

# STAHL UND EISEN

## ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute

Geleitet von Dr.-Ing. Dr. mont. E. h. O. Petersen

unter Mitarbeit von Dr. J. W. Reichert und Dr. W. Steinberg für den wirtschaftlichen Teil

HEFT 33

18. AUGUST 1938

58. JAHRGANG

### Anfressungen durch Hohlsgog und Tropfenschlag.

Von Dr.-Ing. Hans Mueller in Heidenheim (Brenz).

[Bericht Nr. 432 des Werkstoffausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute\*].

(Vorgang des Hohlsgogs an Schiffsschrauben, Wasserturbinen und Wasserpumpen. Gleichheit mit den Erscheinungen des Tropfenschlags in Dampf- und Freistrahlturbinen. Einflußgrößen bei der Zerstörung von Werkstoffen durch Hohlsgog und Tropfenschlag. Ermittlung der Haltbarkeit gegen Wasserschlag; Zusammenhang mit anderen Werkstoffeigenschaften.)

Nachdem heute die Erforschung des Hohlsgogs (Kavitation) und seiner Folgen einen gewissen Abschluß erreicht hat, dürfte es von Wert sein, einmal einen Blick zurückzuwerfen und das außerordentlich umfangreiche Schrifttum über dieses Fragengebiet zusammenzufassen und zu ordnen. Zugunsten einer geschlossenen Darstellung können nicht alle Veröffentlichungen Berücksichtigung finden, sondern es muß eine Auswahl hauptsächlich nach dem Gesichtspunkt der Erstmaligkeit wesentlicher neuer Erkenntnisse getroffen werden. Vorweggenommen sei noch, daß es zweckmäßig ist, zugleich mit dem Hohlsgog auch den Tropfenschlag zu behandeln, weil beide Vorgänge, in den Ursachen zwar völlig abweichend, einen gemeinsamen inneren Vorgang aufweisen, der zu gleichen Folgeerscheinungen führt.

#### Vorgang und Folgen des Hohlsgogs.

Schon um das Jahr 1894 wurde von S. W. Barnaby<sup>1)</sup> der Vorgang der Wasserverdampfung an den Schrauben eines Torpedojägers beobachtet und mit Kavitation bezeichnet. Es zeigten sich bereits damals die wesentlichsten, vom technischen und wirtschaftlichen Standpunkt aus betrachtet, äußerst schädlichen Folgen dieser Erscheinung:

1. erhebliche Verminderung des hydraulischen Wirkungsgrades,
2. Auftreten starker Erschütterungen im Schiffverband in der Umgebung der Schrauben,
3. erstaunlich rasche Zerstörung der Schrauben und benachbarten Schiffswände.

Die Häufigkeit des Auftretens dieser den Hohlsgog kennzeichnenden Folgeerscheinungen hat dann durch die Weiterentwicklung aller hydraulischen Maschinen nach höherer Schnellläufigkeit — Einführung des Dampfturbinenantriebes von Schiffsschrauben, Entwicklung der Axialturbinen und Pumpen (Bauart von Kaplan) — sehr rasch zugenommen und planmäßige Forschungen ausgelöst. Dabei wurden im wesentlichen drei Richtungen verfolgt:

1. Klärung des inneren Vorganges der Hohlraumbildung, d. h. der Bedingungen für das Entstehen der Dampf-räume und des Vorganges der Kondensation;
2. Ermittlung der Veränderung der Strömung und deren Kräfte durch die Hohlraumbildung am Einzelflügel im besonderen und an den Strömungsmaschinen im allgemeinen;
3. Untersuchung der Zerstörung der verschiedensten Baustoffe durch die Kondensationsvorgänge in der Betriebsflüssigkeit.

Zum Verständnis der weiteren Betrachtungen der einzelnen Abschnitte auf den angegebenen Forschungswegen ist es wesentlich, daß ganz allgemein bei Strömungsmaschinen mit hohen Relativgeschwindigkeiten, also solchen mit wenig Schaufeln, die Druckverteilung an den Druck- und Saugseiten derselben keineswegs gleichmäßig ist, wie dies die alte Kreisradtheorie von Euler

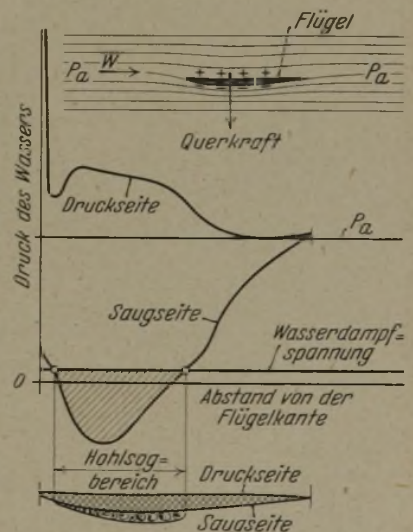


Bild 1. Druckverteilung an einem Einzelflügel einer Strömungsmaschine.

voraussetzt, sondern daß vielmehr, wie Bild 1 erkennen läßt, mehr oder minder stark ausgeprägte Unterdruckspitzen auftreten. Wenn dann die allgemeinen Druckverhältnisse so sind, daß die Unterdruckspitze gerade den Dampfdruck erreicht, ist eine weitere Unterdruckerhöhung durch Geschwindigkeitssteigerung nicht mehr möglich, es wird lediglich eine zunehmende Ausdehnung des Verdampfungsgebietes über den ganzen Flügel erreicht. Diese Vorgänge sind von H. Föttinger<sup>2)</sup> und J. Ackeret<sup>3)</sup> zuerst in einer Düse und dann später an Tragflügelprofilen eingehend unter-

\*) Vorgetragen in der 38. Vollsitzung des Werkstoffausschusses am 22. Juni 1938. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

<sup>1)</sup> S. W. Barnaby: Formation of Cavities in Water by Screw-Propellers of high Speeds. Trans. Instn. naval Archit. 39 (1897) S. 139.

