten müssen, weil sonst Staat und Volk zu Grunde gehen würden. So dürfen wir von der Räte-Republic in dieser Beziehung auch nichts Besseres erwarten, als uns von der zaristischen Herrschaft zuteil wurde, mit welcher wir sogar im Jahre 1893 in einen Zollkrieg gerieten, nachdem Fürst Bismarck schon 1887 als Chef der Reichsbank die russischen Wertpapiere von der Beleihung durch letztere, wenn auch vielleicht mehr aus politischen als aus wirtschaftlichen Gründen, ausgeschlossen hatte. In der von Herrn von Poschinger 1892 in R. v. Deckers Verlag in Berlin herausgegebenen Schrift über die deutschen Handels- und Schiffsverträge von 1891 mit Oesterreich-Ungarn, Italien, Belgien und der Schweiz heißt es über die russische Zollpolitik der 80er Jahre: „In Rußland schritt man von Zollerhöhung zu Zollerhöhung derart, daß der dortige Absatzmarkt für die europäischen Erzeugnisse sich mehr und mehr verschlechterte. So ist die deutsche Ausfuhr nach Rußland von 228 Millionen \mathcal{M} im Jahre 1880 stufenweise auf 131 Millionen \mathcal{M} im Jahre 1887 zurückgegangen. Wenn sie in den letzten Jahren wieder etwas gestiegen ist, so lag der Grund hierfür lediglich in dem Steigen des Rubelkurses, ein Umstand, welcher der russischen Regierung sofort Anlaß zu einer entsprechenden Erhöhung der Zölle bot.“

Der russisch-deutsche Zollkrieg, der mit Anwendung des damals neugebildeten russischen Doppeltarifs mit 50 % Zuschlag auf deutsche Einfuhren im August 1893 eröffnet und von Deutschland mit einem gleichen Zollaufschatz fort esetzt wurde, fand seine Beendigung durch den deutsch-russischen Handelsvertrag vom 20. März 1894. In der Folge wurde am 14. Oktober desselben Jahres auch das Beleihungsverbot der deutschen Reichsbank für russische Wertpapiere aufgehoben. Im Jahre 1904 wurde ein neuer Handelsvertrag abgeschlossen, namentlich mit Verkehrserleichterungen für Handelsreisende in Rußland, der bis zum Jahre 1917 dauern sollte, aber durch den Krieg von 1914 hinfällig geworden ist. Jedenfalls hatte Rußland aber unter dem letzterwähnten Vertragsverhältnis in seiner Handelsbilanz mit Deutschland einen sehr erheblichen Ausfuhrüberschuß zu verzeichnen, denn es betragen nach der deutschen Handelsstatistik

	Deutschlands Einfuhr aus Rußland (Werte in Millionen Mark)	Deutschlands Ausfuhr nach Rußland
1909 . . .	1363,9	444,5
1910 . . .	1386,6	547,1
1911 . . .	1634,3	625,4
1912 . . .	1527,9	679,8
1913 . . .	1424,6	880,0

Hiernach kam also Rußland im Handelsverkehr mit Deutschland nicht zu kurz und hätte somit alle Ursache, diesen Gütertausch wieder herzustellen, wie andererseits auch uns an letzterem gelegen sein muß. Rußland wurde heilfrohn sein, wenn es den Gütertausch mit Deutschland wieder auf die Höhe zu bringen vermöchte, die es unter der Zarenherrschaft erreicht hatte und wahrscheinlich auch weiter behauptet haben würde, wenn der von ihm hauptsächlich verschuldete Krieg nicht gekommen wäre. Dank hat es Deutschland freilich dafür nicht gezollt, aber die Räteregierung und das heutige Russenvolk würden uns auch nicht mehr Dank wissen für diese von Prof. Spahn befürwortete Einstellung der deutschen Wirtschaftstätigkeit mit und in Rußland auf russische Anschauungen und Begriffe. Vergessen wir doch nicht bei Beurteilung unserer Beziehungen zu Rußland, daß wir es mit einem Volk ganz anderer Art, ganz anderer Denkweise zu tun haben, als einem solchen germanischen oder romanischen Stammes. Und vor allen Dingen: rechnen wir doch nicht auf Dankbarkeit in öffentlichen Fragen. Was hat nicht die Welt alles der deutschen Kultur, der deutschen Wissenschaft und der deutschen Unternehmertätigkeit zu verdanken! Und wie vergilt sie uns das? Daher sehen wir die Dinge auch hinsichtlich Rußlands kühl und besonnen an und wollen wir uns vor überschwänglichen Erwartungen hüten.

