

## Ueber Versuche mit verschiedenen Brennstoffen bei der Hochofenanlage der Gebrüder Böhler & Co., A.-G., in Vordernberg.

Von Ingenieur Friedrich Zeyringer in Vordernberg.

*(Schwierigkeiten bei der Darstellung von Holzkohlenroheisen. Verbrennungsgeschwindigkeiten verschiedener Hochofenbrennstoffe. Erfahrungen beim Betrieb mit gemischten Brennstoffen.)*

Während der langjährigen Ausübung meines Berufes im Holzkohlen- und Kokshochofenbetriebe bei der Hochofenanlage der Gebrüder Böhler & Co., A.-G. in Vordernberg, war die Beschaffung des Hochofen-Brennstoffes, insbesondere der Holzkohle, niemals so schwierig wie in den Jahren 1919 und 1922. Obgleich es in den ausgedehnten Waldgegenden der Alpenländer im Ueberflusse Abfallhölzer gibt, fehlt es an Arbeitern zum Holzsammeln und an geschulten Köhlern. Auch die hohen Transportkosten der Holzkohle vereiteln zuweilen die Wirtschaftlichkeit der Holzkohlerzeugung, und das Holz muß in den Wäldern unbenutzt zugrunde gehen.

Sofern die Gestehungskosten des Holzkohlenroheisens jene des Koksroheisens nicht allzusehr übersteigen, wird Holzkohlenroheisen für die Feinstahlerzeugung wegen des geringeren Schwefelgehaltes dem Koksroheisen vorgezogen, selbst dann, wenn man zur Entschwefelung das Elektrostahl-Schmelzverfahren anwendet. Immer noch wird reines Holzkohlenroheisen (schwedisches oder steirisches) zur Edeltahlerzeugung jedem anderen Roheisen vorgezogen. Es ist daher wichtig, die Holzkohlen-Hochofenindustrie in den Alpenländern, wenigstens insoweit sie Rohstoff für die Feinstahlerzeugung zu liefern hat, aufrecht zu erhalten, solange sich hierzu die Möglichkeit bietet.

Auch in Oesterreich tritt eine immer ausgehntere Holzverwertung für andere Zwecke ein, und immer weniger Holz wird für Verkohlungs Zwecke verwendet. Hingegen erzeugen die jugoslawischen, polnischen, tschechoslowakischen und rumänischen Nachfolgestaaten des alten Oesterreich-Ungarn noch namhafte Mengen von Buchen- und Eichenholzkohlen, die indes zurzeit infolge anderer Schwierigkeiten teils gar nicht, teils in ganz unzulänglichen Mengen bezogen werden können.

Dieser Mangel an Holzkohle war der Anlaß, den Ausfall an Holzkohle durch andere Brennstoffe wettzumachen. In erster Linie wurde versucht, aus verkokbarer Steinkohle hergestellten Hochofenkoks als teilweisen Ersatz für Holzkohle zu verwenden.

Hierbei wurden folgende Erfahrungen gemacht bzw. bestätigt: Koks wird bei derselben in der Zeiteinheit in den Hochofen eingeblasenen Windmenge als Brennstoff im Hochofen viel langsamer aufgezehrt als die viel leichtere und lockerere Holzkohle. Diese Verschiedenheiten in der Verbrennungsdauer führen zu Störungen im Hochofenbetrieb, welche die Mitverwendung von Hochofenkoks neben Holzkohle wesentlich erschweren. Im folgenden soll nun untersucht werden, worin die Ursache der Störungen liegt, und wie man sie wenigstens teilweise bekämpfen und unschädlich machen kann.

Die Störungen im Hochofenbetriebe, verursacht durch Verwendung verschiedenartiger Brennstoffe, bestehen darin, daß sich während des Blasens im Gestell, wo die wirkliche Verbrennung vor sich gehen soll, von dem zu langsam verbrennenden Brennstoffe immer mehr und mehr ansammelt, während der rascher verbrennende Brennstoff unter Umständen schon vor dem Eintritt in die eigentliche Verbrennungszone (vor den Blasformen) bzw. oberhalb derselben aufgezehrt wird. Dies tritt ein, wenn der Anteil an langsam verbrennendem Brennstoff gegenüber dem übrigen eine gewisse Grenze überschreitet, die von der Beschaffenheit des Brennstoffes selbst abhängt. Bei einem längeren Blasen mit zwei Brennstoffen, die in ihrer Verbrennungsdauer sehr verschieden sind, gerät der Ofengang leicht aus dem Gleichgewicht, d. h. man kommt vom regelmäßigen Ofengange, bei dem mit der kleinsten Brennstoffmenge und größten Erzeugung gearbeitet wird, ab und erhält Oberfeuer. Wie jedem Hochöfner bekannt, rückt dann die Verbrennung, durch irgendwelche Umstände veranlaßt, in höhere Zonen des Hochofens, in denen eine Verbrennung mit Sauerstoffüberschuß überhaupt nicht stattfinden soll. Es ist auch jedem Hochöfner bekannt, daß Oberfeuer stets Anlaß zu Störungen gibt, und zwar manchmal zu Störungen schlimmster Art.

Oberfeuer entsteht unter gewöhnlichen Umständen durch Einführung zu großer Windmengen, sogenanntes Ueberblasen, wodurch der Sauerstoff der Luft bei der Verbrennung vor den Blasformen nicht

völlig aufgebraucht wird, sondern ein Teil des Sauerstoffes unverbraucht in solche höheren Zonen des Hochofens hinaufrückt, in denen eine Verbrennung nicht mehr stattfinden soll. Dasselbe kann eintreten, wenn man im Hochofen mit zwei verschiedenartigen Brennstoffen arbeitet. Denn gibt man dem Hochofen so viel Gebläsewind, daß der langsamere verbrennende Brennstoff vor den Formen entsprechend rasch verbrennen würde, so brennt durch den Sauerstoffüberschuß, der aus der Schmelzzone in höhere Zonen übergeht, schon ein Teil der nachkommenden, rasch verbrennenden Brennstoffgattung vorzeitig weg und kommt der reduzierenden, schmelzenden Wirkung infolgedessen nicht in vollem Umfange zugute.

Versucht man es hingegen mit wenig Gebläsewind und mit schwächerem Blasen, so bleibt der langsamere verbrennende Brennstoff vor den Formen stehen und sammelt sich noch beträchtlich über die Formhöhe hinauf an, so daß man schließlich zwei Verbrennungszonen bekommt, eine für den langsamer verbrennenden Brennstoff und eine zweite für den rascher verbrennenden in höherer Lage (siehe die

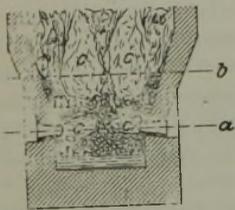


Abbildung 1.  
Senkrechter Schnitt  
durch die untere Hälfte  
eines Hochofens.

Verbrennungsstellen c auf Abb. 1) In beiden Fällen hat man einen hohen Brennstoffverbrauch im Gefolge, und man kann sagen, die Ausnutzung des Gesamtbrennstoffes ist bei Mischung verschiedenartiger Brennstoffe wesentlich ungünstiger als bei Anwendung einer gleichförmigen Brennstoffgattung (vgl. Abb. 1).

Der Höhenunterschied zwischen Zone a und Zone b kann noch viel größer werden, bis an den Kohlensack und noch weiter hinauf reichen. Aus diesen Beobachtungen erklärt sich, daß es sehr schwierig ist, einen geeigneten Weg zu finden, um Brennstoffe mit verschiedener Verbrennungsdauer oder Verbrennungsgeschwindigkeit im Hochofen nebeneinander gleichzeitig mit Vorteil anzuwenden. Es spielt demnach die Verbrennungsgeschwindigkeit der Brennstoffe eine hervorragende Rolle.

Verbrennt man einen Brennstoff in einem geschlossenen, schachtförmigen Raum, der mit diesem Brennstoff vollgehalten wird, und aus dem oben an der Füllöffnung oder daneben die entstehenden Gase entweichen können, indem man im unteren Teile unter Druck Gebläseluft zuführt, wie etwa beim Hochofen, Kuppelofen oder schachtförmigen Gaserzeuger, so ist man in der Lage, zu beobachten, daß man unter bestimmten gegebenen Verhältnissen in der Zeiteinheit nur eine bestimmte Menge Brennstoff der betreffenden Art durch Verbrennung aufzubrauchen vermag. Wollte man die in der Zeiteinheit verbrannte Brennstoffmenge durch verstärkte Luftzuführung vermehren, so läßt sich von einer gewissen Grenze an die in der Zeiteinheit verbrannte Brennstoffmenge nicht mehr steigern, es

tritt vielmehr eine Verminderung der in der Zeiteinheit verbrannten Brennstoffmenge ein, dadurch verursacht, daß die Gleichgewichtsverhältnisse im betreffenden Verbrennungsapparat durch übermäßige Luftzuführung gestört wurden.

Es soll nun die Verbrennungsgeschwindigkeit durch jene Zeit dargestellt werden, welche erforderlich ist, um 1 m<sup>3</sup> des betreffenden Brennstoffes in einem bestimmten Verbrennungsapparat und bei gegebener Windmenge vollkommen zu verbrennen. Die größte Verbrennungsgeschwindigkeit soll durch jene Zeit dargestellt werden, welche erforderlich ist, um bei Anwendung einer die Gleichgewichtsverhältnisse im betreffenden Verbrennungsapparat noch nicht störenden größten Luftmenge 1 m<sup>3</sup> des Brennstoffes vollkommen zu verbrennen.

Die Verbrennungsgeschwindigkeit ist demnach eine Größe, die in erster Linie von der Größe des Verbrennungsapparates, von der Beschaffenheit und Stückgröße des Brennstoffes und von der Größe der eingeführten Windmenge abhängig ist. Jeder Betriebsleiter eines Ofens oder Verbrennungsapparates vorgenannter Art hat ein hohes Interesse daran, für denselben die normale Verbrennungsgeschwindigkeit sowie die größte Verbrennungsgeschwindigkeit für jede Brennstoffart festzustellen. Das Mindestmaß des Brennstoffverbrauches gegenüber der Erzeugung tritt zumeist nicht bei Anwendung der größten Verbrennungsgeschwindigkeit ein, sondern ist meist mit einer langsameren Verbrennung verbunden. Dies trifft insbesondere für den Hochofen<sup>2</sup> zu. Auch wurden im vorliegenden Falle für einen Holzkohlenhochofen von 50 m<sup>3</sup> Inhalt, 1,7 m Gestell Durchmesser, 2,7 m Kohlensack Durchmesser, 1,7 m Gichtweite und 14,7 m Gesamthöhe die größten Verbrennungsgeschwindigkeiten der verschiedenen Brennstoffe festgestellt, und zwar

- 1 m<sup>3</sup> Fichtenholzkohle aus Sägeabfällen hergestellt, mit 12 kg Hektolitergewicht, verbrannte in 410 sek bei 800 m<sup>3</sup> Windverbrauch;
- 1 m<sup>3</sup> Rundholzkohle aus verschiedenen Nadelhölzern hergestellt, mit 16 kg Hektolitergewicht, verbrannte in 570 sek bei 1140 m<sup>3</sup> Windverbrauch;
- 1 m<sup>3</sup> Birkenholzkohle mit 22 kg Hektolitergewicht verbrannte in 800 sek bei 1590 m<sup>3</sup> Windverbrauch;
- 1 m<sup>3</sup> verkohlter Torf (Torfkoks) mit 22 kg Hektolitergewicht verbrannte in 760 sek bei 1500 m<sup>3</sup> Windverbrauch;
- 1 m<sup>3</sup> Buchen-Retortenholzkohle mit 22 kg Hektolitergewicht verbrannte in 820 sek mit 1640 m<sup>3</sup> Windverbrauch;
- 1 m<sup>3</sup> Buchen-Meilerholzkohle mit 25 kg Hektolitergewicht verbrannte in 920 sek mit 1750 m<sup>3</sup> Windverbrauch;
- 1 m<sup>3</sup> Wöllaner Lignitkoks mit 33 kg Hektolitergewicht verbrannte in 1220 sek mit 2300 m<sup>3</sup> Windverbrauch;
- 1 m<sup>3</sup> leichter ober-schlesischer Würfelkoks mit 38 kg Hektolitergewicht verbrannte in 1360 sek mit 2500 m<sup>3</sup> Windverbrauch;
- 1 m<sup>3</sup> derber, dichter Ostrauer Hochofenkoks in großen Stücken mit 50 kg Hektolitergewicht verbrannte in 2250 sek mit 3200 m<sup>3</sup> Windverbrauch.

Wie bereits erwähnt, ist ein Betrieb mit gemischtem Brennstoff schwierig, und es sollen nun

nach den gemachten Erfahrungen geeignete Mittel und Maßnahmen erörtert werden, um die Schwierigkeiten, die sich bei gleichzeitiger Anwendung verschiedener Brennstoffe einstellen, zu beheben. Als solche seien nun hervorgehoben:

- a) die Anwendung von Brennstoffen, die im Hektolitergewicht und in der Verbrennungsdauer nicht allzusehr verschieden sind; so z. B. lassen sich die Brennstoffe Nr. 1 bis 4 obiger Aufstellung gut mischen, ebenso Nr. 3 bis 5, Nr. 5, 6 und 7, Nr. 5, 6 und 8, Nr. 5, 7 und 8 und endlich Nr. 5, 6 und 9 oder Nr. 5, 8 und 9. Ungünstig wäre die Mischung z. B. der Brennstoffe Nr. 1, 8 und 9 oder Nr. 2, 8 und 9, Nr. 1 und 6, Nr. 1 und 7, Nr. 2 und 9;
- b) die Auswahl der geeigneten Stückgröße des Brennstoffes.

Um die Ungleichheiten in der Verbrennungsgeschwindigkeit der einzelnen Brennstoffe möglichst zu beseitigen, ist es empfehlenswert, jenen Brennstoff, der auf die Volumeinheit am meisten Kohlenstoff enthält, daher am dichtesten und schwersten ist, in kleinerer Stückgröße anzuwenden als den leichteren Brennstoff mit dem kleineren Hektolitergewicht. Nun tritt die Frage auf, die Stückgröße zu bestimmen. Steht z. B. Buchen-Retortenholzkohle mit etwa 7 cm Stückgröße zur Verfügung, und soll ein möglichst großer Hundertsatz von oberschlesischem leichten Koks von 380 kg Kubikmetergewicht verwendet werden, so ist zweifellos die Geschwindigkeit, mit der ein Stück Brennstoff im Luftstrom durch Verbrennung aufgezehrt wird, abhängig:

α) von der Größe des Stückes und seiner Form. Bei sonst gleichem Volumen wird wohl jenes Stück am raschesten aufgezehrt, welches dem Luftstrom die größere Oberfläche bietet.

β) von der Dichte des Brennstoffes. Ein poröser und lockerer Brennstoff verbrennt viel rascher als ein dichter und fester Brennstoff.

γ) von der Zusammensetzung des Brennstoffes. Brennstoffe mit größerem Aschengehalt verbrennen im allgemeinen viel langsamer als solche gleicher Art mit geringem Aschengehalt.

δ) von der Stärke des eingeführten Windstromes. Diese umfaßt Windmenge und Windpressung und muß dem Brennstoffe jeweils angepaßt sein. Die Windpressung hängt nun wieder innig zusammen mit der Stückgröße des im betreffenden Verbrennungsapparat zu verbrennenden Brennstoffes. Je kleiner die Stückgröße des Brennstoffes, desto mehr setzt die Ofenfüllung dem eindringenden Luftstrom Widerstand entgegen, desto höher steigt bei gleicher Windmenge die Windpressung.

Nehmen wir nun an, alle übrigen Verhältnisse seien dieselben wie bei dem Beispiel der Verbrennung von Buchen-Retortenholzkohle von etwa 7 cm Stückgröße, so wird die Oberfläche  $O_1$  des Stückchens Buchen-Retortenholzkohle zur Oberfläche  $O_2$  des Stückchens schlesischen Kokes im umgekehrten Verhältnisse stehen müssen gegenüber den Verbrennungszeiten, wenn beide Brennstoffe nebeneinander verbrannt und gleichzeitig aufgezehrt

werden sollen. Die Verbrennungszeit für 1 m<sup>3</sup> Buchen-Retortenholzkohle ist nach der Aufstellung für den beschriebenen Holzkohlenhochofen 820 sek, jene für oberschlesischen leichten Koks 1360 sek. Es ergibt sich demnach folgendes Verhältnis: Oberfläche der Buchen-Retortenholzkohle  $O_1$ : Oberfläche des Kokes  $O_2 = 1360 : 820$ . Nimmt man an, daß der Brennstoff in Würfelform gegeben wird, so ist  $O_1$  gleich  $6 s_1^2$ , wobei  $s_1 = 7$  cm die Seitenlänge des Stückchens der Buchen-Retortenholzkohle von 7 cm Stückgröße darstellt.  $s_2$  hingegen ist die gesuchte Stückgröße des zweiten zu verwendenden Brennstoffes, in diesem Falle des oberschlesischen Würfelkokes.

$$\begin{aligned} O_1 : O_2 &= 6 s_1^2 : 6 s_2^2 = 1360 : 820 \\ s_1^2 : s_2^2 &= 136 : 82 \quad (s_1 = 7) \\ 49 : s_2^2 &= 68 : 41 \\ s_2^2 &= \frac{49 \times 41}{68} \\ &= 29,5 \\ s_2 &= 5,4 \text{ cm} \end{aligned}$$

Die Stückgröße des oberschlesischen Würfelkokes hätte somit die Größe von 5,4 cm nicht zu überschreiten, sofern derselbe im Verbrennungsapparate gleichzeitig mit Buchen-Retortenholzkohle von 7 cm Stückgröße aufgezehrt sein soll. Würde man Ostrauer Hochofenkoks mit Buchen-Retortenholzkohle von 7 cm Stückgröße zusammen verarbeiten wollen, so ergibt sich folgende Rechnung:

Oberfläche $O_1$ der Buchen-Retortenholzkohle	
Oberfläche $O_3$ des Ostrauer Kokes	
Verbrennungszeit eines m <sup>3</sup> Ostrauer Kokes	
=	Verbrennungszeit eines m <sup>3</sup> Buchen-Retortenholzkohle
$O_1$	$O_3$
=	=
$O_2$	$O_3$
=	=
$49$	$225 s_3^2$
=	=
$49 \times 82$	$225$
=	=
$s_3$	$s_3$
=	=
$4,2 \text{ cm}$	$17,8$

d. h. die Stückgröße des anzuwendenden Ostrauer Kokes hätte demnach etwa 4 cm nicht zu überschreiten.

c) Die Anwendung einer vermehrten Anzahl von Luftenblaseöffnungen (Blasformen) ist ein weiteres Mittel, um die Verwendung eines größeren Zusatzes von Koks im Hochofen zu ermöglichen bzw. den gemischten Betrieb zu erleichtern. Beim Betriebe des Holzkohlenhochofens hat sich gezeigt, daß bei kleiner Formenzahl die Anwendung der langsam verbrennenden Brennstoffe von kleiner Stückgröße fast unmöglich oder sehr beschränkt ist. Der langsam verbrennende Brennstoff legt sich in den Räumen a (Abb. 2) zwischen den Blasformen an, bleibt unverbrannt sitzen, wird nur sehr langsam aufgezehrt und verhindert zudem noch das gleichmäßige Niedergehen der Ofenbeschickung, was sich im ruckweisen

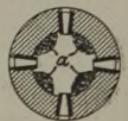


Abbildung 2.  
Schnitt  
durch die  
Düsenebene.

Vorgehen und Stürzen der Gichten äußert. Es ist demnach bei Verwendung von langsam verbrennenden und kleinstückigen Brennstoffen eine große Formenzahl erforderlich. Bei alleiniger Anwendung von leichter Holzkohle ist eine zu große Formenzahl hingegen ungünstig, da das im Entstehen begriffene Roheisen im ganzen Ofenquerschnitt in Formhöhe durch sauerstoffreiche Hohlräume (Fokuse) wandern muß, wobei zu geringe reduzierende Wirkung erzielt wird und der Ofen übergroße Neigung zeigt, kohlenstoffarmes Roheisen zu erzeugen, wofür man meist nicht genügende Verwendung hat. Es ist dann notwendig, im Verhältnis zum Erzsätze einen großen Brennstoffüberschuß zu geben, was aus wirtschaftlichen Gründen unvorteilhaft ist. Die beste reduzierende Wirkung und Brennstoffausnutzung im Hochofen kann nur dann erzielt werden, wenn das aus den Erzen im Augenblicke des Erweichens austretende Schmelzgut sofort auf glühenden Koks oder Holzkohle trifft und gleichsam durch ein Filter von weißglühendem Brennstoff wandern muß. Dabei hat das Eisen durch unmittelbare Berührung mit dem festen Brennstoff Gelegenheit, Kohlenstoff aufzunehmen, wodurch bewirkt wird, daß das Eisen leichter schmelzend und dünnflüssiger wird, während die Schlacke auch Gelegenheit hat, im weißglühenden Brennstoff die nötige Temperatur zu erhalten, um sich vom Eisen vollends abzuschneiden. Bei einer zu großen Formenzahl ist dieses Filter, wenn man es so nennen will, zu sehr unterbrochen; es muß der größte Teil gebildeten Eisens die sauerstoffreichen Fokuse durchwandern, wodurch die Kohlenstoffaufnahme nicht nur behindert wird, sondern es den Anschein hat, als ob sogar ein teilweises Frischen des bereits gebildeten Roheisens eintreten würde, was sich darin äußert, daß ein Holzkohlenhochofen bei Verwendung leichter rasch verbrennender Holzkohle bei zu großer Formenzahl und sonst guten Brennstoffverhältnissen stets Neigung zum „Mattgehen“ zeigt und kohlenstoff-, mangan- und siliziumreicherer Roheisen nur bei langsamem Gang erblasen werden kann. Bei dem in Betracht kommenden Holzkohlenhochofen mit acht Formen ist es vorteilhaft, in Zeiten, in denen nur ganz leichte Holzkohle, wie Nadelholzkohle aus Sägeabfällen usw., zur Verfügung steht, einen Teil der Blasformen zuzuschlagen und nur mit 4 oder 6 Blasformen zu blasen, während es bei Mitverwendung von Koks aller Art vorteilhafter ist, mit allen acht Formen gleichzeitig zu blasen.

d) Schließlich hat die Erfahrung noch ein Mittel gelehrt, das die gemischte Verwendung verschiedener Brennstoffarten im Hochofen erleichtert. Es besteht darin, daß man den Gebläsewind nach dem Eisenabstich in jenem Maße einführt, als ob der Hochofen nur mit Holzkohle beschickt würde. Nun steigert man bis zum nächsten Eisenabstich allmählich die Windmenge auf jenes Maß, welches sich aus der Erfahrung bei der Anwendung des im Gebrauch stehenden schwersten Brennstoffes als das zweckmäßigste erwiesen hat. Bleibt man unter dieser erfahrungsgemäßen Höchstwindmenge zu weit

zurück, so tritt trotz genügenden Brennstoffes im Hochofen ein kalter Ofengang ein. Wendet man hingegen eine zu große Windmenge an, so ergeben sich Störungen des Gleichgewichtes infolge Verlegung der Verbrennungszone in höhere Ofenzonen. Unter dem Gleichgewicht in der Verbrennung innerhalb eines Verbrennungsapparates versteht man jenen Zustand, bei welchem sich unter gleichen Verhältnissen ein gleichmäßiger Dauerbetrieb beim geringsten Brennstoffverbrauch und der größten Erzeugung einstellt. Ist es möglich, Brennstoffe in jener Stückgröße zu benutzen, welche erforderlich ist, um sie in Gemeinschaft und gleichzeitig im Hochofen oder in einem anderen Verbrennungsapparate verwenden zu können, so geht der Betrieb mit gemischtem Brennstoff leidlich glatt vonstatten. Ist es jedoch nicht möglich, Brennstoff von gleichmäßiger Stückgröße zu beschaffen, so bleibt nichts anderes übrig, als durch Zerkleinerung zu großstückige Brennstoffe auf eine kleinere Stückgröße zu bringen, während die Anwendung eines Brennstoffes zu kleiner Stückgröße nachteilig ist, besonders dann, wenn sie kleiner als 2 cm wird. Dies ist der Grund, weshalb manche Brennstoffe, die in der Hitze zu ganz kleinen Stückchen zerfallen, als Hochofenbrennstoffe gar nicht brauchbar sind, so z. B. roher Lignit, teilweise auch verkohlte, lignitartige Braunkohle (wie z. B. Köflacher Kohle), sehr feuchte Buchen-Meilerholzkohle usw. Der solcherart zerfallende Brennstoff legt sich im Verbrennungsapparat derart dicht, daß ein regelmäßiger Betrieb nicht erzielt werden kann.