<sup>2)</sup> Hydraulische Probleme. Berlin 1926. S. 101.

<sup>3)</sup> Techn. Mech. Thermodyn. 1 (1930) S. 1/22 u. 63/72.

sucht worden. An dem stromabwärts gelegenen Schnittpunkt der Druckverteilungskurve des Bildes 1 mit dem Dampfdruck entsteht ein ziemlich schroffer Druckanstieg (Drucksprung), in welchem die Dampfblasen sehr plötzlich kondensieren müssen. Diesen Vorgang sieht man besonders gut auf den von H. Mueller<sup>4)</sup> mit Funkenbeleuchtung hergestellten Momentaufnahmen des Hohlsoqs an einem Glasflügel (Bild 2). Uberschlagsrechnungen von C. P.

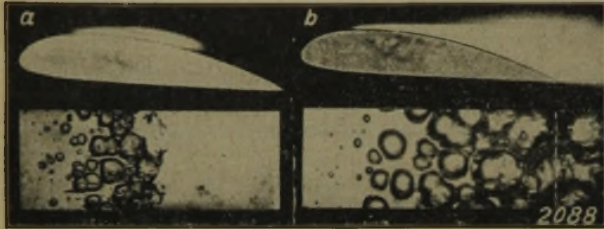


Bild 2. Mit Funkenbeleuchtung hergestellte Momentaufnahmen des Hohlsoqs an einem Glasflügel. [Nach H. Mueller: Masch.-Schaden 12 (1935) S. 191.]

Parsons und anderen<sup>5)</sup> zeigen, daß hierbei kurzzeitige Druckstöße in der Größenordnung von etwa 1000 kg/cm<sup>2</sup> entstehen können. Solche Drücke reichen hin, um in den kleinsten Rissen und Löchern der Oberfläche starke Sprengwirkungen auszulösen, so daß die Anfrassungen vom Innern aus fortschreiten und das in Bild 3 gezeigte schwammartig

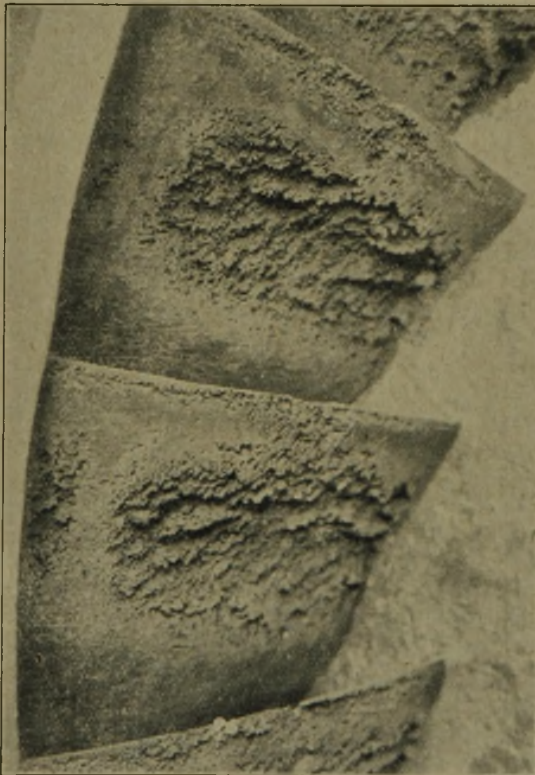


Bild 3. Anfrassung durch Hohlsoq am Laufradaustritt einer Wasserturbine.

löcherige Aussehen annehmen. So ist es auch verständlich, daß die Anfrassungen überwiegend mechanischer Natur sein müssen. Diesen Standpunkt hat wohl zuerst H. Föttinger<sup>6)</sup> auf Grund von starken Anfrassungen des sowohl chemisch als auch elektrolytisch passiven Glases vertreten.

<sup>4)</sup> Hydrodynamische Probleme des Schiffsantriebes. Hrsg. von G. Kempf und E. Foerster. Hamburg 1932 (Berlin: J. Springer in Komm.).

<sup>5)</sup> C. P. Parsons: Engineering 107 (1919) S. 515; H. Föttinger und D. Thoma: Hydraulische Probleme, S. 20 u. 67.

Flür die Uebertragbarkeit der an Modellen von Strömungsmaschinen und Geräten gewonnenen Hohlsoqbedingungen auf Großausführungen wurde zunächst von D. Thoma<sup>6)</sup> das Aehnlichkeitsgesetz des Hohlsoqs entwickelt. Bezeichnet man beispielsweise bei einer Turbine oder Pumpe mit H das Gesamtgefälle, B den Luftdruck, P<sub>D</sub> die Dampfspannung des Wassers und mit H<sub>s</sub> die statische Saughöhe, jeweils in m Flüssigkeitssäule gemessen, so sind

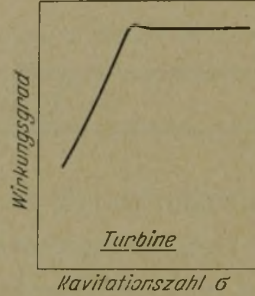


Bild 4. Zusammenhang zwischen Kavitationszahl und Wirkungsgrad bei Turbinen.