Rußland sandte uns zuletzt (1913) für 440,9 Millionen \mathcal{M} Getreide (326,5 Millionen \mathcal{M} Gerste, 81,8 Millionen \mathcal{M} Weizen, 32,6 Millionen \mathcal{M} Hafer) — die Roggenginfuhr von 35,9 Millionen \mathcal{M} wurde durch die Ausfuhr an solchem von 362 2 Millionen \mathcal{M} genau ausgeglichen —, für 124,2 Millionen \mathcal{M} Nadelholz und Holzmasse, für 80,3 Millionen \mathcal{M} Eier, für 62,8 Millionen \mathcal{M} Butter und Butterschmalz, für 59,8 Millionen \mathcal{M} Kleie, für 53,4 Millionen \mathcal{M} Flachs, für 41,6 Millionen \mathcal{M} Oelkuchen, für 38,2 Millionen \mathcal{M} Federvieh (an Gansen allein 31 Millionen \mathcal{M}), für 25,1 Millionen \mathcal{M} Pferde, für 29,8 Millionen \mathcal{M} Schweine, auch sonst überwiegend nur fast landwirtschaftliche Erzeugnisse, wie Häute, Felle, Leinsamen, Weichholz, etwas Schmieröle, Rohbenzin, Eisenerze. Deutschlands Ausfuhr nach Rußland bestand ganz überwiegend aus gewerblichen Erzeugnissen aller Art, darunter namentlich Maschinen, elektrische Vorrichtungen, Haus- und Küchengeräte, Kraftfahrzeuge, chemische Erzeugnisse, Gewebe- und Faserstoffe. Kohle und Koks. Beide Länder ergänzten sich also vortrefflich und sind somit aus natürlichen Gründen auf einen weitgehenden Gütertausch angewiesen. Fraglich ist nur, erstens wie weit Rußland jetzt leistungs- und aufnahmefähig ist. Bezeichnend für die im allgemeinen bekannte wirtschaftliche Lage Rußlands, wo jetzt Hunderttausende

Hunger leiden und viele Tausende Hungers sterben, w in weiten Bezirken das fürchterlichste Elend herrscht ist u. a. eine im Berliner „Tag“ vom 16. Februar Nr. 79 wiedergegebene Mitteilung, wonach von der Räteregierung 325 000 Eisenbahner und 150 000 Wasserbauarbeiter entlassen worden sind oder 26 % der bisher beschäftigten Kräfte dieser Art. Es liegt auf der Hand, daß durch eine solche Vermehrung der Arbeitslosenziffer das Elend des russischen Volkes noch erheblich vergrößert werden muß. Daneben ist die Leistungsunfähigkeit Rußlands an der Getreideausfuhr zu berücksichtigen. Die jetzige Hungersnot kann nicht mit dem Erntejahr 1921 verschwinden, sondern wird Bestand und Folgewirkung haben. Gegenüber der früheren Getreideausfuhr Rußlands in Höhe von allein 441 Millionen \mathcal{M} nach Deutschland rechnet man in Geschäftskreisen mit einem völligen Ausfall der russischen Getreideausfuhr für den Weltmarkt in den nächsten Jahren. Die Zahlungskraft des Landes dürfte also so lange erheblich geschwächt und der Einfuhr an Waren nach Rußland hinderlich sein, zumal da 80 % der Einwohner vom Ackerbau leben. Fraglich ist zweitens, welche handelspolitische Richtung die russische Regierung unter den gegenwärtigen Verhältnissen verfolgen wird; allzuviel Vertrauen auf eine deutsch-freundliche Haltung wird man ihr nicht schenken können, namentlich im Hinblick auf die neuerdings gemeldeten Bemühungen russischer Abgesandter, mit Frankreich auf Kosten Deutschlands gute Handelsbeziehungen herzustellen. Neuesten Zeitungsnachrichten aus Paris und Berlin zufolge schweben zwischen der russischen und französischen Regierung Verhandlungen oder sollen sogar Abkommen darüber erzielt worden sein, daß Rußland Frankreich besondere Rechte bei der Vergabe von Betriebserlaubnissen einräumt und die Vor- und Kriegsschulden an Frankreich in Höhe von 20 Milliarden Goldfranken anerkennt, wogegen Frankreich ihm behilflich sein soll, Rechte gegen Deutschland aus dem Versailler Friedensvertrag geltend zu machen, insbesondere auch große Sachleistungen von uns zu verlangen, obgleich Frankreich sich bisher gegen Rußland wegen dessen Räteregierung und der von dieser erklärten Nichtanerkennung der russischen Staatsschulden ausgesprochen unfreundlich verhielt. Auch sonstiger Wettbewerb um Rußlands Handel könnte für Deutschlands Zwecke nachteilig werden.