Die besten Ergebnisse beim Betriebe mit gemischtem Brennstoff wurden bei dem in Betracht kommenden Holzkohlenhochofen bei Verwendung von je einem Raumdrittel Buchen-Retortenholzkohle von etwa 7 cm Stückgröße, Buchenmeilerkohle und ober-schlesischem Koks von etwa 5 cm Stückgröße erzielt. Bei Verwendung von Buchen-Retortenholzkohle mit leichtem, kleinstückigem Koks und acht Blasformen kann man bis zu einem Koks-zusatz von 50 Raumteilen gehen. Verkohlte Torfkohle verträgt sich bis zur Hälfte des Raumes mit Holzkohle. Wöllaner Lignitkohle (verkohlt bzw. destilliert) geht bis zu 50 % mit Holzkohle. Hingegen kann Ostrauer Hochofenkoks nur bis zu 25 % des Volumens mitverwendet werden. Von den Holzkohlensorten ist für den gemischten Betrieb jene Holzkohle am wenigsten geeignet, welche aus Sägeabfällen, also aus sogenannten Schwartlingen und Säumligen, hergestellt wurde. Diese Art der Holzkohle ist außerordentlich porös und leicht und bietet dem Windstrom wegen der meist flachen Stückform eine große Oberfläche, verbrennt daher sehr rasch, viel rascher als alle übrigen in Betracht kommenden Brennstoffe, so daß außer Holzkohle fast kein Brennstoff zu finden ist, der mit dem Verbrennungstempo dieser Holzkohlenart einigermaßen Schritt halten kann. Mit diesem Brennstoff kann man nur Nadelholzkohle (Rundholzkohle aller Art), Birkenkohle oder verkohlten Torf gleichzeitig in Verwendung nehmen.

Es wurden auch Schmelzversuche mit verkohlter (destillierter), aschenarmer, lignitischer Braunkohle durchgeführt, die folgende Erfahrungen zeitigten. Es gibt in den Alpenländern unter den glazialen Ablagerungen früherer Zeitepochen Braunkohlen, die von der holzartigen Beschaffenheit wenig eingeübt haben, Lignite mit geringem und größerem Aschengehalt. Wenn auch der Gedanke nahelag, aschenarme, holzartige, d. h. lignitische Braunkohle unmittelbar und zusammen mit Holzkohle zu verwenden, so geschah dies nicht, da man vor vielen Jahren in einem Vordernberger Holzkohlenhochofen mit Köflacher lignitischer Braunkohle, die roh in großen Stücken aufgegeben wurde, schlechte Erfahrungen gemacht hatte. Die rohe lignitische Braunkohle enthält viel Wasser, wird in der Hitze sehr gerissen, zerfällt zu Kohlenklein und legt sich im Hochofen derart dicht, daß sofort Störungen eintreten. Man versuchte es mit gedarrter Köflacher Kohle. Doch auch dann zerfiel die Kohle zu sehr im Hochofen. Der Verfasser machte glücklichere Versuche mit lignitischer Braunkohle des Wöllaner Kohlenbeckens, das in der früher österreichischen Untersteiermark, heute jugoslawisch, gelegen ist. Diese lignitische Braunkohle, die als Ersatz für mangelnde Holzkohle sehr geeignet ist, wurde versuchsweise in gewöhnlichen Meilern wie Holz verkohlt, ergab schöne, holzkohlenähnliche Stücke von

2 bis 15 cm Größe, aschen- und schwefelarm, die nicht so sehr die Neigung zeigten, in der Hitze des Hochofens zu zerfallen. Leider war diese Kohle auch nicht in größeren Mengen auf die Dauer zu haben.

Schließlich wurden auch Schmelzversuche mit destilliertem Torf (Torfkoks) unternommen. Dieser ließ sich, wenn genügend fest, sehr gut als teilweiser Ersatz für Holzkohle verwenden. Doch auch davon waren nur beschränkte Mengen, die nur für Schmelzversuche ausreichten, zu haben. Weiter wurde auch Koks aus den Destillationsrückständen von Gaswerken versucht, der ebenfalls im Gemische zu brauchen ist. Doch sind von allen diesen Kokssorten nirgends nennenswerte Mengen beziehbar, so daß diese Stoffe für eine regelmäßige Hochofenbeschickung nicht in Betracht kommen.

#### Zusammenfassung.

Vorbeschriebene Erfahrungen lehren, daß ein Betrieb mit gemischtem Brennstoff immer ungünstiger ist als ein Betrieb mit gleichförmigem und gleichartigem Brennstoff, und dies umso mehr, je ungleichartiger die Brennstoffe in Dichte und Raumgewicht (Hektolitergewicht) sind. Auch bei Verwendung ein und desselben Brennstoffes, z. B. Koks, ist es günstiger, gleichartigen Koks zu verwenden, als mit den Kokssorten in der Stückgröße fortwährend zu wechseln.

## Schaumsteine.

### Neues Verfahren zur Herstellung von Leichtsteinen aus Hochofen- oder anderen Schlacken<sup>1)</sup>.

Von Dipl.-Ing. Arvid Frisak in Breslau.

*(Bimssteine. Hochofenschwemmsteine. Gegossene Schaum Schlackensteine („Schaumsteine“); ihre Herstellung und Eigenschaften. Bedingungen für das Aufblähen der Schlacken. Eigenschaften der Schaum Schlacken vor dem Erstarren, während und nach der Abkühlung. Druck- und Stoßfestigkeit. Wärmeleitfähigkeit. Zusammensetzung und Druck der Porengase. Wasser- und Luftdurchdringlichkeit. Zerfallmöglichkeiten. Widerstand gegen Witterung. Schwefelgehalt der Porengase.)*

In der Natur findet man poröse Silikatschmelzen in der Form von Bimssteinen, d. h. Magmen, die vor der völligen Erstarrung sich aufgebläht haben, sei es durch Entweichen der aufgelösten Gase oder durch Einwirkung von Wasser, z. B. beim Ueberfließen auf sumpfige Böden. Die Vorkommen bei Neuwied am Rhein sind schon lange zur Herstellung der „rheinischen Schwemmsteine“ verwendet worden. Vor Ausbruch des Krieges betrug die jährliche Fertigung von diesen Steinen etwa 350 Millionen Stück. Die Herstellung erfolgt in der Weise, daß der Bimsstein in passender Korngröße, mit Kalk oder hydraulischen Bindemitteln gemischt, in Formen gepreßt wird, worauf die Formsteine einige Monate zum Abbinden gelagert werden. Die fertig abgebundenen Steine haben eine Druckfestigkeit von 20 bis 30 kg/cm<sup>2</sup> und sind gute Isoliermittel. Durch Ministerialerlasse ist die Verwendung dieser Steine auch zum Bau

kleinerer Häuser genehmigt worden, und zwar brauchen dabei die Außenwände nur 1 Stein stark gebaut zu werden, während Ziegelmauerwerk 1½ Stein stark sein muß.

Eine allgemeinere Bedeutung hat die Herstellung der „Hochofen-Schwemmsteine“, wobei der Bimsstein durch stückförmige Schaum Schlacke ersetzt wird. Die Möglichkeit, Hochofenschlacken aufzublähen, war schon längere Zeit bekannt, ebenfalls die Herstellung von Schlackensteinen aus granulierter Schlacke. C. H. Schol ist es als ertsem gelungen, ein technisches Verfahren zur Verwertung der Schaum Schlacke für Leicht-Steine auszuarbeiten, dessen Grundzüge folgende sind<sup>2)</sup>:

Die feuerflüssige Hochofenschlacke wird in einen Behälter mit heißem Wasser geleitet, und zwar so, daß sie möglichst wagerecht auf den Wasserspiegel trifft und mit möglichst heißem Wasser in Berührung kommt. Wenn die Schlacke die richtige Beschaffenheit hat, bläht sie sich auf und bleibt größtenteils auf der Wasseroberfläche schwimmend,

<sup>1)</sup> Auszug aus der Dissertation: „Ueber das Aufblähen von Schlacken und die Eigenschaften der gebildeten Schaum Schlacken“, genehmigt von der Technischen Hochschule zu Breslau, November 1922.

<sup>2)</sup> Vgl. St. u. E. 40 (1920), S. 326/32.

in größere und kleinere Stücke zerfallend. Diese werden mit Hilfe eines Becherwerks herausgeholt und abgeseiht. Der leichte Teil, die stückförmige Schaum Schlacke — von Schol „Thermosit“ genannt —, mit einem spezifischen Gewicht von angeblich meist 0,15 bis 0,30, wird nach dem Trocknen zerkleinert, gesiebt und sortiert. Der Teil mit Korngröße 3 bis 15 mm wird mit einem aus den feineren Schlackenteilen und Kalk hergestellten Schlackenzement naß gemischt und zu Steinen geformt. Diese werden zuerst einige Stunden mit Dampf behandelt und müssen dann zwecks weiteren Abhärtens mehrere Wochen lagern.

Die fertigen Steine haben ein spezifisches Gewicht von meist etwa 0,75 bis 0,95, während die rheinischen Schwemmsteine etwas leichter sind. Die Druckfestigkeit ist geringer als die der rheinischen Schwemmsteine und beträgt meist 9 bis 16 kg/cm<sup>2</sup> 1).

Ein Verfahren zur Herstellung von gegossenen Leichtsteinen aus Schlacken ist während der letzten

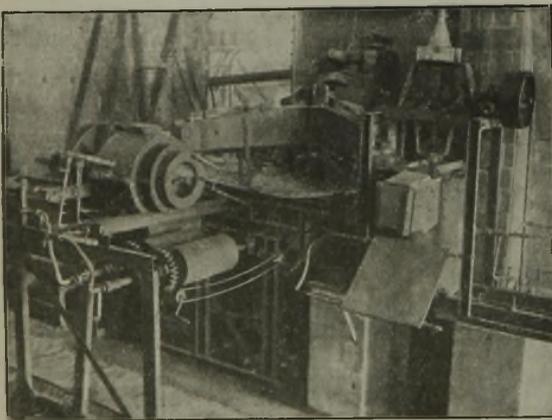


Abbildung 1. Schaumapparate in Fiskaa.  
Der linke Apparat ist der neuere und zweckmäßigere.

fünf Jahre in Norwegen durch die Gesellschaft „Det Norske A/S for Elektrokemisk Industri“ ausgearbeitet worden. Die Versuche wurden auf Veranlassung des Direktors Dr. Ing. Sem im Herbst 1917 angefangen und bis zum Frühjahr 1921 fortgesetzt; die ersten zwei Jahre in Lysaker bei Kristiania, die letzten zwei in Fiskaa bei Kristiansand, wo mehr elektrische Kraft zur Verfügung stand, und wo ein größerer Ofen gebaut werden konnte. Leiter der Versuche waren Direktor Dr. Ing. Sem, dem die Erfolge der Ausarbeitung des Verfahrens zum großen Teil zuzuschreiben sind, und der Verfasser dieser Abhandlung.

Von Anfang an wurde darauf hingezielt, einen ununterbrochenen Strom feuerflüssiger, po-

1) Diese verhältnismäßig geringe Druckfestigkeit der Hochofenschwemmsteine mag durch Verbesserung des Bindemittels etwas erhöht werden können; es scheint dem Verfasser aber, daß der Erreichung wesentlich höherer Druckfestigkeiten entscheidende Gründe entgegenstehen, die mit dem Verfahren unlösbar verknüpft sind. Durch das Abschrecken im Wasser wird nämlich die Schlacke verhältnismäßig spröde, und die daraus hergestellten Steine können, selbst mit guten Bindemitteln, nie eine sehr hohe Druckfestigkeit erreichen.

röser Schlacke zu erhalten, die Hauptbedingung für ein Gießen der Schaum Schlacke und für eine Fertigung von Schaum Schlacken Steinen ohne Bindemittel. Es wurde eine Reihe von Mitteln versucht, die das Aufblähen von Schlacken bewirken könnten, bis wir bei Wasser als dem einzig möglichen Mittel blieben.

Viele Apparatartern wurden ausgeprobt, bis wir uns für die in Abb. 1 wiedergegebene Bauart entschieden. Diese Vorrichtung besteht aus einem liegenden Zylinder mit Einlauf und Auslauf, einem Wasserzuleitungsrohr besonderer Bauart mit Rotamesser, einem Paar verstellbarer wassergekühlter Walzen, Schlackenrinne und Zubehör.

Die Schlacke fließt vom Ofen durch die Rinne in den Zylinder, kommt hier mit dem Wasser aus dem Zuleitungsrohr in Berührung, bläht sich auf und bewegt sich infolge des Druckes der gleichmäßig zuströmenden frischen Schlacke, unterstützt durch die Bewegung des Rührwerks, nach der Austrittsöffnung, von wo sie in einem ständigen Strom einer zähen, hochporösen Masse herunterfließt<sup>1)</sup>.

Die aus dem Zylinder tretende Schaum Schlacke ist noch sehr warm, obwohl sie infolge der zahlreichen kleinen Gasbläschen ihre Leichtflüssigkeit eingebüßt hat. Wenn man diese Schlacke sofort in Gießformen bringt, so kann das Innere der Formsteine, infolge des schlechten Wärmeleitvermögens der Schaum Schlacke, nicht schnell genug bis zur Erstarrungstemperatur gekühlt werden, und ein teilweises Zusammenlaufen der Poren zu größeren Gasblasen ist unvermeidlich. Dieser Uebelstand wurde behoben durch die Einführung der wassergekühlten Walzen, die selbst viel Wärme aufnehmen und dabei eine beliebige starke Luftkühlung der dünnen Bandschichten ermöglichen.

Die bandförmige Schaum Schlacke bewegt sich von dem Walzenpaar auf einer schräg gestellten wassergekühlten Eisenplatte in die unmittelbar darunter angeordneten Gießformen, die eine endlose Kette bilden. Im Augenblick des Füllens der Form sind dann die im Inneren liegenden Teile der Schaum Schlacke ebenso stark gekühlt wie die äußeren<sup>2)</sup>.

Bei der Ueberwachung des Schaum- und des Gießapparats hat man verschiedene Regelungsmöglichkeiten an der Hand. Es lassen sich nämlich nach Wunsch einstellen: 1. die Temperatur der Ofenschlacke, 2. die Geschwindigkeit der Schlackenzufuhr in den Schaumapparat, 3. die Wasserzufuhr, 4. die Walzenstellung, 5. die Luftkühlung und 6. die

1) Während bei der „Thermosit“-Herstellung die Schlacke in Berührung mit einem großen Uberschuß von Wasser kommt, ist die Wasserzufuhr im Schaumapparat so gering, daß die Schlacke auch nach dem Aufblähen feuerflüssig bleibt. Die Wassermenge beträgt nur etwa 3% vom Gewicht der Schlacke.

2) Die Abkühlung des Bandes wird natürlich nur so weit getrieben, daß die Schaum Schlacke noch eine genügende innere Beweglichkeit besitzt. Nach dem Durchlaufen der Walzen ist die Masse noch formbar und knetbar wie Teig; das Band sintert zu einem einheitlichen Block zusammen, wie aus Abb. 3, 5 und 8 zu ersehen ist.

Geschwindigkeit der Formkette. Durch diese Mittel kann man den gewünschten Porositätsgrad, die zweckmäßigste Vorkühlung der Schaumslagge sowie einen regelmäßigen Betriebsgang erzielen.

Die Leistung des in Abb. 1 gezeigten Schaumapparats beträgt etwa zwei bis fünf Tonnen Schaumslagge, gleich 2000 bis 5000 Normalsteine je Stunde. Wegen seiner großen Leistungsfähigkeit ist der Versuchsapparat niemals viel über eine Stunde im Betriebe gewesen. Aus demselben Grunde sind die Abkühlungsvorrichtungen nicht für einen Dauerbetrieb ausgebaut worden.

Im fabrikmäßigen Betriebe müßten die fertig gegossenen Steine, die dauernd von dem Gießapparat abgegeben werden, unmittelbar den Tunnel-Abkühlungsöfen zugeführt werden. In diesen müßten sie eine Zeit von etwa vier bis acht Stunden zur Abkühlung verbleiben.

In Fiskaa geschah das Gießen meist in einzelnen Formen, obwohl auch ein Gießapparat mit endloser Formkette und Preßrollen, etwa wie er für den Fabrikbetrieb gedacht ist, ausprobiert wurde. Der größte Teil der Schaumslagge wurde bei den Versuchen nicht vergossen, sondern auf Eisenblechen fortgeschafft. Dieser Teil bildete eine luftgekühlte weiße Masse, die natürlich eine viel kleinere Druckfestigkeit hatte als die langsam gekühlten Schaumsteine, aber andererseits eine höhere Festigkeit als die abgeschreckte Therosmitmasse, die Schol benutzt<sup>1)</sup>.

Als Rohstoff können verwendet werden alle diejenigen Schlacken, welche sich durch Einleiten in Wasser oder Behandlung mit nassem Dampf (wie z. B. Schol es tut) aufblähen lassen, also gewisse Hochofenschlacken und andere Schlacken ohne irgendwelche Vorbehandlung, ferner Schlacken fast aller Art nach reduzierendem Schmelzen mit Zuschlägen und endlich natürliche Gesteine und Sand nach dem Verschmelzen mit Kalk, basischen Schlacken oder anderen geeigneten billigen Rohstoffen. Jede Schlackge, die sich überhaupt mit Wasser aufblähen läßt, kann für das Gießverfahren verwendet werden. Man bekommt aber nur dann schön weiß aussehende Steine, wenn man mit verhältnismäßig stark sauren oder tonerhaltigen Schmelzen arbeitet. Günstigerweise läßt jede Schlackge sich durch das Durchleiten durch einen Elektrodenofen unter zweckmäßigen Zusätzen in eine geeignete Schmelze überführen, und zwar meist ohne allzu große Kosten.

Die Herstellungskosten von Schaumslaggesteinen nach dem Gießverfahren der „Elektrokemik Industri“ wurden für Norwegen im Jahre 1920 für Normalsteine (25 × 12 × 6,5 cm) auf etwa 50 Kronen für 1000 Stück berechnet, während zu gleicher Zeit der Verkaufspreis von gewöhnlichen Ziegelmauersteinen etwa das Doppelte betrug. Die Kosten des

<sup>1)</sup> Die luftgekühlte Schaumslagge, die sicher mindestens ebenso wirtschaftlich wie die getrocknete wasserabgeschreckte Scholsche Schaumslagge hergestellt und zerkleinert werden kann, könnte als Rohstoff für Schwemmsteine dienen und müßte dann den Steinen eine größere Druckfestigkeit geben, als man durch Therosmit erreichen kann.

Aufblähens und des Gießens sind gering, da die Apparate im Verhältnis zur Leistung, 2000 bis 5000 Steine je Stunde, billig sind und wenig Bedienung erfordern. Die größten Kosten kommen auf die Tunnel-Abkühlöfen und die Bedienung derselben<sup>1)</sup>. Stellt man wie unten die einzelnen Vorgänge der beiden Herstellungsverfahren für Leichtsteine aus Schaumslagge einander gegenüber, so sieht man, daß das Gießverfahren einfacher ist als das Scholsche, und daß es neben besserer Beschaffenheit des Erzeugnisses Bedingungen für eine billigere Arbeitsweise in sich trägt:

Gießverfahren.	Schols Verfahren.
1. Etwaige Behandlung im elektrischen Ofen.	1. Etwaige Behandlung im elektrischen Ofen.
2. Aufblähen im Schaumapparat.	2. Aufblähen im Wasserbehälter.
	3. Wegschaffen aus dem Behälter.
	4. Trocknen.
	5. Zerkleinern und Sieben.
3. Gießen.	6. Herstellung des hydraulischen Zements.
	7. Mischen des Therosmits mit dem Zement.
	8. Formen der Mischung in Formmaschinen.
4. Abkühlung in Tunnelöfen.	9. Abhärten in Tunnelöfen.
	10. Abhärten durch mehrwöchiges Lagern.