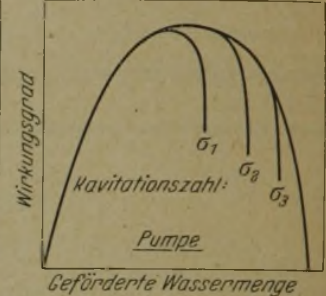


Bild 5. Zusammenhang zwischen geförderter Wassermenge, Kavitationszahl und Wirkungsgrad bei Pumpen.

bei geometrisch ähnlichen Maschinen die gleichen Kavitationszustände zu erwarten, wenn ihre Kavitationszahlen

$$\sigma = \frac{B - P_D - H_s}{H}$$

gleich groß sind. Durch sinngemäße Abänderung dieser Beziehung in Anwendung auf Einzelprofile ergibt sich die Form

$$\sigma_v = \frac{B - P_D}{v^2} \cdot \frac{1}{2g}$$

worin v die Zuströmgeschwindigkeit (m/s) darstellt.

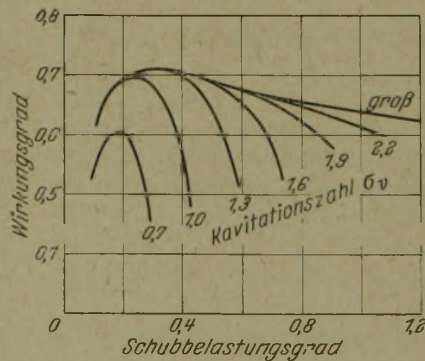


Bild 6. Beziehungen zwischen Kavitationszahl und Wirkungsgrad bei Schiffsschrauben. [Schaffran-Propeller B<sub>2</sub>: Z = 3, H/D = 1,4, τ = 0,56 nach Versuchen von H. Lerbs<sup>7)</sup>.]

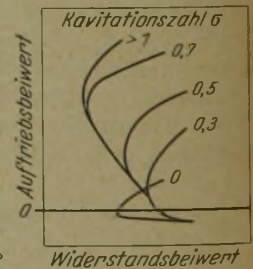


Bild 7. Veränderung der Tragflügel-Polaren durch Kavitation (Kreisabschnittsprofil f/t = 0,148).

In kurzer Uebersicht sei darauf hingewiesen, daß die ersten Hohlsoquntersuchungen an Turbinen von Thoma<sup>6)</sup>, an Schiffsschrauben von H. Lerbs<sup>7)</sup> und an Tragflügeln von O. Walchner<sup>8)</sup> durchgeführt worden sind. Diesen Arbeiten reihen sich ausgedehnte Untersuchungen der Turbinenbau-

<sup>6)</sup> Z. VDI 69 (1925) S. 329-34.

<sup>7)</sup> Kavitationsversuche mit systematisch veränderten Propellermodellen. In: Hydrodynamische Probleme des Schiffsantriebes, S. 287. — 131. Mitt. d. Hambg. Schiffbau-Versuchs-Anstalt, Hamburg 1936.

<sup>8)</sup> Profilmessungen bei Kavitation. In: Hydrodynamische Probleme des Schiffsantriebes, S. 256.

firmen an, die im allgemeinen nur auszugsweise im Schrifttum zu finden sind<sup>9)</sup>.

In den *Bildern 4 bis 7* soll gezeigt werden, in welcher Weise durch den Hohlsoq der Wirkungsgradverlauf von Strömungsmaschinen und der Widerstand und Auftrieb von umströmten Körpern verändert wird. Die Ergebnisse dieser Forschungsarbeiten ermöglichen heute mit Sicherheit eine solche Bemessung der Strömungsmaschinen, daß sich weitgehend die hydraulischen Folgen der Hohlraum- bildung verhindern lassen; restlos ist das allerdings nicht immer möglich; so können beispielsweise bei sehr schnellen Schiffen (Zerstörern) niemals so große Schrauben angebracht werden, wie es im Hinblick auf einen von Kavitation unbeeinflussten Wirkungsgrad erforderlich wäre. Damit sind aber keineswegs alle Folgen der Kavitation beseitigt. Man weiß heute auf Grund der Beobachtungen von Modell-



**Bild 8.** Erklärung der Tropfenschlagwirkung auf dem Rücken der Dampfturbinschaufeln bei wasserhaltigem Dampf.

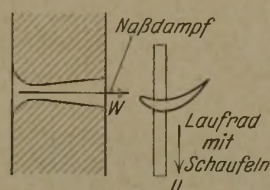
läufigen Stillstand mittels stroboskopischer Beleuchtung, daß bei jenem Hohlsoqwert  $\sigma$ , der den Beginn des Wirkungsgradabfalles kennzeichnet, die Hohlraumbildung in der Nähe des Außenrandes der Flügel sich bereits über die ganze Saugseite erstreckt<sup>10)</sup>, in guter Uebereinstimmung mit den Messungen von Walchner<sup>8)</sup> an Einzelflügeln. Will man trotzdem bis an den Wirkungsgradabfall herangehen, was oft aus wirtschaftlichen Gründen nötig ist, so muß man Baustoffe verwenden, die gegen Anfressungen durch Hohlraumbildung hinreichend widerstandsfähig sind. Daraus ergab sich die Notwendigkeit einer planmäßigen Baustoffforschung. Damit sie im Rahmen dieses Berichtes in geschlossener Form behandelt werden kann, soll, wie schon in der Einleitung angekündigt, der Vorgang des Tropfenschlages vorweg betrachtet werden.