Unsere Aufgabe kann unter solchen Umständen nur sein, zunächst alle Bereitwilligkeit zur Wiederaufnahme des Handelsverkehrs mit Rußland zu betätigen, soweit dies, menschlicher Voraussicht nach, mit Nutzen für unser eigenes Wirtschaftsleben und ohne Gefährdung unserer völkischen und staatlichen Belange angezeigt erscheint. Die bisherige vorläufige Beschränkung auf einen Gütertausch durch geeignete Vermittlung, z. B. durch Bildung von Handelsgruppen und Errichtung von Treffpunkten in den russischen Randstaaten, den ehemaligen Ostseeprovinzen Rußlands, dürfte der augenblicklichen großenteils ungeklärten Lage im allgemeinen angemessen sein, und man müßte einstweilen mit der Errichtung von Handelsniederlassungen oder großgewerblichen Betrieben im Innern Rußlands sehr vorsichtig verfahren und Zurückhaltung üben. Selbstverständlich dürfte unter den zurzeit gebotenen Vorsichtsmaßregeln die deutsche Unternehmertätigkeit nicht leiden, die zur Vehrung der weltwirtschaftlichen Belange Deutschlands bei dem Wiederaufbau des russischen Wirtschaftslebens ausgeübt werden muß. Wir dürfen uns nicht vom ausländischen Unternehmertum im Wettbewerb um das russische Geschäft schlagen lassen. Der deutsche Wagemut darf vor den bezeichneten Schwierigkeiten nicht zurückschrecken, sondern er soll nur mit der nötigen Vorsicht verbunden sein, den die ungeklärten russischen Verhältnisse dem gewissenhaften Kapitalverwalter zur Pflicht machen. Für gewisse Unternehmungen, wie namentlich für den Erwerb von Betriebsberechtigungen im Innern Rußlands, mag schon jetzt die Zeit gekommen sein. An der Wiederaufnahme der Industrialisierung Rußlands muß der jetzigen und jeder künftigen Regierung dringend gelegen sein, schon zur Schaffung von Arbeits-

gelegenheit und Nahrung für die Scharen der Arbeitslosen. Kapitalkräftige Gruppen können wohl auch jetzt schon in Rußland an die Errichtung von großgewerblichen Betrieben zur Gewinnung und Umarbeitung russischer Rohstoffe auf Grund besonderer Abmachungen mit der Räteregierung herangehen. Deutschland kann in dieser Beziehung infolge seines Reichtums an technischer Wissenschaft mehr bieten als jedes andere Land. Diese muß sich mit kaufmännischem Wagemut und nur kühlem Geschäftssinn vereinigen, um die für Errichtung von Bergwerken, Hütten, Fabriken in Rußland gebotenen Möglichkeiten zu benutzen. Die Anregung dazu muß und wird in den meisten Fällen der deutsche Ingenieur zu geben haben, den der augenscheinliche Reichtum des Moskowiterlandes oft förmlich in Begeisterung versetzt, und der die folgenverheißende Gelegenheit zur Betätigung seiner Schaffenskraft auf so günstigem Boden nicht unbenutzt lassen möchte. Diesen Vorteil des deutschen Geistes, der deutschen Wissenschaft muß und soll der Unternehmer, der wagende deutsche Kaufmann, zum Besten der deutschen Volkswirtschaft wahrnehmen, aber dabei nach dem bewährten Grundsatz verfahren: „Erst wäg's, dann wag's“. Wagnis ist allemal dabei. Aber ohne solches auch kein Gewinn! Nur muß es nicht leichtsinnig, sondern wohl erwogen sein und durch gründliche Kenntnis der Dinge gerechtfertigt werden können. Unternehmungen dieser Art von Seiten leistungsfähiger Gruppen können daher unter der gedachten Voraussetzung der Rechtssicherheit wohl als nützlich für das deutsche Wirtschaftsleben und für das deutsche Volk als natürliche Ausstrahlung ihrer Geistes- und Bildungskraft betrachtet und somit auch begrüßt werden.

Generalsekretär *Paul Steller*, Köln.

Bücherschau.

Lehrbuch der Mathematik. Hrsg. von [Karl] Esselborn. 2 Bde. Leipzig: Wilhelm Engelmann 1920. 4^o. Geb. 118,50 *M.*

Bd. 1. Algebra. Geometrie der Ebene und des Raums. Darstellende Geometrie. Schattenkonstruktionen. Perspektive. Bearb. von F. Meisel, H. Roth, E. H. Schülz. Mit 785 Abb. im Text und ausführlichem Sachregister. (XIV, 643 S.)

Bd. 2. Trigonometrie. Analytische Geometrie der Ebene und des Raums. Differential- und Integralrechnung. Mechanik. Festigkeitslehre. Baustatik. Bearb. von G. Ehrig, G. Chr. Mehrtens. Mit 793 Abb. im Text und ausführlichem Sachregister. (XXIV, 770 S.)

Das zweibändige Werk ist, wie das Vorwort besagt, nicht nur für Studierende technischer Lehranstalten und Hochschulen, sondern auch für jüngere, bereits in der Praxis stehende Techniker bestimmt und stellt seinem Inhalt entsprechend den Versuch einer Zusammenfassung der gesamten, für den Ingenieur in Betracht kommenden Mathematik dar. Die Bewertung der Bände muß daher vom Standpunkte der Technik und nicht von demjenigen der reinen Mathematik aus erfolgen, insbesondere in dieser Zeitschrift, wo es sich darum handelt, dem Eisenhüttenmann die Möglichkeit zu geben, sich ein Urteil über das Werk zu verschaffen.