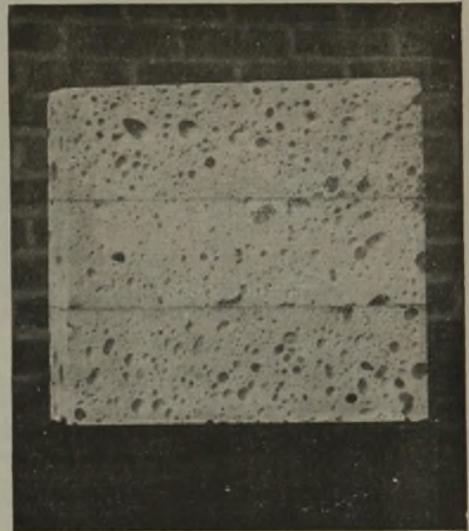


Abbildung 2. Drei geschliffene, mit Zement zusammengebundene Schaumsteine. Vergleiche die Fugen der Schaumsteine mit denjenigen der Mauerwand dahinter.

Das niedrige spezifische Gewicht und die schlechte Wärmeleitfähigkeit der Schaumsteine machen diese

<sup>1)</sup> Die etwaige Durchführung der feuerflüssigen Schlackge durch einen elektrischen Ofen zwecks Reduktion würde an Strom etwa 100 kWst je t kosten, für je 10% kalte Zumischung etwa 60 bis 100 kWst mehr. Eine Tonne Schlackge, aufgebläht zum spezifischen Gewicht 0,60 bis 0,40, gibt etwa 1000 bis 1400 Steine (25 × 12 × 6,5 cm). (Bei einem Vorkriegspreis von 200  $\mathcal{M}$  je kW/Jahr würden also bei 8000 st für Reduktion und Schmelzung eines Zusatzes von 20% die Stromkosten je 1000 Steine etwa 4,50  $\mathcal{M}$  ausmachen.)

sehr wertvoll als Bausteine. Die Wohnhäuser werden wärmer als Ziegelmauerhäuser, die Wände können dünner gehalten werden, ferner können die Grundmauern wegen des geringeren Mauerweights schwächer ausgeführt werden, und außerdem werden die Beförderungs- und Baukosten kleiner. Da die Steine ohne große Kosten mittels Karborundumsteine plan geschliffen werden können, kann man die Fugen sehr klein halten und an Mörtel sparen. (Vgl. Abb. 2.)

Im vorstehenden ist ein Ueberblick über die Geschichte der Schaumslaggensteine, die Herstellungsweise gegossener Steine und ihre Verwendbarkeit gegeben worden. Auf den folgenden Seiten

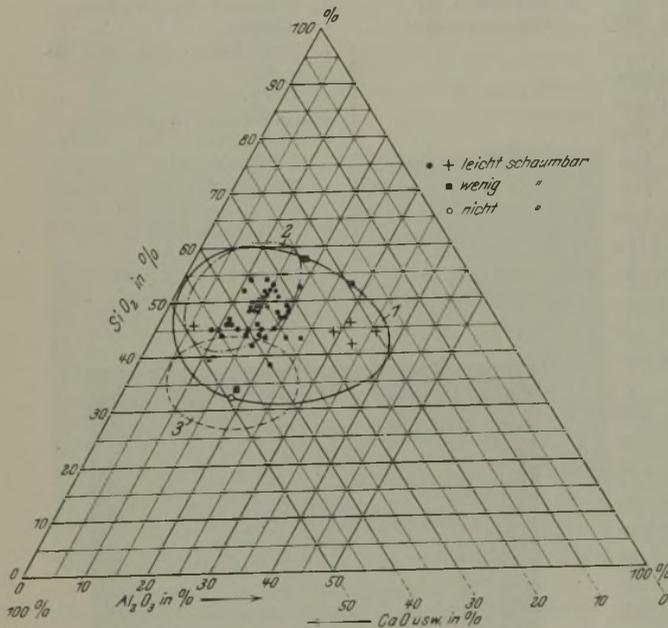


Abbildung 3. Schaumbare  $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO}$ -Schlacken. Die Kreise 1, 2 und 3 geben die ungefähre Lage folgender Gebiete an:

1. die schaumbaren Schlacken,
- 2.\* der Holzkohlenhochofenschlacken von Graueisen,
- 3.\* der Kokshochofenschlacken von Graueisen.

\* Die beiden letzteren nach Mathesius (Neumann), St. u. E. 38 (1918), S. 953.

sollen die Bedingungen für das Aufblähen verschiedener Schlacken und weiter die Eigenschaften der entstandenen Schaumslaggen vor dem Erstarren, während der Abkühlung und nach der Abkühlung erörtert werden.

#### Aufblähen von Schlacken.

Die gewonnenen Erkenntnisse über das Aufblähen von Schlacken wurden durch Versuche ermittelt, die nach drei Hauptrichtungen geführt worden sind:

Erstens wurden die verschiedenen Mittel gesucht, die imstande sind, eine Schlacke aufzublähen. Dabei wurden erprobt:

1. Kräftiges mechanisches Rühren.
2. Einblasen von Luft (mit und ohne Rühren).
3. Einblasen von gewöhnlichem Dampf (wasserhaltig).

4. Einblasen von trockenem Dampf (überhitzt).
5. Wasser und feuchter Sand usw.
6. Verschiedene gasabgebende Stoffe, wie Holz, Torf, Dolomit, Kalkstein, Natriumkarbonat, Nitrate und höhere Oxyde; außerdem einige indifferenten Stoffe, wie Sand, Ton usw.

Das Ergebnis dieser Versuche war immer negativ, sofern nicht Wasser oder Feuchtigkeit zugegen war. Während die trockenen Mittel versagten, konnten Schlacken durch Wasser, nassen Dampf, feuchten Sand, feuchten Ton, feuchtes Holz usw. zum Aufblähen gebracht werden<sup>1)</sup>.

Zweitens wurden Versuche angestellt, um die Grenzen der chemischen Zusammensetzung der schaumbaren Schlacken sowie die Einflüsse der Temperatur und des Viskositätsgrades u. a. m. festzustellen. Diese Versuche hatten folgende Ergebnisse:

1. Fast alle Eisenhochofenschlacken und viele andere technische Schlacken sind schaumbar, falls sie nicht zu hohe Gehalte an Eisenoxydul (bzw. -oxyd) oder anderen leicht reduzierbaren Metalloxyden haben. Die obere Grenze des Eisengehaltes liegt bei etwa 3% FeO.
2. Der Viskositätsgrad einer Schlacke darf nicht so hoch sein wie der eines Glasflusses und nicht so niedrig wie der einer sehr kurzen Hochofenschlacke.
3. Die Schlacke darf nicht vor dem Aufblähen so kalt sein, daß sie schwerflüssig ist.
4. Durch Regelung verschiedener Umstände — hauptsächlich der Temperatur der zulaufenden Schlacke und der Zeit des Einwirkens des Wassers — konnten Schaumslaggen von jedem Porositätsgrade erhalten werden. In einzelnen Fällen ist ein Porositätsgrad bis 97% erreicht worden, also ein Verhältnis des Porenvolumens zum Schlackenvolumen gleich 97:3 bei einem spezifischen Gewichte von 0,075.

Die Versuche zwecks Feststellung der Grenzen der chemischen Zusammensetzung schaumbarer Schlacken wurden in der Hauptsache nach folgenden Richtlinien ausgeführt:

a) Zunächst wurden Schlacken, die fast nur aus Kieselsäure, Tonerde und Kalk bestanden, untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen, die

<sup>1)</sup> Es handelt sich hier nur um das Aufblähen von Schlacken außerhalb des Schmelzofens. In elektrischen Schmelzöfen habe ich bisweilen ein starkes Anschwellen der Schlacke bemerkt, nämlich bei hoher Ueberhitzung. Auch in Martinöfen habe ich Anschwellungen beobachtet.

Ueber das Aufblähen unter diesen Verhältnissen habe ich wenig Erfahrung und kann nur meine dahingehende Ansicht aussprechen, daß das Anschwellen wahrscheinlich auf Dampfentwicklung (nicht Wasserdampf) oder Gasentwicklung, und zwar in der Schlacke selbst, beruht, hervorgerufen entweder durch starke Ueberhitzung oder durch chemische Reaktionen bei hoher Temperatur.

naturgemäß an synthetischen Schlacken ausgeführt wurden, sind im Schaubild Abb. 3 wiedergegeben. Man sieht, daß das Gebiet der schaumbaren  $\text{SiO}_2$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{CaO}$ -Schlacken ein sehr weites ist, und daß die meisten Hochofenschlacken von ihm umfaßt werden<sup>1)</sup>.

b) Die Einflüsse derjenigen Elemente oder Verbindungen, die in technischen Schlacken vorkommen, wurden geprüft — besonders die Einflüsse von Magnesia, Alkalien, Eisenoxydul und Eisenoxyd, Manganoxiden und Schwefel. Dabei wurde festgestellt, daß ein Ersatz des Kalkoxydes durch Magnesia bis etwa 15 % auf die Schaumbarkeit der Schlacken nicht merkbar hemmend wirkt, daß Alkalien in mäßigen Mengen nicht nachteilig waren, daß Schwefel die Schaumbarkeit erhöhte, daß Manganoxyde nur bei Gegenwart oxydierender Stoffe nachteilig sind, und daß Eisenoxyde und andere im Vergleich zu Kalk und Tonerde leicht reduzierbare Oxyde nur in verhältnismäßig geringen Mengen vorhanden sein dürfen.

Der Einfluß von oxydierenden und reduzierenden Verhältnissen, besonders im Hinblick auf Eisenoxydul, Zinkoxyd und andere verhältnismäßig leicht reduzierbare Metalloxyde, wurde eingehend untersucht. Es wurde die allgemeine Erfahrung gemacht, daß die Schlacken, um mit Wasser aufgebläht werden zu können, im voraus ziemlich gut reduziert sein müssen.

Diese Untersuchungen gaben auch einigen Aufschluß über das Wesen des Aufblähens. Eine sichere Theorie läßt sich aber trotz jahrelangen Studiums nicht aufstellen. Ich beschränke mich deshalb darauf, einige wesentliche Züge des Aufblähens zu nennen:

Eine schaumbare Schlacke, die genügend heiß ist, bläht sich mit Wasser auf nicht nur, wenn das Wasser durch Rührwerk mit der Schlacke gemengt wird, sondern auch wenn das Wasser von unten oder gar von oben auf die ruhig liegende Schlacke zugeführt wird. Der untere Teil einer mehrere cm dicken Schlackenschicht bläht sich dabei ebenso stark auf wie der obere Teil oder wie die Teile, die in unmittelbarer Berührung mit dem Wasser waren<sup>2)</sup>.

Ein und dieselbe Schlacke kann durch Reduktion und Oxydation abwechselnd schaumbar und nicht-schaumbar gemacht werden.

Drittens wurden Versuche zum Zweck der Bauweise von Apparaten ausgeführt, die ermöglichen sollten, einen ununterbrochenen Strom einer feuerflüssigen porösen Schlacke herzustellen. Ein solcher Strom ist die Bedingung für das Gießen der Schaum-schlacke und dadurch auch für die Herstellung von

gegossenen Schaum-schlackensteinen. Diese Versuche wurden mit Erfolg zu Ende geführt, gehören aber nicht in den engeren Rahmen der vorliegenden Ab-handlung und sollen deshalb hier nicht näher er-örtert werden.

#### Eigenschaften der Schaum-schlacken.

Temperatur und Viskosität der feuerflüssigen Schaum-schlacken. Die Temperatur der dichten, vom Schmelzofen in den Schaumapparat laufenden Schlacke war meist etwa 1500°. Die Abkühlung, der die Schlacke durch das Durchfließen des Apparates unterlag, war, wie durch Messungen an den Kühlwässern usw. festgestellt werden konnte, folgende:

Abkühlung durch das eingespritzte Dänenwasser	etwa 130°
„ „ das wassergekühlte Rührwerk	30°
„ „ die Wände . . . . .	30°
Gesamtabkühlung vor Ausfluß aus dem Apparat	200°
Also Temperatur der feuerflüssigen Schaum-schlacke zu letzterem Zeitpunkt etwa 1500°	
minus etwa 200° = . . . . .	1300°

Diese aus dem Apparat ausfließende Schaum-schlacke wurde weiter durch wassergekühlte Walzen und durch Ausstrahlungen des ausgewalzten Bandes an die Luft gekühlt. Die Abkühlung durch die Walzen betrug im Durchschnitt etwa 110°, die Abkühlung durch die Luft läßt sich schwer feststellen. Ich schätze die Temperatur der Schaum-schlacke, wie sie in die Gießformen hineinlief, zu etwa 1000°<sup>1)</sup>.

Die Viskosität der Schaum-schlacke war bei gleicher Temperatur viel größer als die der dichten Schlacke, aus der sie dargestellt worden war. Bei dem Ausfluß aus dem Apparat war die Schaum-schlacke, mit einer Temperatur von etwa 1300°, ziemlich schwer beweglich; trotzdem konnte sie noch bis unterhalb 800°, wie unter „Abkühlung“ gezeigt werden soll, abgekühlt werden, ehe sie völlig erstarrte. Diese Eigenschaft, die man sonst nur bei den zähflüssigsten Glasschmelzen findet, bedingt, daß einerseits die innere Reibung einer verhältnismäßig warmen Schaum-schlacke groß genug ist, um stark verzögernd auf die Kräfte zu wirken, die das Zusammenlaufen der kleinen Gasblasen und das Vernichten des schaumhaften Zustandes anstreben, und daß andererseits eine auch stark viskose, teigartige Schaum-schlacke viel Zeit hat, sich den Gießformen anzupassen und einheitlich zusammenzu-sintern.

Die Abb. 4 und 5 zeigen zwei ausgewalzte Partien Schaum-schlacke. Bei der ersten ist das Band stark luftgekühlt worden, ehe die einzelnen Teile durch Faltung in Berührung miteinander gebracht wurden. Hier ist die Zusammensinterung nur teilweise erfolgt. Bei der anderen Partie sind die Band-teile in der Gießform völlig zusammengesintert.

Verhalten beim Abkühlen. Schaum-schlacke, wie dichte Schlacke, zerspringt, wenn sie schnell gekühlt wird. Für beide gilt, daß, je größer die Stücke oder Blöcke sind, desto langsamer die Ab-

<sup>1)</sup> Die unmittelbare Messung der Temperatur einer zähen Schaum-schlacke ist so gut wie unmöglich.

<sup>1)</sup> Die Zusammensetzung derjenigen Schlacken, welche in größeren Mengen in Schaumapparaten, von  $\frac{1}{2}$  bis 5 t, geprüft wurden, sind durch Punkte ● bezeichnet worden. Die Zusammensetzung der Schlacken, die durch besondere Versuche in kleinerem Maßstabe, ohne Schaumapparat, geprüft wurden, sind durch die Zeichen +, ■, und ○ angedeutet.

<sup>2)</sup> In dieser Beziehung, der rein theoretischen Betrachtung, spielt es keine Rolle, ob bei der einen Behandlungsart sich mehr Schlackenkrusten bilden als bei der anderen.

kühlung stattfinden muß, um eine Verringerung ihrer Festigkeit zu vermeiden. Versuche haben ergeben, daß Schaumslaggenblöcke schneller gekühlt werden können als dichte Schlackenblöcke, und zwar um so schneller, je höher porös die Schaumslagge war.

Das Studium der Abkühlungsverhältnisse von Schaumsteinen wurde nach vier Hauptrichtungen geführt, wobei die folgenden Fragen möglichst zu beantworten waren:

1. ob es kritische Temperaturintervalle gibt, in denen die Steine besonders langsam gekühlt werden müssen;
2. in welcher Mindestzeit die Steine gekühlt werden können;
3. bei welcher Temperaturlage man mit der langsamen Abkühlung beginnen muß, und
4. bei welchen niedrigsten Temperaturen die Steine zusammensintern und ihre Form ändern.

Die Versuche gaben folgende Aufschlüsse:

Zu 1. Es gibt keine leicht nachweisbaren kritischen Temperaturintervalle. Wenn man also die Steine in möglichst kurzer Zeit von der Erstarrungs- bis



Abbildung 4. Ausgewalzte, stark luftgekühlte und nur zum Teil zusammengesinterte Schaumslagge.

zur Raumtemperatur abkühlen will, muß man die Abkühlungszeit möglichst gleichmäßig auf die ganze Temperaturabstufung verteilen.

Zu 2. Schaumsteine normaler Größe (25 × 12 × 6,5 cm) konnten bei geradliniger Abkühlungskurve

Zahlentafel 1. Druckfestigkeitszahlen.

	Probesteine	Spezi- fisches Gewicht	Druck- festigkeit kg/cm <sup>2</sup>	Stoß- festigkeit cm
1	Schaumstein . . . .	0,77	149	
2	„ . . . .	0,55	97	
3	„ . . . .	0,44	56	
4	„ . . . .	0,41	33	30
5	„ . . . .	0,48	77	35
6	„ . . . .	0,60	54	
7	Zement-Schaum- slagge-Steine Gew.-Verh. 1:3 . . . .	0,92	43	15
8	„ „ 1:4 . . . .	0,75	18	
9	„ „ 1:6 . . . .	0,68	18	
10	„Diatomit“-Steine . . . .	0,38	6	7

um 150° je Stunde abgekühlt werden (von 800° bis 200° in vier Stunden), ohne zu viel an Festigkeit einzubüßen.

Zu 3. Die langsame Abkühlung muß von etwa 750° an erfolgen.

Zu 4. Belastete Probstücke, die erhitzt werden, fangen schon bei 750° an, schwach formbar und zusammensinterungsfähig zu werden. Unbelastete Proben zeigen diese Neigung bei etwa 800°.

Es wurde also festgestellt, daß die Slagge erst bei etwa 750° ihren letzten Rest an innerer Beweglichkeit verliert. Wie bemerkt, ist diese Temperatur die gleiche, von der die Steine langsam gekühlt werden müssen<sup>1)</sup>.

Druckfestigkeit und Stoßfestigkeit. Die in Zahlentafel 1 angeführten Druckfestigkeitszahlen sind durch die amtliche Prüfungsanstalt in Kristiania festgestellt. Die Stoßfestigkeits-

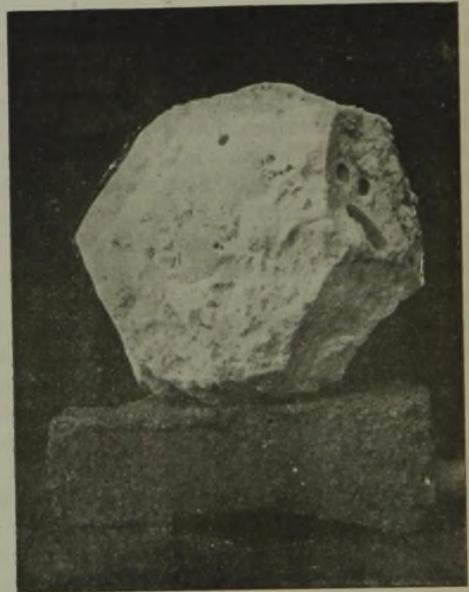


Abbildung 5. Ausgewalzte, in der Gießform völlig zusammengesinterte Schaumslagge.

zahlen sind vom Verfasser selbst ermittelt, indem ein 2-kg-Gewicht von immer steigender Höhe auf den in Sand ruhenden Probstein zum Fallen gebracht wurde. Die cm-Zahl gibt die Fallhöhe an, bei der ein Bruch erfolgte. Hier werden sämtliche Druckfestigkeitsergebnisse angegeben, obwohl unter den geprüften Schaumsteinen die meisten bewußt zu schnell gekühlt worden waren.

Das Ergebnis der Prüfungen, um das Stoßwiderstandsvermögen der Schaumsteine mit denjenigen

<sup>1)</sup> Die Probsteine hatten folgende chemische Zusammensetzung: 51% SiO<sub>2</sub>, 17% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 29% CaO, je etwa 1% MgO und Alkalien und 0,2% FeO. Gemäß dem Schmelzpunkt-Diagramm von Rankin und Shepherd (Neumann, St. u. E. 38 (1918), S. 954) „schmilzt“ eine SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-CaO-Slagge mit 51% SiO<sub>2</sub>, 17% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und 32% CaO bei etwa 1270°. Wenn auch infolge des Gehaltes der Slagge an Eisenoxydul und sonstigen kleinen Beimengungen eine etwas niedrigere Schmelztemperatur anzunehmen ist, so tritt doch durch diese Versuche die Größe des Temperaturunterschiedes zwischen dem ersten Erweichen und dem „Schmelzpunkt“ einer Slagge deutlich hervor.

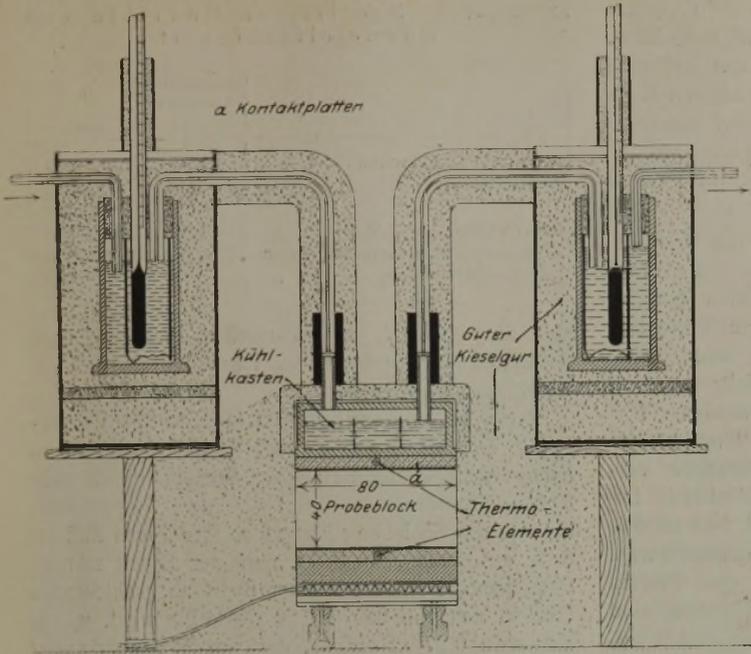


Abbildung 6. Apparat zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von Körpern in Block- und Plattenform.