**Der Vorgang des Tropfenschlages.**

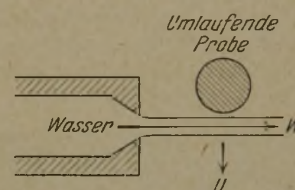
Mit der allmählichen Steigerung der Betriebsdrücke der Dampfturbinen hat wegen der Wärmeempfindlichkeit der Baustoffe die Steigerung der Ueberhitzung des Dampfes nicht Schritt halten können. Infolgedessen wird bei der Expansion des Dampfes verhältnismäßig bald das Naßdampfgebiet erreicht, so daß der Wassergehalt des Dampfes in den letzten Radstufen sehr hoch wird. J. v. Freudenreich<sup>11)</sup> konnte nachweisen, daß das Wasser nicht die gleiche Geschwindigkeit wie der Dampf hat und daher eine Bremswirkung ausübt, die den Wirkungsgrad der Niederdruckstufen erniedrigt. In *Bild 8* sind die Geschwindigkeitsdreiecke einer Radstufe für den Dampf und die

Wassertropfen dargestellt. Man erkennt deutlich, daß die Wassertropfen infolge ihrer kleinen Geschwindigkeit auf den Schaufelrücken auftreffen und dort durch Schlagwirkung die Schaufeln anfressen. Man sieht ferner, daß die Auftreffgeschwindigkeiten der Wassertropfen von der Größenordnung der Umfangsgeschwindigkeiten sind, und hat damit auch die Erklärung für die Tatsache, daß die Anfressungen stets zuerst an den Schaufelenden auftreten und daß ihre Stärke von der Umfangsgeschwindigkeit abhängt.

E. Honegger<sup>12)</sup> hat nun diese Anfressungserscheinungen mit einem gesonderten Gerät (*Bild 9*) untersucht, in dem die in der Turbine tatsächlich auftretenden Verhältnisse möglichst genau nachgeahmt werden

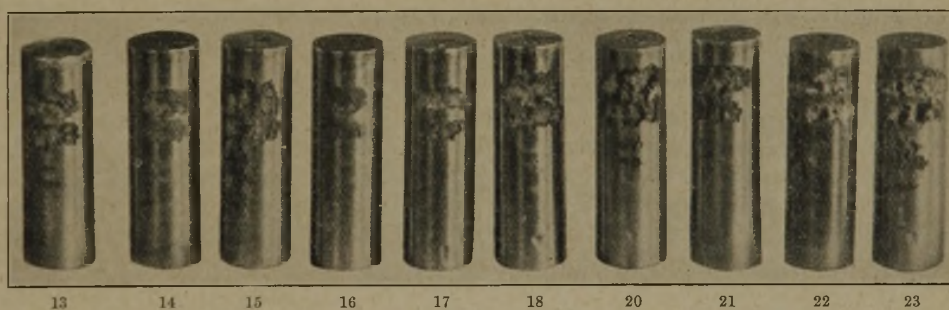


**Bild 9.** Anordnung von Dampfdüse und Probenschaufel für Tropfenschlagprüfung nach E. Honegger.



**Bild 10.** Anordnung im Tropfenschlaggerät mit Wasserbeaufschlagung.

konnten. Es zeigte sich dann später, daß sich die Wirkung der Wassertropfen besser vor Dampf getrennt durch einen auf die Metallprobe auftreffenden Wasserstrahl untersuchen läßt. Auf diese Weise ist das sogenannte Tropfenschlaggerät nach *Bild 10* entstanden, das noch heute in fast unveränderter Form auch von anderen Forschern verwendet wird. Der Vergleich einiger in diesem Gerät erhaltener Proben (*Bild 11*) mit den Anfressungen durch Hohlsoq (*Bild 3*) zeigt die außerordentliche Aehnlichkeit, ein Beweis



**Bild 11.** Im Tropfenschlaggerät durch Hohlsoq entstandene Anfressungen an verschiedenen Proben. [Nach E. Honegger: BBC-Nachr. 14 (1927) S. 151.]

dafür, daß es sich in beiden Fällen um die Folgen des Wasser- schlages handelt.

Es darf daher nicht überraschen, daß gleichartige Anfressungen auch durch Tropfenschlag in Freistrahlturbinen (Pelton-Turbinen) auftreten. Da der Strahl nicht auf seiner ganzen Länge geschlossen verlaufen kann, sondern in einer bestimmten Entfernung von der Düse zu streuen beginnt, so können Tropfen auch auf die konkave Innenseite der gerade hinter der arbeitenden Schaufel befindlichen Nachbarschaufel gelangen und dort die Anfressungen hervorrufen. Diese Streuwirkung des Wasserstrahles kann unter Umständen sehr erhebliche Ausmaße annehmen, wenn beispielsweise durch Zufall ein Fremdkörper sich in der Düse festsetzt und dadurch den austretenden Strahl stark stört. Die Folgen eines solchen Vorkommnisses lassen sich in *Bild 12* sehr gut erkennen.