Bei der Beurteilung des vorliegenden Sammelwerkes, an dem fünf Bearbeiter beteiligt sind, ist zunächst der Mangel an Einheitlichkeit hervorzuheben. Die einzelnen Hauptstücke sind teilweise ganz verschiedenartig behandelt. Die im engeren Sinne mathematischen Abschnitte weisen mittelschulhaften Charakter mit teilweise langen Ableitungen auf, während andere Stellen eine Anhäufung von Formeln zeigen. Die Hauptstücke sind durchaus nicht aufeinander abgepaßt, man hat das Empfinden, daß sie teilweise ganz unabhängig voneinander geschrieben worden sind.

Die Anforderungen, die der Ingenieur an das Gebiet der Mathematik stellt, sind nur sehr unvollständig erkannt. Vielfach ist für den Ingenieur überflüssiger Ballast unter stiefmütterlicher Behandlung des für die Technik Wichtigen gebracht. Der Schulmathematik ist ein zu großer Platz eingeräumt. Die Uebersichtlichkeit, der organische Zusammenhang in den einzelnen Teilen, läßt sehr zu wünschen übrig.

Besonders dürftig ist die Infinitesimalrechnung, eines der wichtigsten Gebiete der Mathematik für den Ingenieur und zugleich eines der schwierigsten in der praktischen Anwendung, behandelt. Wer nur das in diesem Abschnitt Gesagte beherrscht, verfügt über nur unzulängliche Hilfsmittel zum Verständnis der Mechanik. Differentialgleichungen fehlen ganz. Auf S. 218 ist für die Ermittlung von $\ln 2$ die Reihe angegeben:

$$\ln 2 = 1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{3} - \frac{1}{4} + \frac{1}{5} - + \dots$$

Die Anwendung einer Reihe hat für den Ingenieur keinen Wert, wenn nur ein zeitraubendes Rechnen zum Ziele führt, was bei dieser Reihe in hohem Maße der Fall ist.

Die Geometrie gehört, für sich betrachtet, zu den besten Abschnitten des Werkes, ist jedoch bei Bestimmung des Abschnittes für Ingenieure zu ausführlich.

Die Mechanik ist gut, soweit die Statik in Betracht kommt, während die Dynamik stiefmütterlich behandelt ist. Dieser Abschnitt richtet sich im wesentlichen an die Bauingenieure, der Maschineningenieur kommt nicht auf seine Rechnung.

Bei der Gesamtbeurteilung des Werkes möchte sich der Berichterstatter, dem Wesen dieser Zeitschrift und seinem besonderen Fachgebiet entsprechend, auf die Frage beschränken, ob dasselbe dem Hütteningenieur zu empfehlen sei. Diese Frage ist zu verneinen. Der Hüttenmann findet die nötige Belehrung nur ungenügend und in einer für ihn unzumutbaren Form. Die Art der Behandlung nimmt auf seine Bedürfnisse wenig oder gar keine Rücksicht.

R. Durrer.

Keilhack, Konrad, Geh. Bergrat Prof. Dr., Abteilungsdirektor der Geologischen Landesanstalt in Berlin: Lehrbuch der praktischen Geologie. Arbeits- und Untersuchungsmethoden auf dem Gebiete der Geologie, Mineralogie und Palaeontologie. Mit Beiträgen von G. Berg [u. a.] 4., teilweise Neubearb. Aufl. 2 Bde. Stuttgart: Ferdinand Enke. 8^o.

Bd. 1. Mit 2 farbigen Doppeltaf. und 221 Textabb. 1921. (XII, 548 S.) 70 *M.*

Von diesem gut eingebürgerten Lehrbuch, das 1896 zum ersten Male (in einem Bande) erschien, liegt nunmehr bereits der erste Band in vierter Auflage vor, nachdem im Kriege die dritte Auflage erforderlich geworden war.

Dieser erste Band behandelt die „Arbeiten im Felde“, der in vierter Auflage noch ausstehende zweite Band wird die Untersuchungsmethoden im Studierzimmer und Laboratorium zur Darstellung bringen. Der erste Band zerfällt in die drei Hauptteile: a) Geologische Kartenaufnahme (Abschnitt 1 bis 33, S. 1 bis 277), b) Besondere geologische Beobachtungen (Abschnitt 34 bis 39, S. 278 bis 367), c) Aufsuchung und Untersuchung technisch nutzbarer Ablagerungen (Abschnitt 40 bis 49, S. 368 bis 530). Auf den zweiten Hauptteil: Vulkane (K. Sapper), Gletscher und Inlandeis (E. v. Drygalski), Höhlen (J. Szombathy), Dünen, Torfmoore, Meteoriten, braucht in dieser Zeitschrift bei ihrem Platzmangel nicht eingegangen zu werden. Dagegen seien auf den ersten Hauptteil auch die Leser dieser Zeitschrift hingewiesen: wenn diese auch wohl nur ganz ausnahmsweise selbst kartieren werden, so werden sie doch häufig in die Lage kommen, in- und ausländische geologische Karten und Skizzen einsehen und aus ihnen Schlüsse ziehen zu müssen. Der außerordentlich reichhaltige Inhalt des ersten Teiles bietet eine Fülle von Anregungen über das Ent-