Abbildung 8. Ein mehrere Monate schwimmender Schaumstein, am unteren Ende mit Gewichten beschwert.

Portlandzement-Schaum-schlacke-Steine, Durchschnitt von 12 und 20 . . . 16 cm  
 „Diatomit“-Steine, Durchschnitt von 5, 10 und 5 . 7 „

anderer Bau- und Isolierstoffe zu vergleichen, läßt erkennen, daß Schaumsteine weit widerstandsfähiger gegen Stoß (und Schlag) sind als Zement-Schaum-schlacke-Steine (Stück-Schaum-schlacke mit Portlandzement gebunden). Auch gewöhnliche Ziegelsteine halten nicht soviel aus wie Schaumsteine. Die Isoliersteine „Diatomit“ (aus Kieselgur und Lehm) sind natürlich weit unterlegen:

Der kräftigste Schaumstein widerstand den Schlägen bis . . . . . 110 cm  
 Gewöhnliche Ziegelsteine, Durchschnitt von 27, 47, 40 und 37 . . . . . 37 „

(Alle diese Steine waren von „normaler“ Größe, etwa 25 × 12 × 6,5 cm.)

Wärmeleitfähigkeit. Die Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von Bau- und Isolierstoffen gehört zu den schwierigsten physikalischen Messungen, die überhaupt ausgeführt werden. Die Schwierigkeiten liegen einmal in der Messung der durch den Versuchskörper tatsächlich durchströmenden Wärmemengen, und weiter in der genauen Feststellung der Temperaturen, welche die beiden Flächen des Versuchskörpers haben, die für die Berechnung wirklich maßgebend sind (seien es die Oberflächen oder gewisse Temperaturhöhenflächen im Inneren des Körpers).

Nach der Vermutung des Verfassers haben die meisten Forscher (auch Knoblauch, Nusselt und Gröber) etwas zu wenig Rücksicht auf die letztgenannte Schwierigkeit, die Temperaturbestimmung der wirklich maßgebenden Höhenflächen, gelegt.

Die Temperaturen der verhältnismäßig rauhen Oberflächen von Baustoffen werden als gleich der darauf ruhenden geheizten bzw. gekühlten Metallplatten angenommen, oder Temperaturbestimmungen des Inneren werden mit Hilfe von Thermoelmen-

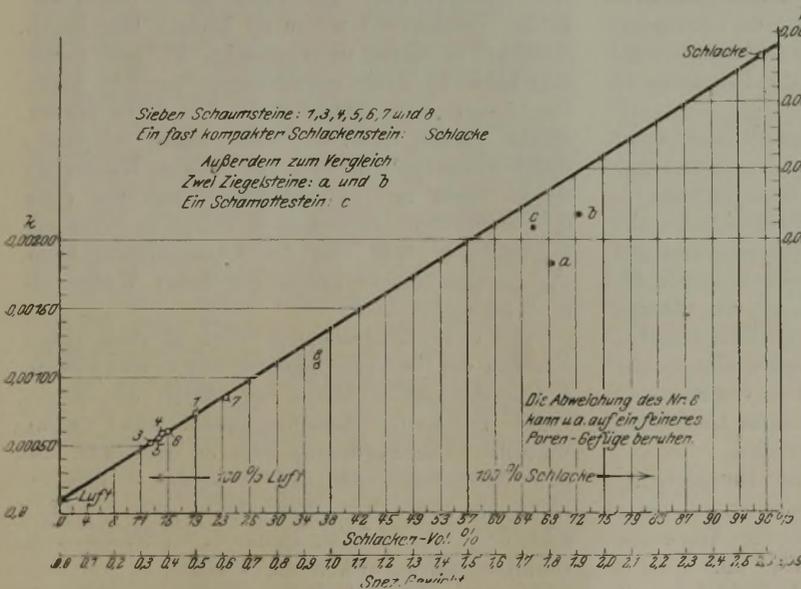


Abbildung 7. Wärmeleitfähigkeit k von Schaumsteinen, zwischen etwa 30 und 400°, in ihrer Abhängigkeit vom spezifischen Gewicht und Schlacken-Volumen.

ten, die in Bohrungen von 2 oder 3 mm  $\phi$  in Abständen von nur einigen cm angebracht sind, ausgeführt. Hier können zu leicht Abweichungen von mehreren Celsiusgraden bzw. Abweichungen von mehreren Millimetern eintreten, was beides prozentual Beträchtliches ausmachen würde. Im ersten Falle sind die gefundenen Wärmeleitzahlen zu klein, im zweiten Falle sind sie schwankend.

Abb. 6 zeigt einen Apparat, der vom Verfasser gebaut ist und zur Bestimmung der im Schaubild Abb. 7 wiedergegebenen Leitzahlen benutzt wurde. Mit dem Apparat wurden im Verhältnis zu seinem Bedarf an Ausstattung und Bedienung befriedigende Ergebnisse erzielt; er soll hier nicht ausführlich beschrieben werden. Nur soll gesagt werden, daß die beiden Kontaktplatten a, an denen die Temperaturmessungen vorgenommen wurden, mit einem Bindemittel, bestehend aus einer Graphit-Lehm-Paste, fest an den Probekörper gepreßt und festgekittet worden waren. Die Uebergangswiderstände zwischen den Platten und dem Probekörper — die einmal gering sind und dann bei allen Probekörpern als gleich angesehen werden dürfen — wurden ein für allemal bestimmt und die entsprechende Verbesserung (mit Hilfe einer Korrekturkurve) bei der Berechnung aller Leitzahlen vorgenommen.

In Abb. 7 sind die Wärmeleitzahlen aller geprüften Schaumsteine in Beziehung zu ihren spezifischen Gewichten zusammengestellt. Man sieht, daß die Wärmeleitfähigkeit der Schaumsteine nahezu direkt proportional dem spezifischen Gewicht ist. Diese Regel gilt wohl nur, wenn das Porengefüge einigermaßen gleichartig ist; es leitet ja ein Stoff um so schlechter, je feiner die Luft darin verteilt ist. Zum Vergleich sind die Leitzahlen der gemessenen Ziegel- und Schamottesteine eingetragen. In Ton- und Ziegelwaren, wenn sie nicht bis zu starkem Sintern gebrannt sind, ist bekanntlich die Luft sehr fein verteilt; die Punkte der Wärmeleitzahlen dieser Steine findet man auch unterhalb der Linie, die durch die Punkte der Leitzahlen für Schaumsteine gezogen ist.

Was über Ziegelsteine eben gesagt worden ist, trifft auch zu für die gemessenen Kieselgur-Lehm-Steine und für Schaumschlacke-Zement-Steine, die aus einer sehr leichten, porösen Stückschlacke, aber beschwert durch Zement, hergestellt worden waren. Sie haben auch, im Verhältnis zu ihrem spezifischen Gewicht, eine geringere Leitfähigkeit als Schaumsteine. Dagegen kann von dem gleichen Gesichtspunkte aus gesagt werden, daß die Schaumsteine — bei denen die Poren doch größtenteils von mikroskopischer Feinheit sind — den Zement-Hohlsteinen an Isolierfähigkeit weit überlegen sind.

In Zahlentafel 2 werden die Durchschnittsergebnisse aller Messungen angegeben.  $k$  ist in cm-g-sek ausgedrückt und gibt die Wärmeleitfähigkeit zwischen etwa 30 und 420° an.

Diejenigen Schaumsteine, welche wohl die größte Ausbreitung als Bausteine finden dürften — Schaumsteine vom spezifischen Gewicht etwa 0,5 —, haben

Zahlentafel 2. Spezifische Gewichte und Wärmeleitfähigkeit.

	Spezifisches Gewicht etwa	$k$ etwa
Kompakte Schlacken . . . . .	2,65	0,00330
Schaumsteine . . . . .	0,50	0,00070
„ . . . . .	0,25	0,00040
Ziegelsteine . . . . .	1,80	0,00200
Schaumschlacke-Zement-Steine	0,85	0,00070
„Diatomit“-Steine . . . . .	0,50	0,00040

also nur etwa  $\frac{1}{5}$  der Wärmeleitfähigkeit dichter Schlacken und etwa  $\frac{1}{3}$  der Wärmeleitfähigkeit gewöhnlicher Ziegelsteine.

Zusammensetzung und Druck der Poren-gase. Der Gasdruck in der noch plastischen Schaumschlacke ist natürlich ungefähr gleich dem Atmosphärendruck. Unterhalb der Temperatur, bei der die Schlacke nicht mehr ihre Form ändert, d. h. unterhalb etwa 800°, muß der Druck ständig abnehmen. Der Druck eines dicht abgeschlossenen Gases, das von 800 auf 20° gekühlt wird, würde auf etwa 0,27 at sinken, der von Wasserdampf unter denselben Umständen auf etwa 0,025 at. Inwieweit die Poren zur Zeit ihrer Entstehung mit Wasserdampf oder mit Gasen gefüllt werden, hat sich nicht einwandfrei feststellen lassen. Untersuchungen an langsam gekühlten Schaumsteinen, die von einem Tag bis etwa sechs Wochen alt waren, ergaben folgende Durchschnittswerte, die aber nicht als einwandfrei genau angesehen werden dürfen:

Gasdruck in den Poren . . . . .	0,20 at
Bestandteile des Poren-gases:	
O <sub>2</sub> . . . . .	14,6%
H <sub>2</sub> S . . . . .	0,3%
CO, H <sub>2</sub> , PH <sub>3</sub> und H <sub>2</sub> O nicht nachweisbar oder in sehr geringen Mengen	
Rest . . . . .	hauptsächlich N <sub>2</sub> .

Wasser- und Luftdurchdringlichkeit der Schaumschlacke. Ein Schaumstein vom spezifischen Gewicht 0,3 wurde elf Monate lang durch Gewichte in Wasser untergetaucht. Während dieser Zeit blieb der Stein schwimmend; nur 2% seiner Poren waren nach Ablauf dieser Zeit durch Wasser gefüllt worden (Abb. 8). Oben wurde mitgeteilt, daß Schaumsteine, die zum Teil mehrere Wochen alt waren, einen inneren Porendruck von nur etwa 0,20 at besaßen. Diese beiden Tatsachen geben ein anschauliches Bild von der Undurchdringlichkeit der Schaumschlacke sowohl gegenüber Wasser als auch gegenüber Luft.

Von vielen Baufachleuten wird an einen guten Baustoff die Forderung gestellt, daß er eine gewisse Luftdurchlässigkeit haben soll, damit die Innenwände bei kalter Außentemperatur nicht feucht werden. Diese Forderung muß an Baustoffe, die gute Wärmeleiter sind, gestellt werden — dagegen nicht an schlechte Wärmeleiter, wie Schaumschlacke —; bei solchen Stoffen bietet Wasser- und Luftundurchdringlichkeit nur Vorteile.

Zerfallsmöglichkeiten der Schaumschlacken. In bezug auf Kristallbildungen und chemische Aenderungen unterscheiden die Schaumschlacken sich

von dichten Schlacken nur insofern, als — bei gleichen äußeren Abkühlungsverhältnissen und bei gleicher Größe der Blöcke — das Innere der Schaum- schlacken sich etwas langsamer abkühlt und infolge- dessen bei höheren Temperaturen mehr Zeit zur Kristallbildung hat. (Jedoch läßt sich ein Schaum- stein, als Ganzes betrachtet, wie oben mitgeteilt, schneller ohne die Gefahr des Zerspringens abkühlen als ein kompakter Stein.)

Ueber den Zerfall von Hochofenschlacken sind, besonders in den letzten zehn Jahren, von einigen Forschern, wie Vogt, Endell, Gutmann, Passow, Fleiszner, Hollmann, Harnickel und Durrer, zum Teil sehr tiefgehende Studien gemacht worden. Obwohl ein genauer Zusammenhang mit der chemi- schen Zusammensetzung nicht hat festgestellt werden können, weiß man doch, daß sehr kalkreiche Schlacken stark zum Zerfall neigen, und daß  $MnO$ ,  $Al_2O_3$ ,  $FeO$  und  $MgO$  dem Zerfall entgegenwirken.

Die sehr kalkreichen Hochofenschlacken, die die größte Gefahr eines Zerfalls in sich tragen, sind nicht schaumbar und schon aus dem Grunde ausgeschlos- sen als Werkstoff für die Herstellung von geformten und gegossenen Schaum- schlackensteinen. Bei den sauren Kokshochofenschlacken mit 35 bis 38 %  $SiO_2$  müßte man einigermaßen sicher gegen Zerfall sein. Benutzt man dann gar Schlacken mit 40 bis 50%  $SiO_2$ , z. B. Holzkohlehochofenschlacken oder Koks- hochofenschlacken mit sauren oder tonerdehaltigen Zuschlägen, so erscheint ein Zerfall ausgeschlossen.

Bei der Abkühlung von Schaum- schlacken habe ich die Erfahrung gemacht, daß Schlacken mit ver- hältnismäßig geringen Kieselsäure- und Tonerde- gehalten zur Bildung von braunen und schwarzen Partien neigen, während stark saure oder stark tonerdehaltige Schlacken rein weiße Schaum- schlacken geben. Obwohl Kristallbildungen, worauf diese Erscheinung sicherlich mittelbar oder unmittel- bar beruht, kaum die Festigkeit der Schaumsteine verringern können, und obwohl deshalb in der Haupt- sache nur das Aussehen der Steine dadurch beein- trächtigt werden kann, ziehe ich doch aus diesem Grunde für die Herstellung von Schaum- schlacken tonerdereiche und saure Schlacken vor.

Widerstand gegen Witterung. Bindever- mögen mit Zement. Im September 1920 wurde eine Anzahl Schaumsteine auf ein Hausdach gelegt und den wechselnden Witterungsverhältnissen — Sonne, Regen, Frost, Tauwetter — ausgesetzt. Einige Steine hatten die natürliche Glasober- fläche, andere waren plan geschliffen und hatten folglich offene Poren an der Oberfläche, wieder andere waren mit Zementputz versehen.

Die Steine wurden bis Ende April 1921 beobach- tet. An keinem war die geringste Aenderung zu sehen, nirgends war Schlacke oder Putz abgebröckelt. Es war zu erwarten, daß der Zementputz auf der rauhen (geschliffenen) Oberfläche gut haften würde; es zeigte sich aber, daß er auch auf der Glasur gut haftete.

Schwefelgehalt der Porengase. Die Poren- gase der Schaum- schlacken riechen immer etwas nach Schwefel. Der Durchschnittsgehalt deutscher

Hochofenschlacken an Schwefel wechselt zwischen 0,3 und 1,6 %<sup>1)</sup>. Wenn auch ein Teil dieses Schwefels vor dem Aufblähen entfernt werden kann<sup>2)</sup>, so muß man doch immer mit der Gegenwart von Schwefel- wasserstoff in den Porengasen rechnen. Dieses Gas läßt sich nicht auslüften, da die Poren ja luft- dicht abgeschlossen sind. Zerschlägt man aber die Steine, oder zerreibt man die Porenwände, so ent- weicht das freigemachte Gas. Der Geruch, den man beim Zerreiben leicht spürt, hat viele Personen gegen die Anwendung der Steine für Bauzwecke be- denklich gemacht. Um diese Bedenken zu wider- legen, führe ich folgendes Rechenbeispiel an:

Wie oben schon mitgeteilt, wurde im Porengas der untersuchten Schlacken 0,3 % Schwefelwasser- stoff gefunden. Rechnet man, um hoch zu greifen, für Schaum- schlacken aus stark schwefelhaltigen Hochofenschlacken das Zehnfache, 3 %, dann würden in je 1 m<sup>3</sup> Schaum- schlacke vom spezifischen Ge- wicht 0,5 mit 80 % Porenvolumen und 0,20 at Porendruck 5 l = etwa 8 g Schwefelwasserstoff vor- handen sein.

Nimmt man nun an, daß alle Wände eines Wohn- zimmers aus solchen Schaum- steinen gebaut sind, daß der Rauminhalt der Wände  $\frac{1}{16}$  desjenigen des Zimmers ausmacht, daß ferner die Wände im Laufe eines Jahres all ihr Porengas in die Luft des Zimmers abgeben, und daß endlich diese einmal alle zwei Stunden erneuert wird, dann würde die Luft im Durchschnitt  $5 \times \frac{1}{16} \times \frac{1}{8000} = 0,00008$  l im m<sup>3</sup> oder 0,000008 % Schwefelwasserstoff enthalten (das Jahr mit 8000 Stunden gerechnet). Also selbst in diesem Grenzfall eine wohl nicht merkbare Menge. (Unter den tatsächlich obwaltenden Verhältnissen würden nicht 100 % des Gases in einem Jahre ausgelüftet werden, sondern vermutlich kaum 10 % in zehn Jahren.)

#### Zusammenfassung.

Ueber das „Aufblähen von Schlacken“ wurden folgende Hauptergebnisse festgestellt:

1. Das Aufblähen einer Schlacke durch äußere Mittel kann nicht durch Luft oder trockenen Dampf geschehen, sondern nur durch Wasser.

2. Die Porosität kann innerhalb sehr weiter Grenzen geregelt werden (hauptsächlich durch Tem- peratur und Zeit). Es ist Schaum- schlacke mit einem Porositätsgrade bis zu 97 % (entsprechend einem spezifischen Gewicht von 0,075) hergestellt worden.

3. Die schaumbaren  $SiO_2-Al_2O_3-CaO$ -Schlacken nehmen ein weites Gebiet im Dreieck-Diagramm dieser Verbindungen ein, wobei sowohl die Holz- kohlen- als auch die Kokshochofenschlacken zum großen Teil umfaßt werden, soweit sie nicht stark eisenoxydulhaltig sind.

4. Natürliche Schlacken, die ihrer Haupt- zusammensetzung nach innerhalb des erwähnten Gebietes liegen, sind alle schaumbar, falls ihre Be- standteile an leicht reduzierbaren Oxyden, wie  $Fe_2O_3$ ,  $FeO$ ,  $ZnO$ ,  $MnO$  und  $CuO$ , nicht zu groß sind. Für  $FeO$  liegt die Grenze bei etwa 3 %.

<sup>1)</sup> „Gemeinfaßliche Darstellung des Eisenhütten- wesens“, herausgegeben vom Verein deutscher Eisen- hüttenleute, 11. Aufl., 1921, S. 66.

<sup>2)</sup> Vgl. Diehl, St. u. E. 41 (1921), S. 845.

5. Sonstige Beimengungen der Schlacken, wie MgO, Alkalien und Schwefel, verhindern nicht das Aufblähen.

Die Ergebnisse der Untersuchungen über die Eigenschaften der Schaumslacken:

6. Die Viskosität der Schaumslacke ist höher als die der dichten Schlacke bei der gleichen Temperatur.

7. Gegossene Schaumsteine erlangen bei richtiger Abkühlung eine Druck- und Stoßfestigkeit, welche die der „Schwemmsteine“ weit übersteigt.

## Umschau.

### Ueber die Verbrennung in Gasbrennern, den Wärmeübergang an feuerfesten Stein und über die Frage der Wärmespeicher-Ausmauerung<sup>1)</sup>.

Die Ergebnisse der interessanten Arbeit können aus Raumangel hier nur kurz besprochen werden.

An einer Versuchseinrichtung, die in der Hauptsache aus einem langen, ausgemauerten Rohr bestand, das an seinem einen Ende von einem Gasbrenner beheizt wurde, konnten die Einflüsse der Zug- und Druckverhältnisse, der Verlauf der Verbrennung, insbesondere der Temperaturen, und der Wärmeübergang zwischen den Gasen und besonders eingebauten feuerfesten Steinen beobachtet werden. Aus den erzielten Ergebnissen sei folgendes hervorgehoben:

1. Die sogenannte Düsenwirkung eines Gasbrenners ist sehr gering. Bei dem untersuchten Düsenbrenner war die Injektorwirkung nur stark genug, um etwa 20% der benötigten Luftmenge anzusaugen. Diese 20% blieben auf dieser prozentualen Höhe bestehen, unabhängig von der Größe der Gasmenge.

Erheblich dagegen ist die Wirkung des Kaminzuges auf das Mischungsverhältnis und die Verbrennung. Bereits die auf den Kamin durch Windstöße bei böigem Wetter ausgeübten Einflüsse hatten erhebliche Rückwirkungen auf die angesaugte Luftmenge.

2. Brenner- und Verbrennungsregelungs-Einrichtungen müssen möglichst so gebaut werden, daß zu gleicher Zeit der Kaminzug (Unterdruck in der Feuerung), der Gasdruck vor dem Brenner und der Luftdruck vor den Lufttrittöffnungen (Winddruck bei Ventilatorbetrieb) berücksichtigt werden. Besonders einfach gestaltet sich diese Berücksichtigung bei künstlichem Zug und bei Luftzuführung durch Ventilator.

3. Das Anheizen eines Raumes, in dem die Verbrennung stattfindet, dauert überraschend lange. Will man den Beharrungszustand erreichen, bei dem also das gesamte Mauerwerk mit Wärme gesättigt ist, so muß man bereits bei der verhältnismäßig einfachen und wenig Mauerwerk enthaltenden Versuchseinrichtung 36 Stunden warten. Bei Kesseln und Öfen, die größere Mauerwerksmassen enthalten, wird die Anheizzeit noch erheblich größer werden. Dies ist wichtig für alle Brennstoffverbrauchsvorversuche und solche Abnahmeversuche, die im Beharrungszustand vorgenommen werden sollen.

4. Stoßwirkungen an Richtungsänderungen und Querschnittsverkleinerungen erhöhen die Wärmeübertragung von Verbrennungsgasen an die betreffenden Wärmeübergangsflächen erheblich. Will man also Wärme

8. Ein neuer Apparat zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von platten- oder steinförmigen Baustoffen wird kurz beschrieben. Die Wärmeleitfähigkeit der Schaumslacken wurde mit starker Annäherung proportional ihrem spezifischen Gewicht gefunden (Abbild. 2). Ein Schaumstein vom spezifischen Gewicht 0,5 leitet die Wärme etwa fünfmal so schlecht wie dickflüssige Schlacke und dreimal so schlecht wie gewöhnliche Ziegelsteine.