<sup>9)</sup> Vgl. etwa W. Hahn: Z. VDI 75 (1931) S. 1293/96; J. Ackeret: Escher-Wyss-Mitt. 1928, S. 41; H. Belart: Escher-Wyss-Mitt. 1931, S. 65.

<sup>10)</sup> H. Mueller: Z. VDI 79 (1935) S. 1165/69.

<sup>11)</sup> Z. VDI 71 (1927) S. 664/67.

<sup>12)</sup> BBC-Nachr. 14 (1927) S. 146/56.

**Verhalten verschiedener Werkstoffe gegen Wassererschlag.**

Die außerordentliche Aehnlichkeit von Anfressungen durch Hohlsg und Tropfenschlag hat P. de Haller<sup>13)</sup> veranlaßt, vergleichende Versuche in einer Kavitationskammer und in dem oben bereits beschriebenen Tropfenschlaggerät durchzuführen. In der Tat ist das Aussehen der Anfressungen bei beiden Beanspruchungsarten durchaus gleichartig, wenn auch bei den dem Hohlsg ausgesetzten Proben das schwammartige Gefüge etwas feiner ausfällt. Auch bei dem mengenmäßigen Vergleich der Werkstoffverluste zeigt sich eine deutliche Uebereinstimmung zwischen den einzelnen Baustoffen mindestens innerhalb einer Klasse.

Dieses Ergebnis gestattet eine Zusammenfassung aller bisherigen Forschungsarbeiten auf diesem Gebiete, zu welchen jene von H. Schröter<sup>14)</sup>, M. v. Schwarz und W. Mantel<sup>15)</sup>, H. N. Boetcher<sup>16)</sup>, W. C. Schumb, H. Peters und L. H. Milligan<sup>17)</sup> sowie von H. Mueller<sup>18)</sup>

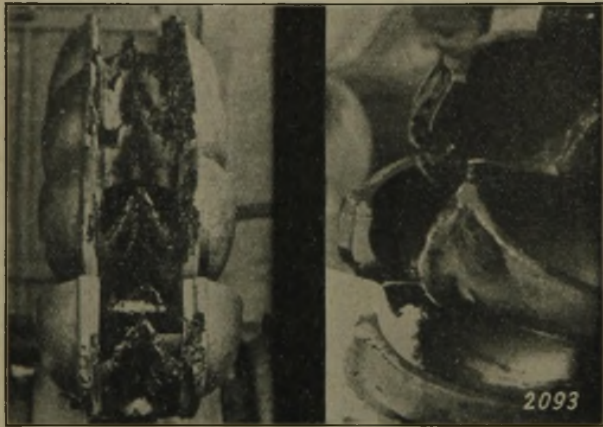


Bild 12. Anfressungen durch Hohlsg an einem Freistrahlturbinenlaufrad.

[Nach H. Mueller: Masch.-Schaden 12 (1935) S. 191.]

zählen. Als wichtigste Folgerungen über die Einflußgrößen bei der Zerstörung der Werkstoffe durch Wassererschlag können angeführt werden:

1. Das Maß der Anfressungen hängt in hohem Grade von der Wassergeschwindigkeit ab (C. Honegger, P. de Haller).
2. Unterhalb einer bestimmten Geschwindigkeit können nach noch so langer Dauer keine Anfressungen erhalten werden.
3. Ein Einfluß der Frequenz ist nicht feststellbar — 44 Hertz bei Tropfenschlag, 20 000 Hertz bei Hohlsg — (P. de Haller).
4. Anfressung beginnt stets bei scharfen Kerben (D. Thoma, P. de Haller).
5. Der Beginn der Anfressung hängt von der Glätte und Härte der Oberfläche ab; hat der Angriff einmal begonnen, so schreitet die Anfressung wie beim unbehandelten Werkstoff weiter (E. Honegger, H. Schröter).
6. Ein Anstieg des Widerstandes gegen Anfressungen mit der Zugfestigkeit ist unverkennbar, zumindest innerhalb einer Werkstoffgruppe mit ähnlichem Gefügebau (vgl. Bild 13)<sup>9)</sup>; eine Gesetzmäßigkeit kann jedoch nicht daraus abgeleitet werden (E. Honegger, P. de Haller).

<sup>13)</sup> Schweiz. Bauztg. 101 (1933) S. 243/46 u. 260/64.  
<sup>14)</sup> Mitt. Forsch.-Inst. Wasserbau u. Wasserkraft, München, 1935, Nr. 3, S. 30/52.  
<sup>15)</sup> Z. VDI 80 (1936) S. 863/67.  
<sup>16)</sup> Trans. Amer. Soc. mech. Engrs. 58 (1936) S. 355/60.  
<sup>17)</sup> Trans. Amer. Soc. mech. Engrs. 59 (1937) S. 373/97.  
<sup>18)</sup> Masch.-Schaden 12 (1935) S. 188/92.  
<sup>19)</sup> Aus dem Aufsatz von P. de Haller: Escher-Wyss-Mitt. 1933, S. 77.

7. Ein sinnvoller Zusammenhang zwischen Zerstörung und Brinellhärte ergibt sich lediglich für Stähle, die in gleicher Weise vorbehandelt worden sind (geschmiedet, gehärtet, gegossen, nach H. Schröter).