stehen einer geologischen Karte, wie man sie lesen soll, welcher Grad von Zuverlässigkeit ihnen innewohnt. Man erkennt — um aus dem Gebiet der Ungenauigkeit ein praktisches Beispiel anzuführen —, wie auch bei genauer geologischer Kartierung ein ganz ungenaues Bild entstehen kann, das seinerseits die Quelle von vollkommenen Fehlschlüssen werden kann, wenn nämlich die topographische Grundlage der geologischen Karte schlecht oder nicht genügend genau gewesen ist. In den beiden, den Abschluß des ersten Hauptteiles bildenden Sonderabschnitten über geologische Beobachtungen im Hochgebirge (A. Rothpletz †) sowie in den Tropen und Subtropen (S. Passarge) haben zwei berufene Forscher u. a. auch ihre Erfahrungen über die Zweckmäßigkeit der Ausrüstung niedergelegt, die vielleicht manchem Leser von Vorteil sein können, der zur Untersuchung von Erzlagertstätten ins Ausland reisen will.

Fast ein Drittel des ganzen Bandes nimmt „die Aufschung und Untersuchung technisch nutzbarer Ablagerungen“ ein. Behandelt sind 1. Erze (S. 368/423), 2. Kohle (S. 424/38), 3. Salz (S. 439/448), 4. Erdöl und Erdgas (S. 449/60) — Verfasser von 1 bis 4: P. Krusch — 5. Mergel, 6. Ton, 7. Kies- und Sandlage, 8. Torfmoore — Verfasser von 5 bis 8: K. Keilhack — 9./10. Steinbruchindustrie und Baumaterialien (hauptsächlich nach O. Herrmann und G. Berg). Der Abschnitt über Erdöl und Erdgas ist erst in der vierten Auflage hinzugekommen. In knapper Darstellung findet man hier eine Fülle wertvoller praktischer Untersuchungsergebnisse und Winke zu sammentragen, die sonst nicht leicht zu erlangen sind.

Ausstattung, Druck und Papier sind von gleicher Güte wie bei den Vorkriegsveröffentlichungen des bekannten Verlages. K. Keilhacks „Praktische Geologie“ hat sich schon seit langem einen festen Platz unter den notwendigen Lehr- und Nachschlagebüchern gesichert; die neue Auflage bedarf daher keiner besonderen Empfehlung mehr.

Bergrat Dr.-Ing. H. E. Böker.

Brand, Julius, Professor, Oberlehrer der Staatlichen Vereinigten Maschinenbauschulen zu Elberfeld: Technische Untersuchungsmethoden zur Betriebskontrolle, insbesondere zur Kontrolle des Dampfbetriebes. Zugleich ein Leitfaden für die Uebungen in den Maschinenbaulaboratorien technischer Lehranstalten. Mit einigen Beiträgen von Dipl.-Ing. Oberlehrer Robert Heermann. 4., verb. Aufl. Mit 277 Textabb., 1 lithogr. Taf. u. zahlr. Tab. Berlin: Julius Springer 1921. (XII, 373 S.) 8^o. Geb. 60 M.

Nach einer kurz aber ausreichend gefaßten Einleitung über die technisch wichtigsten festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffe und die Verbrennungsvorgänge folgt ein ausführlicher Abschnitt über die Bestimmung der feuerungstechnisch wichtigsten Eigenschaften der Brennstoffe und die dazu nötige Apparatur. Die Apparate werden durch Abbildung mit eingehender Beschreibung vorgeführt. Der zweite Hauptabschnitt des Buches befaßt sich mit der Kontrolle des Dampfkesselbetriebes und den hierzu nötigen Apparaten. — In gleicher Weise gilt der dritte Abschnitt dem Dampfmaschinenbetriebe. Auch hier nehmen die Abbildungen und eingehenden Beschreibungen den breitesten Raum ein. Es werden u. a. beschrieben die Apparate zur Rauchgasanalyse, Gasabsaugung, Temperaturmessung, Rauchstärkemessung, Indikatoren, Apparate zur Bestimmung der Nutzleistung von Maschinen, Planimeter usw. Weiterhin sind Berechnungen angestellt mit Zahlenbeispielen über Verdampfungen, Wärmepreis und Dampfpreis, beschrieben wird ferner die vollständige Durchführung eines Leistungsversuches an Kolben- und Dampfmaschinen und Dampfmaschinen. Im Anhang sind die Normen für Leistungsversuche an Dampfmaschinen und Dampfkesseln, aufgestellt von den bekannten großen technischen Verbänden, abgedruckt, sodann das Wich-

tigste über Schmieröluntersuchungen, endlich ein Verzeichnis der Firmen, die die im vorliegenden Buche beschriebenen Apparate herstellen und liefern.