9. Die Poren sind fast ganz luft- und wasserdicht abgeschlossen.

an Heizflächen übertragen, so sind Richtungsänderungen und Querschnittsverkleinerungen wünschenswert; will man Wärmeverluste vermeiden (z. B. bei Heißwindleitungen), so soll man schroffe Aenderungen von Richtung und Querschnitt möglichst vermeiden.

5. Die Temperaturmessungen von Gasen (Flammen) in geschlossenem Raum (Öfen, Flammrohre) dürfen den Einfluß der Strahlung der Wand nicht unberücksichtigt lassen. Die Anbringung eines Strahlungsschutzes am Meßwerkzeug bessert die Verhältnisse nicht genügend. Genaue Temperaturmessungen lassen sich nur mit Durchflußpyrometern machen, d. h. also mit Absaugung. Beispielsweise wurde in Flammrohren bei einer wirklichen Temperatur der Gase von etwa 500°, die mit Absaugepycrometer festgestellt wurde, ohne Absaugung nur etwa 300° gemessen, also eine Falschmessung von etwa 200° bei gemessener Höhe der Temperatur von 300° vorgenommen. Dies ist für alle Flammrohrmessungen wichtig. Ebenso ergibt sich aber auch bei Messung hoher Temperaturen (Cowper, Martinöfen usw.), daß gemessene und wirkliche Temperaturen weit auseinanderliegen, und zwar beträgt beim Cowper der Temperaturunterschied rd. 300°. Die wirkliche Temperatur der Gase liegt nur wenige Prozent unter der sogenannten theoretischen Flammentemperatur. Wir müssen also damit rechnen, daß bei genügend kurzer Verbrennung in allen Fällen nahezu die theoretische Flammentemperatur erreicht wird, es sei denn, daß in bestimmten Fällen Dissoziation eintritt. Die Differenz zwischen Steintemperatur und Gastemperatur bei Cowpern und in Regenerativkammern ist viel größer, als bisher angenommen wurde. Durch ein Berechnungsverfahren mit Fourierschen Reihen kann man auch rein rechnerisch diese Verhältnisse unter guter Uebereinstimmung von Versuch und Rechnung darstellen.

6. Auf Grund derartiger Berechnungen wird ein neues Verfahren zur Bestimmung hoher Temperaturen von Gasen vorgeschlagen, indem die Wandtemperatur durch Strahlungspycrometer gemessen wird und dann aus bekannter Wärmeleitfähigkeit und bekannten Uebergangskoeffizienten die Gastemperatur berechnet wird.

7. Luftüberschuß und Luftmangel vermindern nicht nur die Anfangstemperatur, sondern beeinflussen auch stark den Verlauf des Temperaturabfalles längs der Strecke. Die günstigsten Verhältnisse wurden stets bei theoretischer Luftmenge erzielt. Die Länge der Flamme, d. h. der Zone der Reaktion  $\text{CO} + \text{O} = \text{CO}_2$ , richtet sich nach der Geschwindigkeit von Gas und Luft, ihrer Temperatur sowie der Güte ihrer Durchwirbelung. Die Reaktion zwischen CO und O verläuft bei guter Durchwirbelung, ferner bei nicht allzu großen Luftüberschüssen und genügend hoher Flammentemperatur rasch. Bei guter Mischung von Gas und Luft wird, selbst bei verhältnismäßig hohen Gasüberschüssen, die Flamme nicht länger, also die Verbrennung nicht schleicher, als beim theoretischen Luftfaktor. Bei hohen Luftüberschüssen, bei denen die Flamme vom Brenner weggeblasen wird, oder bei hohem Gasüberschuß tritt allzu starke Senkung der Flammentemperatur und Verlängerung der Flamme auf. Schrittweise Zuführung von Verbrennungsluft führt zur Verlängerung der Flamme, zu schleicherer Verbrennung.

Die Kamintemperaturen waren im allgemeinen bei gleicher Gasmenge, unabhängig von der Höhe der Luft-

<sup>1)</sup> Dissertation zur Erlangung der Würde eines Doktor-Ingenieurs, vorgelegt der Technischen Hochschule zu Aachen von Dipl.-Ing. Heinrich Lent aus Siegen in Westf. Referent: Professor Dr.-Ing. Oberhoffer, Korreferent: Geheimrat Dr.-Ing. e. h. Borchers, unter dem Vorsitz des Geheimrats Wieler. — Ein ausführlicher, von Dr.-Ing. Lent selbst verfaßter Bericht über diese Arbeit findet sich im Bericht Nr. 45 der „Mitteilungen der Wärmestelle des Vereins deutscher Eisenhüttenleute“; zu beziehen vom Verlag Stahl Eisen m. b. H. — Vgl. St. u. E. 43 (1923), S. 220 ff.

menge, konstant. Wesentlich verschieden ist nur die Anfangstemperatur.

8. Gute Mischung und gute Durchwirbelung, Herandrücken der Gase an die Heizflächen, langer Gasweg an der Heizfläche durch rotierende Flamme (Flammrohr) ist wesentlich. Die Versuche mit einem Drallstein der Gutehoffnungshütte ergaben ungewöhnlich günstigen Verlauf der Temperaturkurve.

9. Bei den Versuchen über den Wärmeübergang zwischen heißen Gasen und Speichersteinen, ebenso zwischen kalter Luft und Speichersteinen zeigte sich, daß im großen und ganzen nur die Steinoberfläche und Schichten bis zu etwa 20 mm Tiefe bei ein- bis zwei-stündiger Beheizung oder Abkühlung am Wärmeaustausch teilnahmen, während die tieferliegenden Schichten kaum in ihrer Temperatur beeinflusst werden. Es folgt hieraus, daß man mehr auf große Oberfläche als auf Steingewicht Rücksicht nehmen muß und die Wandung der Steine, namentlich für die kurzen Umstellzeiten von Regenerativkammern, so dünn bemessen soll, wie in Anbetracht von Herstellung und Haltbarkeit möglich ist.

### Der Pendel-Härteprüfer.

Im Engineer<sup>1)</sup> ist ein Härteprüfapparat ganz besonderlicher Art beschrieben. Der Erfinder setzt sozusagen ein Stehaufmännchen auf den zu prüfenden Werkstoff, gibt ihm einen Anstoß, daß es hin und her schlägt, und schließt aus der beobachteten Schwingungsdauer und Schwingungsweite auf die Härte der Unterlage.

Die Gestalt, in der der Apparat durch die Firma Eduard Herbert in Manchester auf den Markt gebracht wird, ist die einer beiderseits einer Tragspitze tief heruntergreifenden Schwinge oder umgekehrten Wiege. Form und Gewichtsverhältnisse sind so bemessen, daß der Schwerpunkt der Wiege genau in der Achse der kegelförmig zulaufenden Tragspitze liegt. Den letzten Ausläufer der Spitze bildet eine 1-mm-Kugel aus Stahl oder Rubin. Um diese Kugelspitze, die frei auf den zu prüfenden Gegenstand aufgesetzt wird, schwingt die Schwinge oder Wiege. Hierbei kann durch Drehung einer Stellschraube die Schwerpunktlage entweder genau in den Mittelpunkt der Kugel oder etwas darunter oder darüber gerückt werden. Das Gesamtgewicht des Apparats beträgt in der einen Ausführung 2 kg, in einer anderen Ausführung 4 kg.

Die Härtebestimmung wird nun in der Weise vorgenommen, daß man die Wiege mit der Tragspitze auf eine genau wagerecht justierte Fläche an dem zu untersuchenden Körper aufsetzt, sie in Schwingungen versetzt und ihr Verhalten bei diesen Schwingungen feststellt. Hierbei kann nach zwei Verfahren vorgegangen werden: nach dem Winkelverfahren und nach dem Zeitverfahren.

Bei dem Winkelverfahren wird die Wiege um ungefähr 45° ausgeschwungen und dann sich selbst überlassen. Die Wiege schwingt zurück, und der Winkel, den sie hierbei zurücklegt, wird abgelesen. Die Größe dieses Rückschwingwinkels dient als Härtezahl. Kennzeichnend für die Meßgröße ist, daß auf Spiegelglas die Wiege ungefähr um die volle Größe des Ablenkungswinkels über ihre Gleichgewichtslage hinüberpendelt, während auf Blei überhaupt kein Pendeln stattfindet, die Wiege bleibt in der Ausschwenkstellung stehen.

Bei dem Zeitverfahren wird wieder die Wiege zum Schwingen veranlaßt; diesmal aber nur zu ganz leichten Schwingungen, die am besten durch Berührung der Wiege mittels einer Feder erzeugt werden. Gemessen wird nun nicht der Ausschlag, sondern die Schwingungsdauer; mittels einer Stoppuhr wird die für 10 Schwingungen benötigte Zeit festgestellt. Kennzeichnend für diese Meßgröße ist, daß auf Spiegelglas 10 Schwingungen 100 sek Zeit beanspruchen, auf Blei 3 sek.

In der nachstehenden Uebersicht sind die „Härtezahlen“ von neun verschiedenen Stoffen nach den zwei

Werkstoff	Winkelhärte	Zeithärte
Glas . . . . .	97	100
Hochharter C-Stahl . . . . .	93	75
Harter C-Stahl . . . . .	88	65
Angelaesener Schnellarbeitsstahl	75	52
Ausgeglühter . . . . .	54	26
C-Stahl . . . . .	41	22
Walzmessing . . . . .	14	15
Gußmessing . . . . .	4	11
Blei . . . . .	0	3

verschiedenen Verfahren zusammengestellt. Die ganze Arbeitsweise des Apparats, der von seinem Erfinder wohl nicht ganz zu Recht als Pendel bezeichnet worden ist, bietet manches, das zunächst unerklärlich erscheint und verblüfft. So z. B. die hier nicht näher zu erörternde Wirkungsweise der Schwerpunktsverschiebung, ferner z. B., daß die Schwingungen sich auf Blei bedeutend rascher vollziehen als auf Glas. In der Hauptsache dürfte es die Form der sich bei den verschiedenen Werkstoffen ausbildenden Rollbahnen sein, die in der Schwingungsdauer und Schwingungsweite der Wiege zum Ausdruck kommt.

Der Erfinder selbst sieht in dem Verhalten des Apparates auf den einzelnen Stoffen die Wirkung zweier verschiedener Härteeigenschaften: der Eindruckhärte und der Fließhärte, die ihrerseits wieder gemeinsam eine dritte Härteeigenschaft, die Bearbeitungshärte des Stoffes, bedingen. Beim Zeitverfahren tritt ausschließlich die Eindruckhärte in Erscheinung; daher stehen die bei diesem Verfahren gewonnenen Werte in gesetzmäßiger Beziehung zu den ebenfalls auf der Eindruckhärte fußenden Brinellzahlen. Herbert gibt hierfür die Formel

Brinellhärte (B) =  $10 \times \text{Pendel-Zeithärte (T)}$ , wenn T größer als  $33\frac{1}{3}$  ist, und  $B = 3 \times T^2$ , wenn T kleiner als  $33\frac{1}{3}$ .

Auf Grund dieser Beziehung würden sich beispielsweise infolge der Kugelabplattung nicht mehr meßbare Brinellhärten indirekt bestimmen lassen.

Bei dem Winkelverfahren ist neben der Eindruckhärte die Fließhärte maßgebend; das Verfahren mißt demnach zusammengefaßt die Bearbeitungshärte des Stoffes. Von Wichtigkeit ist insbesondere das gegenseitige Verhältnis der verschiedenen Härteeigenschaften. Es bedingt die bei dem Winkelverfahren sich ergebende Reihenfolge der Stoffe und ihre Abweichung von der beim Zeitverfahren erhaltenen. Das Verhältnis vermittelt u. a. aber auch die Erkenntnis, ob die Härte eines Stoffes durch Kaltbearbeitung oder durch Wärmebehandlung erzielt worden ist.

In der englischen Fachwelt zeigt sich reges und durch geschickte Reklame gefördertes Interesse für den Pendel-Härteprüfer; insbesondere erhofft man, mittels desselben einen tieferen Einblick in das eigentliche Wesen der Härte überhaupt gewinnen zu können.

Ob der Erfindung die erwartete praktische und wissenschaftliche Bedeutung zukommen wird, muß ihre Erprobung lehren. Auf alle Fälle ist das Instrument recht geistreich erdacht, und es dürfte wohl reizen, seine Wirkungsweise physikalisch-mathematisch zu ergründen sowie eingehende Versuchsreihen damit durchzuführen.  
M. Moser.

### Vorrichtung zur Bestimmung magnetischer Eigenschaften kurzer Stäbe.

Eine neue Vorrichtung beschreibt M. Fischer<sup>1)</sup>, nachdem er in der Einleitung eine kritische Uebersicht über die in England und Amerika gebräuchlichen Verfahren und Apparate gegeben hat. Die Messung der Induktion erfolgt mit dem ballistischen Galvanometer; die Feldstärke selbst wird nicht direkt gemessen, sondern an Stelle dieser Messung wird die Induktionskurve einer in ihren magnetischen Eigenschaften bereits be-

<sup>1)</sup> 85 (1923), S. 390/1.

<sup>1)</sup> Scientific Papers Bureau of Standards, Nr. 458 (1922), S. 513/26.

kannten Probe anderen Materials aufgestellt. Da diese letztere entweder schon bekannt ist oder aber mittels des Burrowschen Magnetisierungsapparates genau festgelegt werden kann, da andererseits die Induktionen für eine Reihe von nicht näher bekannten Feldstärken gemessen sind, so kann man aus der bekannten Kurve die den gemessenen Induktionen entsprechenden Feldstärken ablesen. Damit kennt man aber die Feldstärken, die den ballistisch gemessenen Induktionen der zu untersuchenden Probe zugehören, und so ist die Magnetisierungskurve des zu untersuchenden Körpers festgelegt. Die Versuche zeigten, wenn man die gleiche Probe auf verschiedene Normalproben bezieht, untereinander recht gute Uebereinstimmung; vergleicht man die erhaltenen Werte mit den mit dem Burrowschen Apparat aufgenommenen Magnetisierungskurven, so ist der Fehler kleiner als 5%.

Das Verfahren ist besonders geeignet, von Proben geringerer Länge (10 cm) auch bei kleineren Feldstärken einigermaßen zuverlässige Induktionswerte zu liefern, während bisher entweder die Proben wesentlich länger sein müssen, oder aber die Genauigkeit für kleinere Feldstärken keine übermäßig große ist. Nach der Ansicht des Berichterstatters hat sie den Nachteil, daß sie wegen der Verdoppelung der ballistischen Messungen bei der Aufnahme einer hinreichenden Anzahl von Punkten ziemlich zeitraubend ist. J. Würschmidt.

**Kalthärtung durch Zerreißen und Ziehen.**

L. Guillet<sup>1)</sup> vergleicht die durch Zerreißen in der Zerreißmaschine erzielten Aenderungen der Festigkeitseigenschaften von Stahldrähten mit den durch Ziehen um die gleiche Querschnittsverminderung erhaltenen Festigkeitswerten und kommt dabei zu den in Zahlentafel 1 zusammengestellten Werten.

Zahlentafel 1. Aenderung der Festigkeitseigenschaften von Stahldrähten durch Zerreißen und Ziehen.

	Elastizitätsgrenze kg/mm <sup>2</sup>	Zerreißfestigkeit kg/mm <sup>2</sup>	Dehnung %	Kerbzähigkeit mkg/cm <sup>2</sup>	Härte 10 mm $\phi$ 3000 kg
<b>Sehr weicher Stahl<sup>2)</sup>:</b>					
Zerrißen . .	50	50,3	14	22,5	159
Gezogen . .	49,1	55	12	20,5	159
<b>Weicher Stahl:</b>					
Zerrißen . .	55,8	59,6	6	3,6	177
Gezogen . .	58,3	60	8	1,4	170
<b>Mittelharter Stahl:</b>					
Zerrißen . .	58,3	65	12	1,9	197
Gezogen . .	62,4	67,6	6	1,1	194

Bei gleicher Querschnittsverminderung ist daher ein Unterschied in den erzielten Festigkeitseigenschaften bei den beiden Vorrichtungen auf das Ziehen bzw. Zerreißen — nicht vorhanden. J. Pomp.

**Aus Fachvereinen.**

**Iron and Steel Institute.**

(Frühjahrsversammlung 1923. — Fortsetzung von Seite 1082.)

**Von T. Matsushita lag ein Bericht vor über Untersuchungen über das Abschrecken der Kohlenstoffstähle.**

Die Arbeit will die Vorgänge bei der Härtung aufklären helfen und, wenn möglich, einen Weg zur Vermeidung der Härterisse auffinden. Als Versuchseinrichtung, welche die innere Veränderung des Stahls beim Härten anzeigt, diente ein einfaches Dilatometer mit Schreibvorrichtung, mit dem es möglich war, das Ab-

schrecken bei jeder gewünschten Temperatur zu unterbrechen. Es wurden folgende Versuchsreihen ausgeführt:

1. Abschrecken von acht verschiedenen Kohlenstoffstählen mit 0,38 bis 1,50% C und zwischen 0,2 und 0,4% Si bzw. Mn. Das Abschrecken der 13 mm dicken Stäbe erfolgte von 850° in Wasser. Abb. 1 zeigt die Ergebnisse. Hiernach sind die Kurven der hochgekohlten Stähle einander durchaus ähnlich; die Martensitbildung setzt unter starker

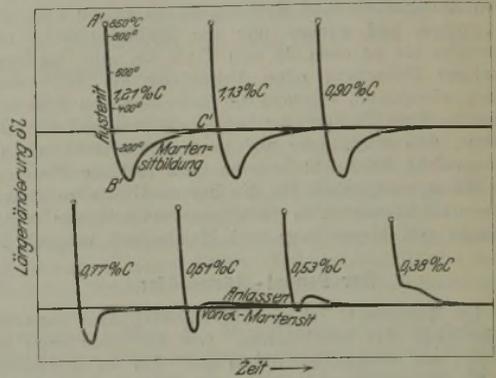


Abbildung 1. Dilatometerkurven der abgeschreckten Kohlenstoffstähle.

Volumzunahme nahe der Wassertemperatur ein. Bei den unterperlitischen Stählen rückt die Temperatur des Umkehrpunktes B' mit abnehmendem Kohlenstoffgehalt höher, und von 0,61% C an abwärts schließt sich an die Längenzunahme eine Abnahme, die teils auf das Wiedervortreten der thermischen Zusammenziehung, teils auf einen Zerfall des Martensits zurückzuführen sein wird. Matsushita unterscheidet zwei Martensitformen  $\alpha$  und  $\beta$  von verschiedener Beständigkeit und bringt das verschiedene Verhalten der hoch- und niedrig-

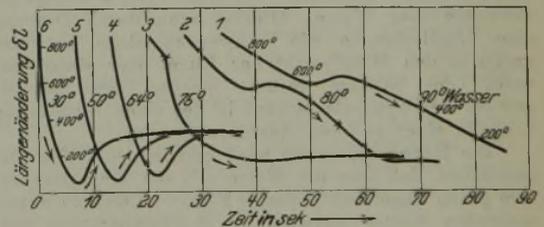


Abbildung 2. Dilatometerkurven eines Stahles mit 0,8% C bei verschiedener Temperatur des Abschreckwassers.

gekohlten Stähle hiermit in Zusammenhang. Er bezieht sich dabei auf eine frühere Veröffentlichung, die nur in Japan erschienen ist<sup>1)</sup>, deren Ergebnisse aber Honda in seiner Härtungstheorie<sup>2)</sup> verwertet hat.

2. Einfluß der Temperatur des Härtewassers. Benutzt wurden 15 mm starke Stäbe eines Stahles mit 0,8% C. Die Ergebnisse zeigen Zahlentafel 1 und Abb. 2.

Zahlentafel 1. Versuchsergebnisse.

Probe Nr.	Wassertemperatur °C	Umkehrpunkt °C	Gefüge	Shore-Härte
1	90	580	Sorbit + Perlit	35
2	80	550	" "	36
3	75	160	Troostit + Martensit	40—60
4	64	80	Martensit	68
5	50	60	" "	68
6	30	40	" "	68

1) Scient. Rep. Toh. Univ. VII, S. 43. Erwähnt bei Brush u. Hatfield, The Iron Age 103 (1919), S. 192; St. u. E. 40 (1920), S. 1672.

2) J. Iron Steel Inst. 1919 II, S. 417 ff; St. u. E. 40 (1920), S. 1085.

1) Rev. Mét. 20 (1923), S. 63/6.

2) Die chemische Zusammensetzung ist nicht angegeben.

Die Proben 1 und 2 sind weich geblieben, 4 bis 6 sind gehärtet, während die durch einen besonderen Kurvenverlauf ausgezeichnete Probe 3 halb gehärtet ist; sie enthält Martensitflecke, in Troostit eingesprengt, und zwar im unteren Teil, wie zu erwarten<sup>1)</sup>, mehr Martensit als im oberen. Die Kreuze auf den Kurven 2 und 3 bezeichnen den Zeitpunkt, in dem die Dampf-hülle um die Probe herum verschwindet, was eine Beschleunigung des Temperaturabfalles zur Folge hat: dieser Zeitpunkt ist an einem zischenden Geräusch erkennbar. Bezüglich des Einflusses der Dampf-hülle wird auf eine amerikanische Arbeit<sup>2)</sup>, welche die Härtewirkung verschiedener Flüssigkeiten behandelt, hingewiesen. Ferner zeigte eine eigene Versuchsreihe über

3. die Härtewirkung von fünf verschiedenen Oelarten, daß trotz genügend hoher Abschrecktemperatur alle fünf Stäbe weich bleiben, und daß der Umkehrpunkt bei Petroleum nur um 10 bis 20° niedriger liegt als bei den dickflüssigen Oelen. Es fehlt hier eine zweite Versuchsreihe mit dünneren Stäben, um den Unterschied in der Härte-kraft der Oele deutlicher nachzuweisen.