M. Vater<sup>20)</sup> ist nun von der angeführten Tatsache ausgegangen, daß unterhalb einer bestimmten Strömungsgeschwindigkeit nach beliebig langer Zeit keine Zerstörung erfolgt. Seine Versuche zeigen eindeutig, daß man für jeden Werkstoff eine Wöhler-Kurve aufstellen kann, indem man

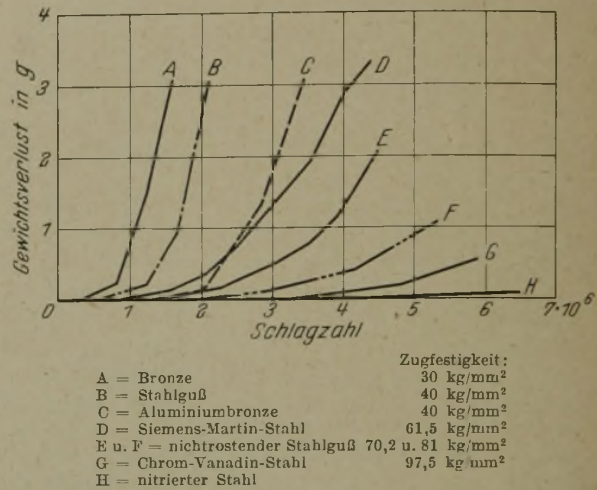


Bild 13. Gewichtsverlust verschiedener Werkstoffe bei Tropfenschlagversuchen in Abhängigkeit von der Schlagzahl. (Umfangsgeschwindigkeit 77 m/s.)

die Spannungsgröße durch die Wassergeschwindigkeit ersetzt. Daraus ergibt sich eine neue Begriffsbestimmung für die Dauerhaltbarkeit gegen Wassererschlag:

Jene größte Strömungsgeschwindigkeit, die nach praktisch unendlich langer Dauer keine Zerstörung, d. h. keinen meßbaren Gewichtsverlust hervorzubringen vermag, erzeugt jene Beanspruchung im Gefüge, welche der Dauerfestigkeit gegen Wassererschlag gleichkommt.

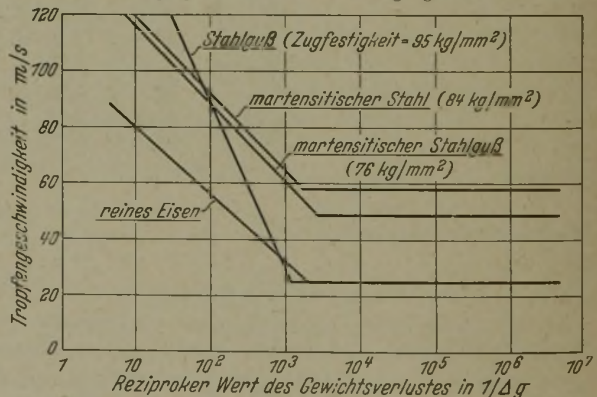


Bild 14. Wöhler-Linien verschiedener Stähle bei Beanspruchung durch Wassertropfenschlag.

Auf diese Weise wird es möglich sein, die Dauerfestigkeit gegen Wassererschlag in ähnlicher Weise in Zusammenhang mit der Zugfestigkeit oder Härte zu bringen, wie dies mit den bekannten mechanischen Wechselbeanspruchungen unter Benetzung mit Süßwasser möglich war.

Bild 14 zeigt die neue Vorstellungswiese von Tropfenschlagversuchen. Obwohl die Zugfestigkeit des Stahlgusses D weit höher ist als die des martensitischen Stahles B und vom Stahlguß C, liegt seine Dauerfestigkeit gegen Tropfenschlag erheblich unter B und C. Andererseits sind die

<sup>20)</sup> Z. VDI 81 (1937) S. 1305/11.

Zahlentafel 1. Widerstandsfähigkeit verschiedener Werkstoffe gegen Wasserschlag.

Werkstoff	Anfrassungszahl <sup>1)</sup>	Brinellhärte	Zugfestigkeit kg/mm <sup>2</sup>
Glas . . . . .	1	—	3 bis 8
Weißmetall. . . . .	6	25 bis 30	—
Gußeisen. . . . .	20	140 bis 150	12 bis 14
Messingguß. . . . .	22	45 bis 55	14 bis 16
Phosphorbronze. . . . .	48	60	20
Sonder-Messingguß . . . . .	71	120	40 bis 50
Stahlblech St 42.11. . . . .	133	125	42 bis 50
Gewalztes Sondermessing B	166	120 bis 130	45 bis 50
Stahl St 50.11, gegläht . . . . .	235	150	50 bis 60
Baustahl mit 3% Ni, gegläht . . . . .	280	160 bis 170	55 bis 60
Stahlguß mit 12% Mn . . . . .	500	200	80 bis 85
Stahlguß mit 13% Cr, vergütet . . . . .	600	220	70 bis 80
Stahl mit 13% Cr, vergütet	800	230	75 bis 85
Schweißgut von Elektroden mit 25% Cr und 20% Ni	2000	160 bis 180	50 bis 60
Nichtrostender Stahl mit 18% Cr und 8% Ni . . . . .	2000	160 bis 180	60 bis 75
Schweißgut von Elektroden mit 18% Cr und 10% Ni	2200	200 bis 220	70 bis 75
Gummi . . . . .	sehr hoch	20 bis 35 <sup>2)</sup>	

1) Anfrassungszahl = Zahl der Stunden, die notwendig sind, um im Versuchsgerät Anfrassungen von 1 mm Tiefe zu erzeugen.

2) Nach Houssey und Jones.