Da auch auf den Hüttenwerken Dampfkessel, Dampfkolbenmaschinen und Dampfmaschinen eine nicht unbedeutende, wenn auch im Rahmen des gesamten Wärmehaushaltes nicht mehr ausschlaggebende Rolle spielen, weil hier die Gaswirtschaft und die Kontrolle der metallurgischen Oefen die Hauptaufmerksamkeit der in Frage kommenden Maschinen- und Wärmestellen in Anspruch nimmt, so ist doch auch für das Personal der genannten Stellen das Buch ein gutes Auskunftsmittel und Nachschlagewerk, besonders für die in die Praxis eintretenden jüngeren Kräfte. Diesen kann das Buch nur empfohlen werden, um so mehr, als es in allen Teilen leicht verständlich geschrieben ist. Die vorliegende neue, vierte, in Anordnung und Inhalt vielfach geänderte Auflage wird daher dem Buche zu seinen alten Freunden zahlreiche neue gewinnen. E. A.

Ferner sind der Schriftleitung zugegangen:

- Belling, Kurt, Oberpostinspektor: Das neue Postbuch 1922. Vollständige Gebührentarife und Vorschriften des Post-, Telegraphen- und Fernsprechkverkehrs für das In- und Ausland (Postscheckverkehr, Luftpost) nach dem Stande vom 1. Jan. 1922. Vollständiger Tarif für Pakete nach dem In- und Auslande. Haftpflicht und Ersatzleistung der Postverwaltung. Berlin (C 2): Industrierivervalg, Spaeth & Linde, 1922. (XIV, 206 S.) 8^o (16^o). 19,20 M.
- Betriebs-Bücherei, Elsners. Hrsg. von Dr. jur. Tänzler, Dr. W. v. Karger und Prof. F. Leitner. Berlin (S. 42): Otto Elsner, Verlagsgesellschaft m. b. H. 8^o.
- Bd. 16. Brönnner, Dr. jur. et rer. pol.: Der steuerpflichtige Bilanzgewinn. 1922. (131 S.) Geb. 32 M.
- Bd. 17. Steuerabzug, Der, vom Arbeitslohn. Gesetz vom 11. Juli 1921 in der Fassung der Novelle zum Einkommensteuergesetz vom 20. Dezember 1921 nebst den Durchführungsbestimmungen des Reichsfinanzministers vom 3. Dezember 1921 und der Verordnung zur Aenderung der Durchführungsbestimmungen vom 22. Dezember 1921. Mit Erläuterungen, Musterbeispielen und einem Sachverzeichnis versehen von Justizrat Heiner Brandt und Dr. jur. Gerh. Erdmann von der Vereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände. 1922. (132 S.) 32 M.
- Böttcher, Anton, Zivil-Ingenieur in Hamburg: Wegweiser für den praktischen Gebrauch des Indicators, Leistungszählers und registrierenden Belastungsanzeigers bei Vornahme von Untersuchungen im normalen Tagesbetriebe und bei Garantieversuchen. 2., erw. Aufl. (Mit 65 Fig.) Hamburg: Selbstverlag des Verfassers 1921. (99 S.) 8^o (16^o).
- Bücher der Deutschen Keramischen Gesellschaft. Bonn: Selbstverlag der Deutschen Keramischen Gesellschaft. 8^o.
- Bd. 1. Strassmann, P. G., Dr., (Crefeld): Die Industrie feuerfester Steine und ihre Aufgaben für Gaswerke und Kokereien. (Vortrag, gehalten auf der 42. Jahresversammlung des Märkischen Vereins von Gas-, Elektrizitäts- und Wasserfachmännern in Berlin am 18. März 1921.) 1921. (36 S.) 10 M.
- Bd. 2. Singer, Felix, Dr.-Ing. Dr. phil., Charlottenburg: Ueber die Zähigkeit keramischer Massen. Mitteilung aus dem Laboratorium der Porzellanfabrik Ph. Rosenthal & Co., A.-G. in Selb. 1921. (55 S.)
- Bücherei des Arbeitsrechts. Hrsg. von Präsident Dr. F. Syrup und Ministerialrat Dr. O. Weigert. Berlin: Reimar Hobbing. 8^o.
- Bd. 17. Krantz, Fr., Ministerialrat im Sächsischen Arbeitsministerium, Professor an der Technischen Hochschule in Dresden: Sonntagsruhe für Arbeiter und Angestellte in gewerblichen Betrieben. 1921. (117 S.) Kart. 19 M.
- Bücherei für Bilanz und Steuern. Hrsg. von Professor Dr. Großmann, Leipzig. Berlin: Industrierivervalg, Spaeth & Linde. 8^o.