4. Zur Bestimmung des Einflusses der Stabdicke und einer wiederholten

sind die Längenänderungen in der Flüssigkeit als ausgezogene, in Luft als gestrichelte Kurvenverläufe dargestellt. Gegenüber der einfachen Wasserhärtung (Kurve 1) unterscheiden sich die Kurven der unterbrochenen Wasserhärtung (Kurve 2, 3 und 12) dadurch, daß während der Unterbrechung in Luft nur geringe Längenänderungen auftreten, beim erneuten Eintauchen in Wasser aber sich der ursprüngliche Kurvenverlauf fortsetzt. Hierbei wird schließlich dasselbe Endvolumen wie bei ununterbrochener Härtung und, wie aus der Zahlentafel hervorgeht, auch derselbe Härtungszustand erreicht. Zu Kurve 3 ist zu bemerken, daß bei diesem Versuch das Uhrwerk beim zweiten Eintauchen aussetzte, weshalb eine senkrechte Linie beschrieben wurde. Dasselbe dürfte bei Kurve 6 der Fall gewesen sein. Folgt der Wasserabkühlung ohne oder mit Unterbrechung ein Eintauchen in Oel, so tritt der flacher verlaufende Endzug der Oelhärtungskurve auf (Kurven 8 und 13). Wurde in der Nähe des Umkehrpunktes die Probe dauernd aus der Flüssigkeit entfernt (Kurve 4), so trat innerhalb 2 min keine merkliche Längenänderung ein, ganz allmählich aber nahm das Volumen zu, und als nach 45 min wieder in Wasser eingetaucht wurde, trat noch ein Rest von Längen-

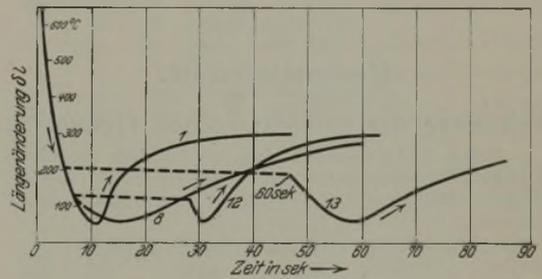
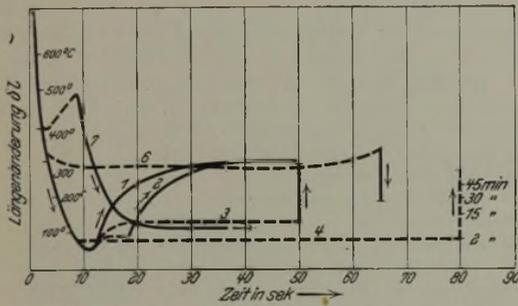


Abbildung 3 und 4. Dilatometerkurven über das Härten in zwei Stufen.  
 — — — = Längenänderungen an der Flüssigkeit.

Härtung diente Stahl mit 0,9% C und als Härtebad Tranöl. Die Abschrecktemperatur war 900°. Die Ergebnisse sind in Zahlentafel 2, Spalten 1 bis 3, enthalten.

Zahlentafel 2. Versuchsergebnisse.

Probe Nr.	Stab $\phi$ mm	Umkehrpunkt	
		bei d. 1. Härtung °C	bei d. 2. Härtung °C
1	19,0	600	550
2	15,8	580	500
3	13,0	550	90
4	9,4	150	40
5	6,8	60	30

Hiernach härten nur die dünnsten Proben 4 und 5. Im Charakter der Kurven zeigte sich, daß Aenderung der Stabdicke ähnlich wirkt wie Aenderung der Badtemperatur. Durch eine Wiederholung der Härtung — zweite Härtetemperatur 850° — konnte die Härtewirkung gesteigert werden. Bei allen Stäben ist der Beginn der Umwandlung jetzt zu tieferen Temperaturen verschoben, wie aus Spalte 4 der Zahlentafel 2 ersichtlich. Zu beachten ist insbesondere der Sprung von 550 auf 90° bei der jetzt hart gewordenen Probe 3.

5. Das Härten in zwei Stufen. Zahlentafel 3 enthält die Versuche, nach steigender Unterbrechungstemperatur geordnet. Spalte 4 und 5 zeigen, daß bis 210° noch völlige, bis 300° noch teilweise Härtung auftritt, bei 400° aber nicht mehr. Bemerkenswert ist der zeitliche Verlauf der Längenänderung beim unterbrochenen Abschrecken. In Abb. 3 u. 4

Zahlentafel 3. Versuchsergebnisse.

Probe Nr.	Kurve Nr.	Abschreckart	Shore-Härte	Magnetische Härte
1	1	In Wasser . . . . .	70,1	61,3
5	—	„ „ . . . . .	69,9	61,1
10	—	„ „ . . . . .	71,7	60,7
2	2	In Wasser bis B', 10 sek in Luft, dann Wasser .	72,3	—
3	3	In Wasser bis B', 40 sek in Luft, dann Wasser .	71,0	—
4	4	In Wasser bis 80°, 45 min in Luft, dann Wasser .	70,0	64,1
8	8	In Wasser bis 120°, dann Oel . . . . .	73,0	61,3
11	—	In Wasser bis 120°, dann Oel . . . . .	72,5	61,3
12	12	In Wasser bis 120°, 20 sek in Luft, dann Wasser .	71,0	60,2
14	—	In Wasser bis 120°, 30 sek in Luft, dann Oel . . .	73,0	60,1
9	—	In Wasser bis 180°, dann Oel . . . . .	74,0	62,1
13	13	In Wasser bis 210°, 60 sek in Luft, dann Oel . . .	70,0	60,6
6	6	In Wasser bis 300°, 60 sek in Luft, dann Wasser .	65unten	—
7	7	In Wasser bis 400°, dann Luft, dann Wasser . . .	50oben	31,2

zunahme auf, wodurch das Volumen etwa auf dasjenige der einfachen Härtung gebracht wurde; die Probe war gemäß Zahlentafel 3 durchaus hart. Dieses Aussetzen und allmähliche Eintreten der Martensitbildung bedeutet, wie der Berichterstatter bemerken möchte, daß es hier zum ersten Male gelungen ist, Kohlenstoffstahl im unterkühlten

<sup>1)</sup> Vgl. St. u. E. 41 (1921), S. 801 (Campbell u Soule). D. Ber.

<sup>2)</sup> Pilling u. Lynch, Trans. of Am. Inst. of Min. a. Met. Engineers 62 (1919), S. 665/88.

austenitischen Zustände eine Zeitspanne hindurch zu erhalten, die ausreichen müßte, um das Material auf seine Eigenschaften zu untersuchen.

Es bleiben noch die Kurven 6 und 7 der Abb. 3 zu besprechen. Unterbrechung bei 400° bedeutete ein sofortiges Eintreten der A<sub>1</sub>-Umwandlung, wobei die Probe wieder rotwarm wurde, so daß bei erneutem Eintauchen in Wasser keine Härtung mehr erfolgte. Wurde bei 300° unterbrochen, so wurden während 60 sek nur geringe Schwankungen der Länge registriert, die durch die gegeneinander wirkenden Faktoren der Umwandlungen und der thermischen Zusammenziehung erklärt werden können. Beim Wiedereintauchen in Wasser trat eine beträchtliche (thermische) Zusammenziehung und im unteren martensitischen Teil ein Härteriß auf.

Dem eingangs erwähnten praktischen Gesichtspunkt der Untersuchung — Vermeidung von Härtefissen — dienten die Versuche mit aufeinanderfolgender Wasser- und Oelhärtung. Wird unterhalb 350° in Oel abgekühlt, so erfolgt die Martensitbildung mit ihrer Volumänderung langsamer und daher gleichmäßiger und unter schwächerer Beanspruchung des Stahles. Es braucht wohl nicht besonders betont zu werden, daß dieses Verfahren in der Härtepraxis seit langem heimisch ist.

H. Schottky.

(Fortsetzung folgt.)

## Patentbericht.

### Erhöhung der patentamtlichen Gebühren.

Durch Reichsgesetz<sup>1)</sup> sind die kürzlich veröffentlichten Gebührensätze<sup>2)</sup> mit Wirkung vom 15. September 1923 an auf das Fünffzigfache erhöht worden.

### Deutsche Patentanmeldungen<sup>3)</sup>.

6. September 1923.

Kl. 7a, Gr. 6, Sch 65 785. Einstellvorrichtung für die Arbeitswalzen von Pilgerschrittwalzwerken. Eduard Schloemann, Düsseldorf, Bismarckstr. 12.

Kl. 10a, Gr. 19, C 32 682. Koksofenanlage mit an die Kammern angebaute Gasabzugkanal. Collin & Co., Dortmund.

Kl. 12e, Gr. 2, T 25 360. Stufen-, Gas- o. dgl. Wascher. Fa. Eduard Theisen, München.

Kl. 18a, Gr. 15, W 61 306. Einrichtung zur Umschaltung der Winderhitzer für Hochöfen. Alfred Wefelscheid, Crefeld-Oppum, und Zimmermann & Jansen, G. m. b. H., Düren.

Kl. 18b, Gr. 13, E 27 803. Verfahren zum Betrieb von Wärme- und Schmelzöfen ohne Vorwärmung von Luft und Gas. Eisen- und Stahlwerk Hoesch, Akt.-Ges., Dortmund.

10. September 1923.

Kl. 7c, Gr. 30, D 43 106. Verfahren zur Herstellung geschlossener Gittermaste aus Blech. Gerhard Donner, Duisburg, Düsseldorfer Str. 285.

Kl. 12e, Gr. 2, A 38 450. Vorrichtung zum Abscheiden von festen oder flüssigen Bestandteilen aus Gasen oder Flüssigkeiten durch Fliehkraftwirkung. Allgemeine Elektrizitäts-Ges., Berlin.

Kl. 12e, Gr. 2, M 75 588. Verfahren zum Betriebe von Staubabscheidern. Metallbank und Metallurgische Gesellschaft, Akt.-Ges., Frankfurt a. M.

### Deutsche Gebrauchsmustereintragungen.

10. September 1923.

Kl. 7f, Nr. 853 641. Entfernbarer Lagerstütze für die Druckwalze von Reifenwalzwerken. Hermann Berg, Godesberg.

Kl. 7f, Nr. 853 642. Reifenwalzwerk. Hermann Berg, Godesberg.

<sup>1)</sup> Reichsgesetzblatt Teil II, Nr. 34, 1923, S. 354.

<sup>2)</sup> Vgl. St. u. E. 43 (1923), S. 1051.

<sup>3)</sup> Die Anmeldungen liegen von dem angegebenen Tage an während zweier Monate für jedermann zur Einsicht und Einsprucherhebung im Patentamt zu Berlin aus.

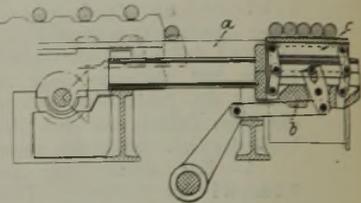
Kl. 18b, Nr. 853 207. Vorrichtung zur gleichmäßigen Anfeuchtung der Verbrennungsluft für Gasgeneratoren von Martinöfen. G. Politz, Breslau, Garvestraße 6.

Kl. 31b, Nr. 853 600. Wendeplattenformmaschine. Alfelder Maschinen- und Modellfabrik Künkel, Wagner & Co., Alfeld a. Leine.

### Deutsche Reichspatente.

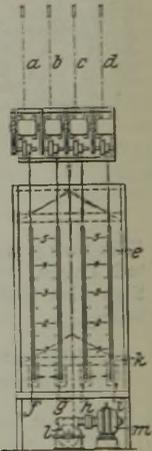
Kl. 7a, Gr. 17, Nr. 372 885. Deutsche Maschinenfabrik, A.-G., Duisburg. Vorrichtung zum Heben und Weiterbefördern von Walzstäben u. dgl.

Unterhalb des Stapeltisches a ist ein verschiebbarer Schlitten b angeordnet mit einer heb- und senkbaren Tragleiste c, die so mit der Antriebsvorrichtung in Verbindung steht, daß bei der Beendigung der Bewegung der Tragleiste c nach oben oder nach unten der Schlitten b nach der einen oder anderen Richtung verschoben wird. Das Anheben und Niederlegen der Walzprodukte kann daher an jeder gewünschten Stelle innerhalb der Fahrbahn erfolgen.



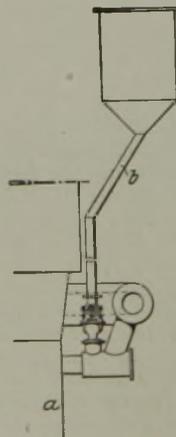
Kl. 18a, Gr. 6, Nr. 372 935, vom 25. Dezember 1921. Deutsche Maschinenfabrik, A.-G., Duisburg. Vorrichtung zur Feststellung der Höhe der Beschickungssäule in Hochöfen o. dgl. mittels Sondenstangen.

Die Sondenstangen werden in bekannter Weise in die obere Schachtöffnung gesenkt, bis sie auf das Gichtgut aufstoßen, wobei die auf- und niedergehende Bewegung der Zugorgane, an denen die Sondenstangen aufgehängt sind, auf Vorlege übertragen wird. Die Erfindung besteht darin, daß die freien Enden der zum Heben und Senken der Sonden vorhandenen Zugorgane a, b, c, d in einer Skalentafel e geführt und mit Anschlägen f, g, h, i versehen sind, die sich unter der Einwirkung der Sonden Gewichte gegen ein Querhaupt k legen, das durch ein Windwerk l, m so bewegt wird, daß die Hub- oder Senkbewegung der Sonden herbeigeführt wird, wobei die letztere so lange erfolgt, bis die Sonden auf das Beschickungsgut aufstoßen.



Kl. 18a, Gr. 3, Nr. 372 934, vom 18. Juni 1921. Deutsche Maschinenfabrik, A.-G., Duisburg. Abschlußvorrichtung der Zuleitung zum Beschicken der Schmelzzone von Schachtöfen (Hochöfen o. dgl.) mit feinkörnigen oder pulverigen Beschickungstoffen.

Beim Auftreten eines vom Ofen a kommenden Ueberdruckes gegenüber dem Druck, mit dem die Beschickungstoffe der Schmelzzone zugeführt werden, wird nach der Erfindung selbsttätig ein Druckausgleich oder ein Abschluß der zur Schmelzzone führenden Leitung b der Beschickungstoffe zwischen Schmelzzone und Beschickungsaufgestelle herbeigeführt.



Kl. 18a, Gr. 3, Nr. 374 146, vom 3. September 1918. Dr. Rudolf Fabinyi und Jeno Gunean in Kolozsvár, Ungarn. Verfahren zur Erzeugung von gering gekohltem Eisen aus seinen Erzen durch Reduktion mittels Methan.

Nach der Erfindung findet die Reduktion bei einer Temperatur von 700 bis 1000° statt.

## Statistisches.

### Frankreichs Roheisen- und Rohstahlerzeugung Januar bis Juli 1923.

	Roheisen t							Rohstahl t												
	Puddel-	Gießerei-	Bessemer-	Thomas-	Verschiedenes	Insgesamt	Davon		Bessemer-	Thomas-	Siemens-Martin-	Tiegelguß-	Elektro-	Insgesamt						
							Koks-roheisen	Elektro-roheisen												
Roheisen															Rohstahl					
Januar bis Juni . . .	156 083	543 156	7 614	1 492 298	80 852	2 280 003	2 252 073	27 930	62 162	1 201 044	891 424	6826	22 309	2 183 765						
Juli . . .	35 722	96 878	2 765	287 145	13 910	436 420	431 240	5 180	5 479	242 240	147 136	1089	3 584	399 528						
Zusammen	191 805	640 034	10 379	1 779 443	94 762	2 716 423	2 683 313	33 110	67 641	1 443 284	1 038 560	7915	25 893	2 583 293						

### Die Roheisenerzeugung der Vereinigten Staaten im ersten Halbjahr 1923.

Nach den Ermittlungen des „American Iron and Steel Institute“ wurden in den Vereinigten Staaten während des ersten Halbjahres 1923 insgesamt 21 352 738 t Roheisen erzeugt, gegen 12 386 067 t im ersten Halbjahre und 15 269 355 t während der zweiten Hälfte des Jahres 1922. Die Erzeugung hat somit in der Berichtszeit gegenüber der gleichen Zeit des Vorjahres um 72% und gegenüber dem zweiten Halbjahre 1922 um 40% zugenommen. Von der gesamten Roheisenerzeugung waren 5 639 124 t zum Verkauf bestimmt, während 15 713 614 t von den Erzeugern selbst weiterverarbeitet wurden.

Staaten	Zahl der Hochöfen				Erzeugung von Roheisen (einschl. Spiegeleisen, Ferromangan, Ferrosilizium usw.) in t zu 1000 kg		
	In Betrieb am 31. Dez. 1922	am 30. Juni 1923			1. Halbjahr 1922	2. Halbjahr 1922	1. Halbjahr 1923
		In Betrieb	Außer Betrieb	Insgesamt			
Massachusetts, Connecticut, Maine . . . . .	1	0	3	3	—	1 101	1 330
New York . . . . .	15	24	4	28	846 824	953 858	1 513 536
New Jersey . . . . .	1	2	2	4			
Pennsylvanien . . . . .	90	125	28	153	4 408 993	5 478 504	7 919 108
Maryland . . . . .	4	5	1	6			
Virginien . . . . .	4	6	11	17	143 139	279 508	453 946
Alabama . . . . .	25	30	13	43			
Westvirginien, Kentucky, Texas, Georgia, Mississippi . . . . .	4	6	10	16	244 675	223 001	360 979
Tennessee . . . . .	6	7	10	17	17 866	108 023	145 165
Ohio . . . . .	58	67	13	80	2 945 228	3 642 681	5 057 980
Illinois . . . . .	18	24	2	26	1 257 683	1 409 565	1 929 619
Indiana, Michigan . . . . .	27	28	1	29	1 272 777	1 497 578	1 854 971
Wisconsin, Minnesota, Missouri, Colorado, Iowa, Montana, Washington, Kalifornien, Oregon . . . . .	3	3	5	8	104 458	282 672	403 309
Zusammen	263	335	105	440	12 386 067	15 269 355	21 352 738

Ueber die Zahl der Hochöfen und die Roheisenerzeugung, getrennt nach den einzelnen Bezirken, gibt nebenstehende Zusammenstellung Aufschluß.

Auf die einzelnen Roheisensorten entfallen von der Erzeugung der drei letzten Halbjahre folgende Mengen:

Art	Erzeugung in t zu 1000 kg		
	1. Halbjahr 1922	2. Halbjahr 1922	1. Halbjahr 1923
Roheisen für das basische Verfahren . . . . .	6 492 114	7 570 715	10 344 224
Bessemer- und phosphorarmes Roheisen . . . . .	3 568 806	4 369 409	6 474 955
Gießereiroheisen einschließlich Ferrosilizium . . . . .	1 655 297	2 384 757	3 256 722
Roheisen für den Temperguß . . . . .	434 846	633 473	827 401
Puddelroheisen . . . . .	104 530	113 107	188 595
Spiegeleisen . . . . .	27 506	129 035	65 847
Ferromangan . . . . .	70 594		126 009
Sonstiges Roheisen . . . . .	32 374	68 859	68 985
Insgesamt	12 386 067	15 269 355	21 352 738

Art des Brennstoffes	Zahl der Hochöfen			
	in Betrieb am 31. Dez. 1922	am 30. Juni 1923		
		In Betrieb	Außer Betrieb	Insgesamt
Koks . . . . .	251	322	90	412
Anthrazit . . . . .	0	1	2	3
Holzkohle . . . . .	12	12	13	25
Insgesamt	263	335	105	440

	Erzeugung in t zu 1000 kg		
	1. Halbjahr 1922	2. Halbjahr 1922	1. Halbjahr 1923
Koks-Roheisen . . . . .	12 299 925	15 127 171	21 208 228
Anthrazit-Roheisen . . . . .	—	—	8 906
Holzkohlen-Roheisen . . . . .	86 142	142 184	135 604
Insgesamt	12 386 067	15 269 355	21 352 738

### Der Außenhandel der Vereinigten Staaten im ersten Halbjahr 1923.

Nach den Feststellungen des amerikanischen Handelsamtes<sup>1)</sup> ging die Ausfuhr der Vereinigten Staaten an Erzeugnissen aus Eisen und Stahl im ersten Halbjahr 1923 gegenüber der gleichen Zeit des Vorjahres weiterhin zurück. Sie betrug in der Berichtszeit 1 002 412 t, nahm also im Vergleich mit der Ausfuhr des ersten Halbjahres 1922 in Höhe von

Die Verteilung der Hochöfen nach den verwendeten Brennstoffen und die sich hieraus ergebende Roheisenerzeugung ist aus nebenstehenden Zahlentafeln ersichtlich.

<sup>1)</sup> Darunter 136 173 t Ferrosilizium.

<sup>1)</sup> Iron Trade Rev. 73 (1923), S. 330/1.

1 222 316 t um 18,0% ab. Die Einfuhr dagegen hat eine gewaltige Zunahme erfahren; sie stieg von 132 747 t im ersten Halbjahr 1922 auf 512 793 t in der gleichen Zeit des Berichtsjahres, also um rd. 286%. Der Wert der Ausfuhr betrug 199 848 561 \$ gegen 186 377 620 \$ in den ersten sechs Monaten 1922; der Wert der Einfuhr stieg von 17 875 143 \$ auf 39 101 367 \$ in der Berichtszeit.