Werkstoffe B und C als sehr rostträge bekannt und weisen dementsprechend eine höhere Widerstandsfähigkeit gegen chemischen Angriff von Süßwasser auf. Dies besagt aber, daß bei der Beurteilung der Werkstoffe nach jener Grenzgeschwindigkeit, die nach beliebiger Dauer keine nennenswerten Zerstörungen hervorbringt, die mechanische Einwirkung des Tropfenschlages hinter einem erheblichen Korrosionseinfluß der Betriebsflüssigkeit zurücktritt. Dieser scheinbare Gegensatz zu der eingangs dargelegten Anschauung von der überwiegend mechanischen Natur der Anfrassungen verschwindet sofort, wenn man den gesamten Verlauf der „Wöhler-Linien“ in Bild 14 betrachtet. Man erkennt, daß infolge der verschiedenen Neigungen der Wöhler-Linien bei 100 m/s Strömungsgeschwindigkeit der Stahlguß D mit seiner höheren Zugfestigkeit in gleichen Zeiten geringere Anfrassungen zeigt als der weniger feste, aber dafür rostträgere martensitische Stahlguß C, obwohl der erste eine erheblich kleinere Grenzgeschwindigkeit aufweist. Daraus muß geschlossen werden, daß bei hohen Geschwindigkeiten die mechanische Beanspruchung überwiegt. Diese Auffassung wird durch Versuche von J. Ackeret und P. de Haller<sup>21)</sup> bestätigt, die bei Versuchen in einem besonders ausgebildeten Stoßdruckgerät keinen Unterschied im Ergebnis fanden, wenn sie als Betriebsflüssigkeit Wasser und Erdöl wählten.

Diese Erkenntnis ist von großer Bedeutung, wenn man berücksichtigt, daß bei Pelton- und Dampfturbinen die Auftreffgeschwindigkeiten der Wassertropfen etwa 60 bzw. 300 m/s betragen können. Bei solch hohen Geschwindigkeiten dürfte es nur noch ganz wenige äußerst hochlegierte Werkstoffe geben, die frei von Anfrassungen bleiben. Hier wird die bisher übliche Beurteilung der Widerstandsfähigkeit nach der Stärke des Verschleißes in gleichen Zeiten beibehalten werden müssen. Daher mag es gerechtfertigt erscheinen, eine Zusammenfassung der Messungen der Firma J. M. Voith an über 200 Werkstoffen wiederzugeben, weil diese Untersuchungen eine große Anzahl von Werkstoffgruppen

umfassen<sup>22)</sup>. Die Messungen, deren Ergebnis Zahlentafel 1 darstellt, wurden in einer Kavitationskammer gewonnen. Die Baustoffe sind nach steigender Widerstandsfähigkeit geordnet, wobei die Anfrassungszahl die Stunden bedeutet, die notwendig sind, um im Versuchsgerät Anfrassungen von 1 mm Tiefe zu erzeugen. Zur Beurteilung der Ergebnisse aller bisher veröffentlichten Verschleißversuche ist eine außerordentliche Erfahrung notwendig.

#### Die inneren Kräfte bei Wasserschlag.

Zusammenfassend kann wohl gesagt werden, daß die Forschung des vergangenen Jahrzehntes heute schon ein ziemlich abgerundetes und nahezu geschlossenes Erkenntnisbild des Hohlsgogs und Tropfenschlages geschaffen hat. Gleichwohl bleiben in unseren Vorstellungen über den mikroskopischen Vorgang der Anfrassung noch immer recht erhebliche Widersprüche. Einerseits zeigen die Abschätzungen der Hydrodynamiker, daß mit den heute vorkommenden größten Strömungsgeschwindigkeiten Stoßdrücke höchstens von 1000 bis 1500 kg/cm<sup>2</sup> erzeugt werden können. Sorgfältige Druckmessungen von P. de Haller<sup>12)</sup> mit einer Piezoquarzelle scheinen diese Rechnungen durchaus zu bestätigen. Solche Drücke reichen bei bereits vorhandenen Rissen und Kerben im Baustoff nach einer von D. Thoma früher schon gegebenen sehr anschaulichen Darstellung vollständig aus, um eine Zerstörung herbeizuführen. Andererseits schließen M. v. Schwarz und W. Mantel<sup>13)</sup> aus ihren neuesten Untersuchungen, daß in sehr gleichmäßigen Werkstoffen der Anfrassung eine Kaltverformung von mikroskopisch kleinen Bereichen vorausgeht, die das Wirken von gewaltigen Drücken — bis zu 32 000 kg/cm<sup>2</sup> — voraussetzen.

Im Verfolg einer Erörterung des Berichterstatters mit Herrn Professor D. Thoma, München, über die Frage, wie es zu erklären sei, daß beim Tropfenschlagversuch eine vollkommen glatte und porenfreie Metalloberfläche in mikroskopisch kleinen Bereichen eingedrückt werde, obwohl die bekannte Formel für den Stoßdruck Werte liefert, die weit unter der Druckfestigkeit des Baustoffes liegen, wurde von Thoma der Versuch einer Erklärung des Vorganges gemacht, der geeignet ist, die oben gezeigten Widersprüche zu beseitigen und darum an dieser Stelle wiedergegeben werden soll:

„Bei Vernachlässigung der den Stoßdruck nicht erheblich herabdrückenden elastischen Nachgiebigkeit des Metalls gilt bekanntlich die Formel

$$\text{Stoßdruck} = \frac{\gamma \cdot a \cdot v}{g}$$

wobei  $\gamma$  = spezifisches Gewicht des Wassers (kg/m<sup>3</sup>),  $a$  = Schallgeschwindigkeit im Wasser (m/s),  $g$  = Erdbeschleunigung (m/s<sup>2</sup>) und  $v$  = Wassergeschwindigkeit senkrecht zur Wand (m/s) unmittelbar vor dem Auftreffen sind.