- Bd. 4. Sommerfeld, Heinrich, Dr., Professor an der Handelshochschule Mannheim: Die Wertansätze in der Inventur mit Berücksichtigung steuerlicher Vorschriften. (Mit 2 Diagr.) 1921. (102 S.) Geb. 12 *M.*
- Bulletin [of the] United States Geological Survey, Department of the Interior. Washington: Government Printing Office. 8°.
- Nr. 703. Brooks, Alfred H., and Morris F. La Croix: The Iron and associated Industries of Lorraine, the Sarre District, Luxemburg and Belgium. (With. 12 fig. and 2 maps.) 1920. (131 p.)
- Nr. 706. Roesler, Max: The Iron-Ore Resources of Europe. (With 33 fig. and 12 maps.) 1921. (152 p.)
- Czuber, Emanuel, Dr., o. ö. Professor an der Technischen Hochschule in Wien: Die statistischen Forschungsmethoden. Mit 35 Fig. im Text. Wien: L. W. Seidel & Sohn 1921 (X, 238 S.) 8°. 60 *M.*, geb. 72 *M.*
- Druckschrift[en] [des] Ausschuss[es] für wirtschaftliche Fertigung im Verein deutscher Ingenieure. (2. Aufl.) [Berlin: Verlag des Vereines deutscher Ingenieure.] 8°.
- Nr. 7. Richtige Selbstkostenberechnung als Grundlage der Wirtschaftlichkeit industrieller Unternehmungen und als Mittel zur Besserung der Wettbewerbsverhältnisse. 2. Aufl. April 1921. (20 S.)
- Nr. 8. Grundplan der Selbstkostenberechnung. Entwurf, aufgestellt von dem Selbstkostenausschuß im Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung. 2. Ausgabe, Oktober 1921. (32 S.)
- Egerer, Heinz, Dr.-Ing., Dr. phil., Dipl.-Ing., vorm. Professor für Ingenieur-Mechanik und Materialprüfung an der Technischen Hochschule Dronheim: Ingenieur-Mathematik. (3 Bde.) Lehrbuch der höheren Mathematik für die technischen Berufe. Berlin: Julius Springer. 8°.
- Bd. 2. Differential- und Integralrechnung. — Reihen und Gleichungen. — Kurvendiskussion. — Elemente der Differentialgleichungen. — Elemente der Theorie der Flächen und Raumkurven. — Maxima und Minima. Mit 477 Textabb. und über 1000 vollständig gelösten Beispielen und Aufgaben. 1922. (X, 713 S.) Geb. 132 *M.*
- Galland, Leo, Baurat und Zivilingenieur in Berlin: Die Wasserkräfte in der Natur. Eine gemeinverständliche Darstellung der Entstehung der Wasserkräfte, ihres Ausbaues und ihrer wirtschaftlichen Ausnutzung. Mit 90 Abb. und Zeichnungen. Berlin (W): M. Krayn 1921. (112 S.) 8°. Geb. 112 *M.*
- Gießerei-Handbuch. Hrsg. vom Verein Deutscher Eisengießereien — Gießereiverband in Düsseldorf. Mit 34 Textabb. und 4 Taf. München und Berlin: R. Oldenbourg 1922. (X, 264 S.) 8°. Geb. 100 *M.*
- Handbuch, Bergmännisches, für Schule und Haus. Unter Mitwirkung von Fachmännern bearb. u. hrsg. von Rektor K. Nothing, Leimbach, staatl. Fortbildungsschulrevisor und Oberleiter der Fortbildungsschulen der Mansfeldischen Kupferschieferbauenden Gewerkschaft im Mansfelder Gebirgskreis. Halle a. S.: Wilhelm Knapp 8°.
- Bd. 1. 1921. (280 S.) Geb. 32 *M.*
- Handbuch der angewandten physikalischen Chemie in Einzeldarstellungen. Unter Mitwirkung von Priv.-Dozent Dr. Wilhelm Bachmann, Hannover [u. a.] hrsg. von Dr. Georg Bredig, o. Professor an der Technischen Hochschule zu Karlsruhe. (3., verm. und verb. Aufl.) Leipzig: Johann Ambrosius Barth. 8°.
- Bd. 1. Foerster, Fritz, Dr., o. Professor an der Technischen Hochschule zu Dresden: Elektrochemie wässriger Lösungen. 3., verm. u. verb. Aufl. Mit 185 Abb. im Text. 1922. 200 *M.*, geb. 230 *M.*
- Handbuch der Deutschen [Metall-] Industrie-Zeichnung. (Gegründet 1885). Mit alphabetisch geordnetem Bezugsquellen- und Schutzmarken-Verzeichnis aus der gesamten verarbeitenden deutschen Eisen- und Metall-Industrie. Hrsg. von Erich Beltz, Remscheid. Remscheid: Bergisch-Märkische Druckerei u. Verlagsanstalt, G. m. b. H. 8°.