Im einzelnen wurden aus- bzw. eingeführt:

	Ausfuhr		Einfuhr	
	im 1. Halbjahr		im 1. Halbjahr	
	1922	1923	1922	1923
	(t zu 1000 kg)			
Roheisen . . . . .	14 056	15 038	26 821	292 750
Ferromangan u. Spiegeleisen	746	3 312	27 730	47 275
Ferrosilizium . . . . .	253	499	4 852	7 472
Schrott, Brucheisen . . . . .	66 977	21 568	29 634	114 347
Stabeisen . . . . .	110 514	95 486	14 224	4 372
Robblöcke, vorgewalzte				
Blöcke, Brammen usw.	68 484	63 885	10 540	8 073
Eisenguß . . . . .	5 317	5 115	—	—
Stahlguß . . . . .	1 833	2 441	—	—
Schmiedestücke . . . . .	1 452	1 651	—	1 433
Stahlchienen . . . . .	156 915	126 425	16 620	14 754
Sonstiges Eisenbahnober-				
bauzeug . . . . .	18 794	18 340	—	—
Bandisen u. Röhrenstreifen	17 159	14 624	—	—
Verzinkte Bleche . . . . .	65 090	68 583	—	—
Weiß- und Mattbleche . . . . .	46 139	53 050	284	9 528
Schwarzbleche . . . . .	178 999	64 552	—	—
Schiffs- und Behälterbleche	11 447	5 998	—	492
Sonstige Bleche . . . . .	49 263	63 392	175	139
Bauisen . . . . .	72 935	101 240	1 125	4 045
Walzdraht . . . . .	32 807	16 509	—	—
Stacheldraht . . . . .	31 068	40 238	—	—
Sonstiger Draht, Drahtteile				
und Drahterzeugnisse . . . . .	71 984	65 722	742	4 834
Drahtstifte . . . . .	39 907	19 395	—	—
Sonstige Nägel usw. . . . .	4 378	4 815	—	—
Gußeisene Röhren und Ver-				
bindungsstücke . . . . .	16 577	16 998	—	2 443
Kesselröhren u. geschweißte				
Röhren . . . . .	90 380	88 910	—	—
Schrauben, Bolzen, Nieten .	10 218	11 099	—	836
Räder und Achsen . . . . .	9 073	8 788	—	—
Hufeisen . . . . .	345	469	—	—
Sonstige Eisen- und Stahl-				
waren . . . . .	29 206	4 269	—	—
Zusammen	1 222 316	1 002 412	1 327 477	5 127 933

An Eisenerzen wurden im ersten Halbjahr 1923 1 044 947 t gegenüber 210 956 t in der gleichen Zeit des Vorjahres eingeführt. Davon kamen unter anderem aus Schweden 407 468 (im ersten Halbjahr 1922: 70 822) t, aus Spanien 129 752 (16 235) t, aus Cuba 34 393 (78 534) t und aus Kanada 13 755 (969) t.

**Belgiens Hochöfen am 1. September 1923.**

	Hochöfen				Erzeugung in 24 st t
	Vorhanden	Unter Feuer	Außer Betrieb	Im Wiederaufbau	
<b>Hennegau und Brabant:</b>					
Sambre et Moselle	4	4	—	—	1250
Moncheret . . . . .	1	—	1	—	—
Thy-le-Château . . . . .	4	2	—	2	350
Sud de Châtelain . . . . .	1	—	1	—	—
Hainaut . . . . .	4	3	1	—	500
Bonehill . . . . .	2	—	—	2	—
Monceau . . . . .	2	2	—	—	400
La Providence . . . . .	4	4	—	—	920
Usines de Châtelain . . . . .	2	2	—	—	300
Clabecq . . . . .	2	2	—	—	400
Boël . . . . .	2	—	—	—	—
zusammen	28	19	3	6	4120
<b>Lüttich:</b>					
Cockerill . . . . .	7	5	—	2	858
Ongrée . . . . .	6	4	—	2	780
Angleur . . . . .	4	3	—	1	460
Espérance . . . . .	3	3	—	—	475
zusammen	20	15	—	5	2573
<b>Luxemburg:</b>					
Athus . . . . .	4	3	—	1	420
Halanzky . . . . .	2	2	—	—	160
Musson . . . . .	2	2	—	—	120
zusammen	8	7	—	1	700
<b>Belgien insgesamt</b>	<b>56</b>	<b>41</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>7393</b>

**Frankreichs Hochöfen am 1. August 1923.**

	Im Feuer	Außer Betrieb	Im Bau oder in Ausbesserung	Insgesamt
Ostfrankreich . . . . .	44 <sup>1)</sup>	21	19	84
Elsaß-Lothringen . . . . .	29 <sup>1)</sup>	25	14	68
Nordfrankreich . . . . .	11	4	5	20
Mittelfrankreich . . . . .	6	6	1	13
Südwestfrankreich . . . . .	7	6	5	18
Südostfrankreich . . . . .	3	2	2	7
Westfrankreich . . . . .	7	0	1	8
Zus. Frankreich	107	64	47	218
Dagegen am 1. Juli 1923 . . . . .	106	64	48	218

**Frankreichs Eisenerzförderung im Juni und ersten Halbjahre 1923.**

Bezirk	Förderung		Vorräte am Ende des Monats	Beschäftigte Arbeiter		
	Juni 1923	Januar bis Juni 1923	Juni 1923	1913	Juni 1923	
	t	t	t			
Lothringen	Metz, Diedenhofen . . . . .	881 329	5 301 572	1 896 745	17 700	9 946
	Briey, Longwy . . . . .	854 922	5 210 048	1 364 947	15 737	8 952
	Nancy . . . . .	43 369	274 338	834 162	2 103	699
	Normandie . . . . .	62 452	356 235	281 965	2 808	1 265
	Anjou, Bretagne . . . . .	29 608	147 274	99 816	1 471	843
Pyrenäen . . . . .	15 277	92 148	39 751	2 168	727	
andere Bezirke . . . . .	4 300	21 247	62 493	1 250	164	
zusammen	1 891 257	11 402 862	4 579 879	43 237	22 596	

**Wirtschaftliche Rundschau.**

**Neufestsetzung der Kohlenpreise.** — Der Reichskohlenverband und der große Ausschuss des Reichskohlenrates haben am 14. September über die Erhöhung der Kohlenpreise beschlossen. Die Erhöhungen sind durch den Reichswirtschaftsminister zum Teil herabgesetzt worden. Die neuen Preise gelten mit Wirkung von Montag, den 17. September an. Von diesem Tage an werden die Kohlenpreise nicht mehr in Papiermark, sondern in Goldmark veröffentlicht und berechnet. Erfolgt die Zahlung in Papiermark, so werden die Papiermarkbeträge nach der amtlichen Dollarotierung an der Berliner Börse (Mittelkurs zwischen Geld- und Briefkurs; ein Dollar gleich 4,20 Goldmark) am Tage nach Zahlungseingang in Goldmark gutgeschrieben.

Aus den vom 17. September an geltenden Preisen verbleiben den Gruben im Ruhrgebiet für eine Tonne Fettförderkohle 19,26 Goldmark, in Oberschlesien für eine Tonne im Durchschnitt aller Sorten 13,86 Goldmark, in Niederschlesien desgl. 17,66 Goldmark, in Sachsen desgl. 20,30 Goldmark, in Ibbenbüren desgl. 17,29 Goldmark, in Mitteldeutschland und Ostelbien für eine Tonne Braunkohlenbriketts 10,45 Goldmark.

Die Verkaufspreise, welche die Verbraucher zu bezahlen haben, erhöhen sich um den Betrag der Kohlensteuer, Umsatzsteuer, den Beitrag für den Bergarbeiterwohnungsbaue und den Aufschlag für den Handel. Sie betragen z. B. für eine Tonne Ruhrfettförderkohle 28,08 Goldmark, während sie im Durchschnitt aller Sorten in Oberschlesien 19,81, Niederschlesien 23,28, Sachsen 27,59, Ibbenbüren 24,68 Goldmark ausmachen.

Für den Bezirk des Rheinisch-Westfälischen Kohlensyndikates stellen sich die neuen Brennstoffverkaufspreise vom 17. September an in Goldmarkwährung einschließlich Kohlen- und Umsatzsteuer usw. wie folgt:

1) Davon einige nur teilweise in Betrieb.

**Fettkohlen:**

in Goldmark		in Goldmark	
Fördergruskohlen . .	27,54	Gew. Nußkohlen II	38,06
Förderkohlen . . . .	28,08	Gew. Nußkohlen III	38,06
Melierte Kohlen . . .	29,77	Gew. Nußkohlen IV	36,66
Bestmelierte Kohlen	31,62	Gew. Nußkohlen V	35,29
Stückkohlen . . . . .	37,21	Kokskohlen . . . . .	28,65
Gew. Nußkohlen I . .	38,06		

**Gas- und Flammkohlen:**

Fördergruskohlen . .	27,54	Gew. Nußkohlen II	38,06
Flammförderkohlen .	28,08	Gew. Nußkohlen III	38,06
Gasflammförderkohl.	29,51	Gew. Nußkohlen IV	36,66
Generatorkohlen . . .	30,61	Gew. Nußkohlen V	35,29
Gasförderkohlen . . .	32,03	Nußgruskohlen . . .	27,54
Stückkohlen . . . . .	37,21	Gew. Feinkohlen . . .	28,65
Gew. Nußkohlen I . .	38,06		

**Bßkohlen:**

Fördergruskohlen . .	27,54	Gew. Nußkohlen I	41,90
Förderkohlen 25 % . .	27,80	Gew. Nußkohlen II	41,90
Förderkohlen 35 % . .	28,08	Gew. Nußkohlen III	40,06
Bestmelierte 50 % . .	31,62	Gew. Nußkohlen IV	36,66
Stückkohlen . . . . .	37,29	Feinkohlen . . . . .	26,97

**Magerkohlen, östl. Revier:**

Fördergruskohlen . .	27,54	Gew. Nußkohlen I	42,66
Förderkohlen 25 % . .	27,80	Gew. Nußkohlen II	42,66
Förderkohlen 35 % . .	28,08	Gew. Nußkohlen III	40,30
Bestmelierte . . . . .	30,52	Gew. Nußkohlen IV	36,66
kohlenStück . . . . .	38,26	Ungew. Feinkohlen	26,40

**Magerkohlen, westl. Revier:**

Fördergruskohlen . .	27,25	Gew. Anthrazitnuß II	47,03
Förderkohlen 25 % . .	27,80	Gew. Anthrazitnuß III	41,79
Förderkohlen 35 % . .	28,08	Gew. Anthrazitnuß IV	34,41
Melierte 45 % . . . . .	29,49	Ungew. Feinkohlen . .	26,12
Stückkohlen . . . . .	38,34	Gew. Feinkohlen . . . .	26,68
Gew. Anthrazitnuß I	41,71		

**Schlamm- und minderwertige Feinkohlen:**

Minderwertige Feinkohlen . . . . .	10,54	Mittelprodukt- und Nachwaschkohlen . .	6,91
Schlammkohlen . . . .	9,79	Feinwaschberge . . . .	2,98

**Koks:**

Großkoks I. Klasse	41,01	Koks, halb gesiebt und halb gebrochen	42,78
Großkoks II. " . . . .	40,73	Knabbel- und Abfallkoks . . . . .	42,50
Großkoks III. " . . . .	40,45	Kleinkoks, gesiebt . .	42,21
Glebereikoks . . . . .	42,70	Perlkoks, gesiebt . . .	40,17
Brechkoks I . . . . .	49,10	Koksgrus . . . . .	16,06
Brechkoks II . . . . .	49,10		
Brechkoks III . . . . .	45,78		
Brechkoks IV . . . . .	40,17		

**Erhöhung der Eisenstein-Richtpreise.** — Der Berg- und Hüttenmännische Verein zu Wetzlar hat die Eisensteinrichtpreise für die Zeit vom 3. bis 9. September einschließlich wie folgt neu festgesetzt:

Roteisenstein über 36% Fe auf Grundlage von 42% Fe und 28% SiO<sub>2</sub>, Richtpreis 159 250 000 *M* je t frei Wagen Grubenanschluß; Skala ± 5 507 000 *M* je % Fe und ± 2 655 000 *M* je % SiO<sub>2</sub>.

Roteisenstein unter 36% Fe mit Kalkgehalt (Flußstein) auf Grundlage von 34% Fe und 22% SiO<sub>2</sub>, Richtpreis 131 124 000 *M* je t frei Wagen Grubenanschluß; Skala ± 5 507 000 *M* je % Fe und ± 2 655 000 *M*.

Kieseliger Roteisenstein von 36% Fe und weniger sowie 34,5% und mehr SiO<sub>2</sub> auf Grundlage von 33% Fe, Richtpreis je t 97 117 000 *M* frei Wagen Grubenanschluß; Skala ± 3 950 000 *M* je % Fe.

**Manganarmer Brauneisenstein:**

a) Oberroßbacher Erz auf gleicher Grundlage und nach gleicher Skala wie Roteisenstein, jedoch ist Nässe bis zu 5% zu vergüten und 1% Mn = 1% Fe zu bewerten.

b) Oberhessischer (Vogelsberger) Brauneisenstein: Von den Stationen Mücke, Niederrohmen, Stockhausen, Weickartshain, Lumda und Hungen nach freier Vereinbarung mit den Hüttenwerken entweder tel quel und ohne Gewähr oder nach Skala auf Grundlage von 41% Metall, 15% SiO<sub>2</sub> und 15% Nässe, Nässe über 15% ist am Gewicht zu kürzen, unter 15% dem Gewicht zuzusetzen, Richtpreis 159 250 000 *M* je t frei Wagen Grubenanschluß; Skala ± 5 507 000 *M* je % Metall und ± 2 655 000 *M* je % SiO<sub>2</sub>.

c) Sonstiger Brauneisenstein bis zu 4% Mn, Grundlage 40% Fe, 2% Mn und 20% SiO<sub>2</sub>, Richtpreis je t 154 165 000 *M* frei Wagen Grubenanschluß; Skala ± 5 272 000 *M* je % Metall und ± 2 647 000 *M* je % SiO<sub>2</sub>.

**Manganhaltiger Brauneisenstein:**

I. Sorte: mit mehr als 13,5% Mn auf Grundlage von 15% Mn, 20% Fe, 0,07 bis 0,08% P, 24% H<sub>2</sub>O, Richtpreis 166 827 000 *M* je t frei Wagen Grubenanschluß; Skala ± 6 200 000 *M* je % Mn und ± 3 100 000 *M* je % Fe i. d. t. Wasser über 24% ist am Gewicht zu kürzen.

II. Sorte: mit 10 bis 13,5% Mn, auf Grundlage von 12% Mn, 24% Fe und 20% H<sub>2</sub>O, Richtpreis je t 135 002 000 *M* frei Wagen Grubenanschluß; Skala ± 4 900 000 *M* je % Mn und ± 2 450 000 *M* je % Fe i. d. t. Wasser über 20% ist am Gewicht zu kürzen.

III. Sorte: mit weniger als 10% Mn auf Grundlage von 8% Mn, 24% Fe und 20% H<sub>2</sub>O, Richtpreis 63 962 000 *M* je t frei Wagen Grubenanschluß; Skala ± 2 634 000 *M* je % Mn und ± 1 312 000 *M* je % Fe i. d. t. Wasser über 20% ist am Gewicht zu kürzen.

**Vom Deutschen Stahlbund.** — Die Entwicklung der wirtschaftlichen Verhältnisse in letzter Zeit hat den gemeinschaftlichen Richtpreisausschuß veranlaßt, die Richtpreise in Goldmark festzusetzen. Vom 11. September 1923 an gelten folgende Richtpreise für 1000 kg in Thomas- oder Siemens-Martin-Handelsgüte mit bekannten Frachtgrundlagen:

	a) für Inland-geschäfte Goldmark	b) für mittelbare Ausfuhr-geschäfte Goldmark
1. Rohblöcke . . . . .	165,90	117,50
2. Vorblöcke . . . . .	189,60	134,30
3. Knüppel . . . . .	202,40	143,40
4. Platinen . . . . .	210,10	148,80
5. Formeisen . . . . .	239,20	169,40
6. Stabeisen . . . . .	240,—	170,—
7. Universaleisen . . . . .	258,30	182,90
8. Bandeseisen . . . . .	299,10	211,90
9. Walzdraht . . . . .	254,30	180,20
10. Grobbleche 5 mm u. darüb.	270,50	191,60
11. Mittelbleche 3 b. unt. 5 mm	302,20	214,10
12. Feinbleche 1 b. unt. 3 mm	359,40	254,60
13. Feinbleche unter 1 mm . . .	400,10	283,40

Von jeder Lieferung werden 70% zu den Preisen für Inlandgeschäfte und 30% zu den Preisen für mittelbare Ausfuhrgeschäfte berechnet. Die Rechnungsbeträge zu Inlandspreisen sind in Papiermark, die zu mittelbaren Ausfuhrpreisen möglichst in Auslandswährung zu zahlen.

Die Mark-Ueberspreise der seit August 1922 geltenden Ueberspreislisen (Grund-Ueberspreise ohne Zuschläge) sind durch 100 zu teilen und stellen dann Goldmarkbeträge dar.

Für die Umrechnung der Rechnungsbeträge in Papiermark gilt der Berliner Mittelkurs für das £ (1 *S* = 1 Goldmark).

Nähere Angaben über das Berechnungsverfahren gibt die Richtpreislise 45 des Deutschen Stahlbundes.

**Preiserhöhung der Fachverbandsgruppe VII.**

Der Verein Deutscher Maschinenbauanstalten, Fachverbandsgruppe VII, Düsseldorf (Hochofen-, Stahl- und Walzwerke, Kaltwalzwerke, Adjustagemaschinen, Dampfhämmer und hydraulische Maschinen) hat mit Gültigkeit ab 11. September eine Preiserhöhung um 150% auf die Preise vom 5. September (Teuerungsfaktor 2,50) beschlossen.

**Erhöhung des Goldaufschlags auf Zölle.**

Das Zollaufgeld wurde für die Zeit vom 15. bis einschl. 18. September auf 1 389 999 900 und vom 19. bis 21. September auf 2 179 999 900% festgesetzt. Das Goldzollaufgeld tritt vom 15. September an zweimal wöchentlich in Kraft, und zwar Samstags und Mittwochs. Dem Goldzollaufgeld, das am Samstag in Kraft tritt, wird bis auf weiteres der Dollardurchschnittskurs vom vorhergehenden Montag und Dienstag, dem Goldzollaufgeld, das am Mittwoch in Kraft tritt, der Dollardurchschnittskurs vom vorhergehenden Donnerstag und Freitag zugrunde gelegt. Die Bekanntmachung der Höhe des Goldzollaufgeldes erfolgt unverzüglich im Reichsanzeiger.

**Dingler'sche Maschinenfabrik. A.-G., Zweibrücken.**

— Im Geschäftsjahre 1922/23 hatte die Gesellschaft unter dem fortschreitenden Verfall unserer Währung zu leiden. Dazu machten sich in den letzten Monaten des Berichtsjahres die Folgen der Ruhrbesetzung höchst nachteilig geltend. Trotzdem gelang es, den Betrieb im großen und ganzen aufrecht zu erhalten und den gleichen Umsatz in Tonnen wie im vorhergehenden Jahre zu erreichen. Zur Verstärkung der Betriebsmittel wurde durch Beschluß der außerordentlichen Hauptversammlung vom 12. März 1923 das Grundkapital der Gesellschaft um 30 000 000 *M* auf 40 000 000 *M* Stammaktien erhöht. — Die Gewinn- und Verlustrechnung weist einen Rohgewinn von 1 611 498 892 *M* und einen Reingewinn von 367 297 848 *M* aus. Hiervon werden je 3,6 Mill. *M* der Rücklage und der Sonderrücklage und 250 Mill. *M* dem Werkerhaltungsbestande zugewiesen, 30 Mill. *M* für Unterstützungen dem Vorstand zur Verfügung gestellt, 40 Mill. *M* Gewinn (400% gegen 20% i. V.) auf die Stamm- und 120 000 *M* (6%) auf die Vorzugsaktien ausgeteilt und 39 977 848 *M* auf neue Rechnung vorgetragen.

**Eisenhüttenwerk Marienhütte bei Kotzenau, Actien-Gesellschaft (vorm. Schlittgen & Haase).** — Kennzeichnend für den Verlauf des Geschäftsjahres 1922/23 waren in verschärftem Maße die gleichen Erscheinungen, welche auch dem vorhergehenden Jahre das Gepräge gaben: weitere Störung des regelmäßigen Wirtschaftslebens durch die Maßnahmen unserer Gegner und daraus folgend immer stärkere Markentwertung. Diese drückt sich in der Höhe des Umsatzes aus, welcher sich auf 6447 Mill. *M* belief (i. V. 92 Mill. *M*). Trotz bedeutender Schwierigkeiten gelang es, den weiteren Ausbau der Werke zu fördern. — Aus dem erzielten Reingewinn von 324 385 822 *M* werden 16,5 Mill. *M* der Rücklage überwiesen, 35 856 000 *M* an den Aufsichtsrat vergütet, 264 Mill. *M* Gewinn (1000% gegen 30% i. V.) auf die Stamm- und 252 000 *M* (7%) auf die Vorzugsaktion ausgeteilt, sowie 7 777 822 *M* auf neue Rechnung vorgetragen.

**Bücherschau<sup>1)</sup>.**

**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.) 80.

Statistisches Forschen und statistisches Denken reichen weiter zurück. Vertieft und mit ihrer natürlichen Grundlage, der Mathematik, wie deren Denkformen enger verbunden wurden sie aber erst in jüngster Zeit, in der Tiefe wie Breite ihrer Anwendung, die von der Bevölkerungslehre, der Biologie, der Volks- und Betriebswirtschaftslehre, der Wetterkunde, Sternkunde, experimentellen Psychologie neuerdings bis zur Physik, Chemie reicht; ein Entwicklungsabschluß ist noch gar nicht abzusehen. Czubers Arbeit ist ein Grundriß der mathematischen Statistik, die die Ausdeutung der Tabellenwerke wie die Bildung verfeinerter statistischer Zahlen zum Ziel hat, sie bildet eine im deutschen Schrifttum bisher nicht erreichte grundlegende Einführung.