- Ausg. 1922. (Getr. Pag.)
- Hartmann, Friedrich: Das Verzinnen, Verzinken, Vernickeln, Verstählen, Verbleien und das Ueberziehen von Metallen mit anderen Metallen überhaupt. Eine Darstellung praktischer Methoden. 7., neu bearb. und verm. Aufl. Mit 18 Abb. Wien und Leipzig: A. Hartlebenss Verlag 1921. (XIII, 312 S.) 8°. 24 *M.*
- (Chemisch-technische Bibliothek. Bd. 76.)
- Hippler, Willy, Dozent an der Technischen Hochschule Breslau: Arbeitsverteilung und Terminwesen in Maschinenfabriken. Mit 107 Textfig. Berlin: Julius Springer 1921. (162 S.) 4°. 66 *M.*, geb. 78 *M.*
- Jacobsohn, Paul, Dr.: Unter der Reparationslast. Ein Rückblick auf das Wirtschaftsjahr 1921. Frankfurt a. M.: Frankfurter Societäts-Druckerei, G. m. b. H., 1922. (36 S.) 8°. 3,30 *M.*
- (Flugschriften der Frankfurter Zeitung.)
- Kisch, Bruno, Dr.: Fachausdrücke der physikalischen Chemie. Ein Wörterbuch. Berlin: Julius Springer 1919. (3 Bl., 78 S.) 8°. 4,80 *M.*
- Koppe, Fritz, Dr., Rechtsanwalt, Hauptschriftleiter der „Deutschen Steuer-Zeitung“, Berlin: Der Lohnabzug vom 1. Januar 1922 ab. Auf Grund der Einkommensteuernovelle vom 20. Dezember 1921 und der Durchführungbestimmungen vom 3./22. Dezember 1921. Texte mit eingehenden Erläuterungen, Beispielen und Einführung. Berlin (C 2): Industrieverlag, Spaeth & Linde, 1922. (140 S.) 8°. 17,60 *M.*
- Koepfer, Gustav: Die Krupp-Werke. Geschichte eines Weltunternehmens. Mit einem Vierfarbendruck. Leipzig: Historia-Verlag, Paul Schraepfer, 1922. (189 S.) 8°. 14 *M.*, geb. 18 *M.*
- (Deutsche Unternehmungen. Eine Reihe wirtschaftsgeschichtlicher Monographien. Hrsg. von Dr. Johs. Hohlfeld.)
- Kowalewski, Dr., Gerhard, o. Professor der reinen Mathematik an der Technischen Hochschule zu Dresden: Die klassischen Probleme der Analyse des Unendlichen. Ein Lehr- und Uebungsbuch für Studierende zur Einführung in die Infinitesimalrechnung. 2. Aufl. Mit 109 Fig. im Text. Leipzig: Wilhelm Engelmann 1921. (VIII, 342 S.) 8°. Geb. 95 *M.*
- Melan, Joseph, Dr.-Ing. h. c., Hofrat, o. ö. Professor des Brückenbaues: Der Brückenbau. Nach Vorträgen, gehalten an der Deutschen Technischen Hochschule in Prag. Bd. 1/3. 2., erw. Aufl. Leipzig und Wien: Franz Deuticke. 8°.
- Bd. 3, Hälfte 1. Eiserne Brücken. T. 1. Mit 517 Abb. im Text. 1921. (VIII, 456 S.) 120 *M.*
- Untersuchungsmethoden, Chemisch-technische. Unter Mitwirkung von D. Aufhäuser [u. a.] hrsg. (früher von G. Lunge und) von Ing.-Chem. Ernst Berl, Professor der Technischen Chemie und Elektrochemie an der Technischen Hochschule zu Darmstadt. 7., vollst. umgearb. und verm. Aufl. Berlin: Julius Springer. 8°.
- Bd. 1. Mit 291 in den Text gedruckten Fig. und 1 Bildn. 1921. (XXXII, 1097 S.) Geb. 294 *M.*
- [Hierzu 1 Mappe, enthaltend] Taf. I—LXXXV.
- Volk, C., Direktor der Beuth-Schule, Berlin: Das Maschinenzichnen des Konstrukteurs. Mit 214 Abb. Berlin: Julius Springer 1921. (73 S.) 8°. 15 *M.*
- Weltatlas, Westermanns. 130 Haupt- und 117 Nebenkarten auf 106 Kartenblättern mit erläuterndem Text und einem alphabetischen Namenverzeichnis. Bearb. von Adolf Liebers unter Mitwirkung von R. Barmm, Professor Dr. P. Groebe, Dr. R. Müller, Dr. H. Winter und anderer Sachkundiger. Ausgeführt in der kartographischen Anstalt von Georg Westermann, Braunschweig. 3., unveränderte Aufl. Braunschweig und Hamburg: Georg Westermann (1921). (VII, 110, 91 S.) quer-4°. Geb. 175 *M.*
- Wien, W., Professor der Physik an der Universität München: Aus der Welt der Wissenschaft. Vorträge und Aufsätze. Mit 3 Fig. im Text. Leipzig: Johann Ambrosius Barth 1921. (2 Bl., 320 S.) 8°. Geb. 60 *M.*