Zum Verständnis des weiten Anwendungskreises der in dem Buche behandelten reinen statistischen Verfahren muß man notwendig auf den Zweck statistischer Forschung überhaupt zurückgreifen. Nach landläufiger Auffassung wird der Aufgabenkreis der Statistik umgrenzt durch die zahlenmäßig beschreibende Darstellung von Massenerscheinungen (Kollektive). Darüber hinaus dient aber die Statistik tatsächlich schon in ihren Grundzahlen der Kausalanalyse, indem von dem Kollektiv dessen wesentliche Eigenschaften (Merkmale) abgespalten werden, um den Einfluß der das Kollektiv

treibenden Kräfte festzustellen. So würde in einer Unkostenstatistik, die die einzelnen Unkostenarten für sich als statistische Reihen anführt, eine weitere Abspaltung vom Kollektiv, etwa die Aufteilung der Unkostenreihe „Verschiedenes“, sich als notwendig erweisen, wenn diese Gruppe längere Zeit in einzelnen Abteilungen wesentliche Aenderungen aufwiese, um so durch nochmalige Abspaltung die Ursachen aufzudecken. Nichts anderes ist auch die zeitliche Unterteilung, die von einer Gesamtreihe Teilreihen abspaltet, um nur auf die Analysenergebnisse eines Stahlwerkes für den Gesamtzeitraum und einen kleineren Zeitabschnitt hinzuweisen. Diese Unterteilung läuft auf eine Aussonderung der Wirkungen hinaus, denn die Statistik ist Wirkungsausstrahler, ein dem naturwissenschaftlichen Versuch entgegengesetzter Vorgang, da man bei diesem versucht, die Ursachen auszusondern, die aufzufinden bzw. deren Weg zu weisen erst Aufgabe der Statistik ist.

Die Unterteilung führt aber weiter zum Doppelurteil der Wahrscheinlichkeitstheorie, daß nämlich auf A entweder B oder C oder D . . . folgen bzw. B, C, D . . . in verschieden starkem Ausmaße folgen können, und gewinnt vor allem eine weittragende Bedeutung für statistisches Forschen, wenn aus den Grundzahlenreihen Mittelwerte, der Beziehung zweier Grundzahlenreihen Mittelwerte von Bezugzahlen oder, wenn möglich, „statistische Wahrscheinlichkeiten“ gebildet werden. Die Wahrscheinlichkeitsrechnung mit ihrer Beziehung zur Statistik und die statistischen Mittelwerte mit den eng verknüpften Streuungsmaßen bilden das Kernstück der statistischen Theorie; sie sind das Hauptwerkzeug der statistischen Bohrarbeit. In Verbindung mit der Unterteilung und in enger Anlehnung an den Gedankenkreis der Wahrscheinlichkeitstheorie (Glücksspiel, Gesetz der großen Zahlen) wird die Gesamtheit der Ursachen, die auf eine statistische Reihe einwirkt, hypothetisch in einen konstanten Faktor, der die Gesamtreihe (Jahreserzeugung) und die zufälligen Faktoren, die den Einzelfall wie die dargestellten Einzelreihen (Monatserzeugung) beeinflussen, zerlegt. Als Vertreter des konstanten Anlageinflusses gilt nun, wiederum in enger Anlehnung an die Wahrscheinlichkeitstheorie, der Mittelwert, während die zufälligen Einflüsse durch die Abweichungen von den Mittelwerten (insbesondere mittlere und wahrscheinliche Abweichung) festgestellt werden. Wird dann für den Mittelwert einer inhaltlich gleichartigen Reihe eine Aenderung festgestellt, so ist durch die Abweichung der Einzelreihen von dem Mittel der Gesamtreihe zu prüfen, ob die für den gleichen Gegenstand zeitlich oder örtlich verschieden gebildeten Mittelwerte der gleichen Anlage entspringen, die Abweichungen also nur zufällig sind, oder ob in dem ermittelten Streuungsmaß eine wesentliche Aenderung der Anlage steckt. Die Beantwortung der Frage führt zu einem der wesentlichsten Höhenpunkte der Statistik, dem Divergenzkoeffizienten von Lexis. Immer werden aber nur Kollektive dieses Maß der Unveränderlichkeit bzw. Streuung zulassen, die einen der Wahrscheinlichkeitstheorie ähnlichen Aufbau aufweisen, vor allem solche, in deren Ursachenmasse die Natur als Triebkraft vorwaltet, dagegen kaum statistische Reihen, die der Volkswirtschaft entnommen sind, sehr wohl aber wieder m. E. Reihen, die dem streng geordneten Betriebe entstammen.

In einem besonderen Kapitel behandelt Czuber die stets vor Bildung der Mittelwerte zweckmäßige schaubildliche Darstellung von Grundzahlen, bei der die auf der Ordinate eingetragenen Häufigkeiten Funktionen der zeitlichen oder sachlichen Klassen bilden. Durch diese Darstellung lassen sich auf Grund bestimmter Grundarten in Anlehnung an die normale Häufigkeitskurve für die verschiedenen Stoffe bestimmte Gesetzmäßigkeiten feststellen. Im Rahmen der auf der Wahrscheinlichkeitstheorie aufgebauten Fehlertheorie tritt die normale Häufigkeitskurve dann als normale Fehlerkurve (Abzisse: Mittel mit  $\pm$ -Fehlerabweichungen) auf.

In gleichem Maße grundlegend — von Czuber nicht so weit zurückverfolgt — wie diese schaubildliche Auf-

<sup>1)</sup> Wo als Preis der Bücher eine Grundzahl (abgekürzt Gz.) gilt, ist sie mit der jeweiligen buchhändlerischen Schlüsselzahl — zur Zeit der Drucklegung 20 000 000 — zu vervielfältigen.

teilung des Kollektivs nach einem Merkmal, ist das zwei- oder mehrfache Kurvengemisch zur gesetzmäßigen Ermittlung des Verlaufes zweier oder mehrerer statistischer Reihen von ungleichem Inhalte, eine Darstellung, die dann etwa zu dem Schlusse führt, daß die Warenpreise sich nach den Warenvorräten richten, oder daß der Anteil der erfolgreichen Streiks fällt bei guter und zunimmt bei schlechter Wirtschaftslage. Es fehlt hier aber das Maß für den Grad der Wechselbeziehung der beiden Gesamtreihen, die in der üblichen schaubildlichen Darstellung nur Glied für Glied im Zeitvergeleiche zum Ausdruck kommt. In der Biologie ausgebildet, in der Volkswirtschaft mit ihren vielfach gleichgearteten Kausalverhältnissen noch viel zu wenig angewandt, ist hier für eine zweite bedeutungsvolle Höhenentwicklung der statistischen Theorie der Korrelationskoeffizient zu nennen. Auch hier geht man bei der logischen Entwicklung von den Ursachen aus, die bei völliger Unabhängigkeit auch die statistischen Reihen und damit den aus diesen gebildeten Korrelationskoeffizienten zu Null werden lassen, die, wenn gleichwirkend in gleicher Richtung, diesen zu  $+1$ , und wenn gleichwirkend in entgegengesetzter Richtung, diesen zu  $-1$  machen. Tatsächlich wird der Korrelationskoeffizient immer zwischen  $\pm 1$  liegen.

Im Wesen das Gleiche, nämlich Abstoßen und Anziehen zweier oder mehrerer Merkmale bzw. völliges Unbeeinflusstsein, aber nicht mit gleichem Hilfsmittel (Mittel bzw. Streuungsmasse) zu bewältigen, sind die Beziehungen der qualitativen (festen) statistischen Merkmale (Beruf, Geschlecht, Betrieb usw.), die im Gegensatz zu den quantitativen (variablen) Merkmalen (Preis, Lohn, Alter usw.) keine oder nur eine künstliche Mittelwertbildung zulassen. Deren theoretische Grundlage ist die schon in der praktischen Statistik bekannte Kombinationstabelle, in der etwa, um wiederum ein einfaches Beispiel anzuführen, die männliche und weibliche Stadt- wie Landbevölkerung in bestimmten Altersjahren dargestellt und die Stärke dieser Wertverbindungen untersucht wird. Auch hier ergeben sich wieder als Kennzeichen der höheren Statistik im Gegensatz zu den Zahlenfriedhöfen von Grundzahlen der Elementarstatistik Spitzenwirkungen, um sie nur zu nennen, in einem Abhängigkeits- und Zufallskoeffizienten (Yule, Pearson).

Der Weg durch das Czuberische Buch, den ich hier beenden will, ist nur für den mathematisch Geschulten gangbar. Dieser wird aber auch hineingeführt in die Tiefe statistischen Denkens, und er erhält eine Fülle von Anregungen und Hinweisen, nicht zuletzt durch die zahlreichen Beispiele, für eigenes statistisches Arbeiten. Als Lehrbuch reicht das Buch nicht entfernt an sein klassisches Vorbild Yule (An Introduction to the Theory of Statistics), an den sich Czuber im I. Abschnitt recht eng anlehnt; es fehlt die wegweisende Schriftumsübersicht über das Gesamtgebiet. In der Begriffsbildung folgt Czuber zum Teil auch Fechners Kollektivmaßlehre (einem statistischen Teilgebiet), so bei der Verwendung von „Urliste“, „Zählkarte“, „Verteilungstafel“, Begriffen, die dem praktischen Statistiker, der es vielfach mit Großzählungen zu tun hat, in etwas anderem Sinne geläufig sind. Ein durchgehend klarer und eindeutiger Begriffsschatz durch alle Gebiete der statistischen Technik und Theorie würde manche Unklarheiten beseitigen. Bei einer Neuauflage, um auf das noch hinzuweisen, wären die Pearson entlehnten Korrelationstabellen auf S. 122 und die daran geknüpften Schlußfolgerungen nachzuprüfen, da die Mittelwerte der X-Reihe im zweiten Teile tatsächlich durchweg größer sind.

Im ganzen bildet die Czuberische Arbeit eine sehr wertvolle und wesentliche Bereicherung des statistischen Schrifttums.

Köln.

Jakob Breuer.

Ferner sind der Schriftleitung zugegangen:

Methods of the chemists of the United States Steel Corporation for the sampling and analyses of coal, ooke and by-pro-

ducts. Second edition. (With 18 fig.) Pittsburgh, Pa.: Bureau of Instruction [of] the Carnegie Steel Company 1923. (XVI, 184 p.) 8°. Geb. 3 \$.

Die

#### Bücherei des Vereins deutscher Eisenhüttenleute

hat u. a. folgende Schriften neu eingestellt:

(Die Namen von Geschenkgabern sind durch einen \* gekennzeichnet.)

Aktiebolaget Lindholmen - Motala\*: Minnesskrift med anledning av Motala Verkstads hundraariga verksamhet 1822—1922. (Mit 184 Abb.) Stockholm 1922: Centraltryckeriet (326 S.) 4°.

Annuaire [du] Comité\* des Forges de France. 1922—1923. Paris (8°): Selbstverlag [1923]. (867, 881 p.) 8°.

Auskünfte, Technische, aus dem Gebiete des Beton- und Eisenbetonbaues. [Hrsg. vom] Deutschen Beton-Verein, (E. V.), Oberkassel (Siegkreis). Ausg. C. Selbstverlag 1923. (75 S.) 8°.

Benedicks\*, Carl: Metallografiska Institutet. Kort beskrivning av dess nuvarande lokaler och inredning. Till invigningen den 1 juni 1922. (Mit Abb.) Stockholm 1922: Victor Pettersons Bokindustri. (17 S.) 8°.

Aus: Jernkontorets Annaler för år 1922.

Vgl. St. u. E. 43 (1923), S. 233 5.

Berichte der Gesellschaft\* für Kohlentechnik. Hrsg. von der Gesellschaft für Kohlentechnik m. b. H., Dortmund-Eving. Als Ms. gedr. [Selbstverlag]. 8°.

H. 4. 1923. (Mit Abb.) (S. 170 bis 263).

Betonnormen, Schwedische. Denkschrift mit Vorschlägen zu Bestimmungen für Bauwerke aus Beton und Eisenbeton. Uebersetzung der Seiten 33 bis 60. Berlin, November 1922. (Umdruckausg.) (40 S.) 4°.

Düsseldorf. Bearb. u. hrsg. von Hans Arthur Lux, Leiter des Presseamts der Stadt Düsseldorf. (Mit zahlr. Abb.) Düsseldorf: Deutsche Kunst- und Verlagsanstalt\*, G. m. b. H., 1921/1922. (300 S.) 4°. Gz. geb. 25 M.

Festschrift des Oesterr. Ingenieur- und Architekten-Vereins\* aus Anlaß der Feier seines 75jährigen Bestandes. (Mit zahlr. Abb.) Wien: Selbstverlag 1923. (80, CXXVIII S.) 4°. 25 000 Kr.

Fittingswerke, Gebr. Inden, Aktiengesellschaft, Düsseldorf-Oberbilk und Urft (Eifel): Entwicklung [von] 1873 bis 1923. (Mit Abb.) Düsseldorf (1923): Josef Frembgen. (35 S.) 8°.

Geschichte des Chemischen Laboratoriums\* Fresenius zu Wiesbaden in den Jahren 1898 bis 1923. Hrsg. zur Feier des 75jährigen Bestehens der Anstalt. Wiesbaden: (Selbstverlag) 1923.

Gohmann, Arthur, Obergeringieur, und Paul König: Tafeln der vierstelligen Umwertungszahlen für vollkommene Gase, nebst Hilfstafeln. Zugeschnitten für den Bereich meisttechnisch vorwiegender Betriebszustände. Halle (Saale): Wilhelm Knapp 1923. (72 S.) 8°.

„Hütte“. Des Ingenieurs Taschenbuch. Hrsg. vom Akademischen Verein Hütte, E. V., in Berlin. 24. Aufl. Berlin: Wilhelm Ernst & Sohn. 8°.

Bd. 1. (Mit 560 Abb.) 1923. (XIV, 1308 S.)

Bd. 2. (Mit 241 Abb.) 1923. (XIX, 1288 S.)

Industrietidningen Norden\* 1872 bis 1922. (Mit Abb.) Stockholm: Selbstverlag 1922. (S. 412 bis 462.) 4°.

Iron Ore. (Summary of information as to the present and prospective iron-ore supplies of the world.) [Issued by the] Imperial Mineral Resources Bureau. London: His Majesty's Stationery Office. 8°.

P. 6. Europe and Africa (Foreign). (With 4 maps.) 1922. (275 p.) Geb. 6 S.

Jones, J. A., M. Sc.: The Properties of some nickel-chromium-steels. (With 52 fig.) London: His Majesty's Stationery Office 1923. (51 p.) 8°. S 7/6 d.

(Report No. 55 [of the] Research Department, Woolwich 1922.)

Schilling\*, Fr., Abteilungsdirektor, Essen: Krupp-scher Gußstahl für die Werkzeug- und Stahlwarenfabrikation. Ein Rückblick auf seine Entwicklung. (Mit 19 Abb.) (Essen [1922]: W. Girardet). (18 S.) 4°.

Aus: 50 Jahre Ingenieurarbeit zwischen Rhein und Ruhr, 1872 bis 1922.

Stephan, P., Dipl.-Ing., Regierungsbaumeister, Professor: Die technische Mechanik des Maschineningenieurs, mit besonderer Berücksichtigung der Anwendungen. (4 Bde.) Berlin: Julius Springer. 8°.

Bd. 3. Bewegungslehre und Dynamik fester Körper. Mit 264 Textfig. 1922. (IV, 252 S.) Gz. geb. 7 M.

Bd. 4. Die Elastizität gerader Stäbe. Mit 255 Textfig. 1922. (249 S.) Gz. geb. 7 M.

Stromeyer\*, C. E., O. B. E., chief engineer, Manchester Steam User's Association for the prevention of boiler explosions: Fatigue of metals. Read before the South Wales Institute of Engineers, at Cardiff, May 25th, 1922. (With 2 fig.) London 1922: Spottiswoode, Ballantyne & Co., Ltd. (P. 285 bis 331). 8°.

From: Proceedings (of) the South Wales Institute of Engineers, Vol. 38, No. 3.

Tarifverträge, Die, im Deutschen Reiche am Ende des Jahres 1920. Nebst einem Anhang: Die Reichstarifverträge am Ende des Jahres 1921. Bearb. im Reichsamt für Arbeitsvermittlung. Berlin: Reichsamt für Arbeitsvermittlung 1922. (80 S.) 4°. 60 M.

Reichs-Arbeitsblatt. Sonderh. 26.

Technologie, Chemische, in Einzeldarstellungen. Hrsg.: Prof. Dr. A. Binz, Frankfurt a. M. Leipzig: Otto Spamer. 8°.

[II.] Spezielle, chemische Technologie.

[15.] Waeser, Bruno, Dr.-Ing.: Die Luftstickstoffindustrie. Mit besonderer Berücksichtigung der Gewinnung von Ammoniak und Salpetersäure. Mit 72 Fig. im Text und auf einer Taf. 1922. (VII, 586 S.) Gz. geb. 20 M.

Veröffentlichungen, Wissenschaftliche, aus dem Siemens-Konzern. Berlin: Julius Springer. 4°.

Bd. 2. (abgeschlossen am 1. Juli 1922). Mit 384 Textfig. und 1 Taf. Zum Gedenken der 75. Wiederkehr des Gründungstages des Hauses Siemens & Halske, 12. Oktober 1847 — 12. Oktober 1922. Unter Mitwirkung von Prof. Dr.-Ing. Ludwig Binder [u. a.] hrsg. von Professor Dr. Carl Dietrich Harries\*, Geheimer Regierungsrat. 1922. (VI, 505 S.)

Westfälische Drahtindustrie\*, Hamm (Westf.): [Jubiläumsschrift] 1872 bis 1922. (Mit 7 Abb. nach Kohlezeichnungen von Fritz Schickert, Essen, u. 4 farb. Plänen.) (Essen-Ruhr [1922]: Graphische Anstalt der [Fa.] Fried. Krupp, Aktiengesellschaft.) (43 S.) 4°.

## Vereins-Nachrichten.

### Ehrungen.

Dem Mitgliede unseres Vereins, Herrn Generaldirektor H. Bierwes, Düsseldorf, wurde von der philosophischen Fakultät der Hessischen Landesuniversität in Gießen die Würde eines Doktors der Philosophie ehrenhalber verliehen.

Unser Mitglied, Herr Professor Dr.-Ing. R. Stri-bek, Stuttgart, ist vom Preussischen Staatsministerium zum außerordentlichen Mitglied der Akademie des Bauwesens ernannt worden.

### Änderungen in der Mitgliederliste.

Eckstein, Horst, Dr. phil., Chemiker, Völklingen a. d. Saar, Post-Str. 51.

Frohn, Emil, Dr.-Ing., i. H. Mannesmann-Mulag, Aachen, Bach-Str. 20.

Habert, Fritz, Dipl.-Ing., Betriebsassistent der Julienhütte, Bobrek, O.-S., Caro-Str. 12.

Hase, Carl, Dipl.-Ing., Betriebsdirektor der Maschinenbau-A.-G. vorm. Beck & Henkel, Kassel.

Heuser, Heinrich, Ingenieur, Mülheim a. d. Ruhr, Kohlenkamp 23.

Holtus, Hermann, Ingenieur des Phoenix, A.-G. für Bergbau- u. Hüttenbetrieb, Hamborn a. Rhein 6, Otto-Str. 17.

Larson, Ernst, Dipl.-Ing., Direktor des Smedjebackens Valsverks, A.-B., Smedjebacken, Schweden.

Reeschach, Ferdinand, Dipl.-Ing., Mannheim-Rheinau Nr. 66, An den 40 Morgen.

Reifurth, Otto, Oberingenieur der Rhein. Stahlwerke, Immigrath.

Schmidt, Leopold, Dipl.-Ing., Leiter der Werkswärme-stelle der Borsigw.-A.-G., Beuthen, O.-S., Dyngos-Str. 61.

Seyd, Karl, Dipl.-Ing., 1. Stahlw.-Assistent der Linke-Hofmann-Lauchhammer-A.-G., Gröditz i. Sa.

Thimm, Emil, Torpedeing. a. D., Salzbergw. Neu-Stassfurt & Teilnehmer, Bitterfeld.

### Neue Mitglieder.

Beckmann, Friedrich Gustav, Ing., Bürochef der Gutehoffnungshütte, Gelsenkirchen II, Schul-Str. 18.

Biebrach, Hans, Beamter der Wärmest. des Vereins deutscher Eisenhüttenleute, Düsseldorf, Ludendorff-Str. 27.

Chlapik, Georg, Ing., Gießereiassistent des Eisenw. Varel, A.-G., Varel i. Oldbg., Gasthof Eholé.

Creutz, Martin, Dipl.-Ing., Walzw. Oberhausen der Gutehoffnungshütte, Sterkrade i. Rheinl., Johanniter-Str. 16.

Drapol, Wilhelm, Betriebsingenieur, Witkowitz, Tschecho-Slowakei, Hochofenanlage.

Härtl, Fritz, Mitinh. d. Fa. Härtl, Schröder & Co., Düsseldorf, Immermann-Str. 29.

Heidenhain, Willy, Dipl.-Ing., Betriebsleiter der Stahlw. Eicken & Co., Hagen i. W., Schwanen-Str. 1.

Hoppe, Gustav, Bergwerksdirektor a. D., Berlin NW 52, Schloß Bellevue.

Korätzin, Fritz, Ingenieur, Düsseldorf-Heerdt, Rhein-allee 26.

Lange, Karl, Oberingenieur, Tattendorf a. d. Aspang-bahn, Nied.-Oesterr.

Maas, Friedrich, Ingenieur, Homberg a. Niederrh., Duisburger Str. 321.

Schmidt, Hermann, Dr. phil., Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf.

Schröder, Wilhelm, Ing., Mitinh. d. Fa. Härtl, Schröder & Co., Dessau, Schloß-Str. 12.

Schulte, Alfred, Ingenieur, Attendorn i. W., Kehl-berg 16.

Springer, Walter, Dipl.-Ing., Rheinische Stahlw., Wärmest., Duisburg-Meiderich, Bahnhof-Str. 120.

Steinhoff, Edward, Dr. phil., Dortmund, Rheinische Str. 169.

Weber, Alfred, Ingenieur der Mannesmannr.-Werke, Abt. Grillo-Funke, Gelsenkirchen, Garten-Str. 5.

Wellnitz, Hermann, Betriebsassistent, Rheinmetall, Homberg a. Niederrh., Duisburger Str. 226.

Wilken, Hans Helmut, Dipl.-Ing., Betriebsassistent im Martinw. des Eisen- u. Stahlw. Hoesch, A.-G., Dort-mund, Oesterholz-Str. 122.

### Gestorben.

Dirnbacher, F. W., Dipl.-Ing., Kirchbichl. 2. 9. 1923.

Schöndeling, Wilhelm, Ingenieur, Düsseldorf. 8. 6. 1923.

Werestschagin, Nikolaus, Professor, Moskau. 2. 8. 1923.

Wiedekind, Edgar, Ingenieur, Düsseldorf. 2. 9. 1923.