Beim Auftreffen eines kugelförmigen Wassertropfens auf eine glatte Wand läuft der Vorgang ungefähr gemäß Bild 15 ab. Der Flüssigkeitsdruck wird hierbei nirgends größer, als aus der obigen Formel folgt, wenn man in ihr für  $v$  die Geschwindigkeit des Tropfens vor dem Auftreffen einsetzt.

Wie liegen nun die Verhältnisse, wenn der Tropfen eine unregelmäßige Gestalt hat? Zur Prüfung dieser Frage geht man zweckmäßig von den Erscheinungen aus, die eintreten, wenn der Tropfen zwar kugelförmig ist, aber die

<sup>22)</sup> Diese Messungen wurden von Dr.-Ing. O. Böhm in den Jahren 1930 bis 1935 in der J. M. Voithschen Versuchsanstalt, Heidenheim (Brenz), durchgeführt.

<sup>21)</sup> Schweiz. Bauztg. 108 (1936) S. 105/06.

Metalloberfläche Höhlungen — Poren — aufweist. Es ist bekannt, daß dabei das Wasser mit einer die ursprüngliche Geschwindigkeit weit übertreffenden Geschwindigkeit auf den Grund der Pore aufstößt, so daß dort viel größere Stoßdrücke entstehen, als die obige Formel ergeben würde, wenn man in ihr für  $v$  die ursprüngliche Tropfengeschwindigkeit einsetzt.

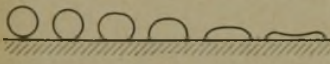


Abb. 15. Kugelförmiger Tropfen.

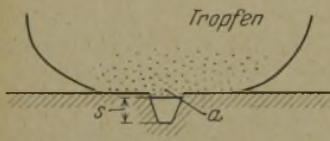


Abb. 16. Kugelförmiger Tropfen auf gekerbtem Untergrund.

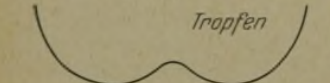


Abb. 17.

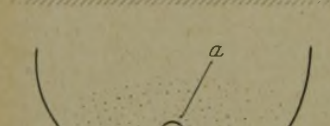


Abb. 18.

Nichtkugelige Wassertropfen auf glatter Unterlage.

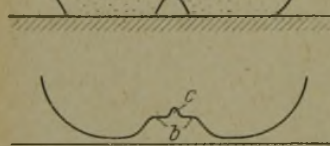


Abb. 19.

Bilder 15 bis 19. Schematische Darstellungen zur Erläuterung der beim Auftreffen von kugelförmigen und ungleichförmig gestalteten Wassertropfen möglichen Stoßdrücke.

Ueber das Zustandekommen dieser Geschwindigkeits-erhöhung kann man sich auf folgende Weise ein Bild machen. In *Bild 16* ist die Metalloberfläche mit einer kegelförmigen Pore gezeichnet. Von dem Wassertropfen ist der untere Teil des Umrisses gezeichnet, und zwar in einem Zeitpunkt kurz nach dem Auftreffen des Tropfens; das Wasser ist dabei schon ein kleines Stück in die Pore eingedrungen. Durch das Auftreffen auf die Wand entsteht in dem Tropfen ein Stoßdruck, der sich in dem betreffenden Augenblick etwas auf den durch Punktierung kenntlich gemachten Bereich erstrecken mag; an der noch freien Oberfläche des Tropfens und besonders auch an der in der Pore befindlichen Wasseroberfläche besteht aber natürlich kein Ueberdruck. Infolgedessen stehen die Wasserteilchen bei *a* unter der Wirkung eines Druckgefälles; dieses Druckgefälle ist sogar sehr groß, denn wenn der Stoßdruck zwar auch noch unter der Druckfestigkeit des Metalls liegt, so ist er doch außerordentlich groß im Vergleich beispielsweise zu dem Staudruck, welcher der früheren Tropfengeschwindigkeit entspricht. Die bei *a* befindliche Wassermasse erfährt daher eine sehr starke Beschleunigung, die auf dem ganzen Wege (*s*) bis zum Porengrund anhält. Die Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser auf den Porengrund aufstößt, ist daher ein Vielfaches der ursprünglichen Tropfengeschwindigkeit, und damit wird auch der Stoßdruck im Porengrund viel größer, als aus der Formel folgen würde, wenn man in dieser für  $v$  die Tropfengeschwindigkeit einsetzt.

Die Betrachtung liefert zunächst allerdings nur ein Bild für einen Vorgang, über den man sich bereits auf andere Weise Rechenschaft abgelegt hat. Ihren Wert gewinnt sie dadurch, daß sie auf den Fall angewendet werden kann, daß eine Höhlung nicht in der Metalloberfläche, sondern im Tropfen vorhanden ist, der Tropfen vor dem Auftreffen auf die Wand also etwa so aussieht, wie in *Bild 17* angedeutet

ist. Unmittelbar nach dem Auftreffen — *Bild 18* — baut sich um die Hohlstelle herum der Stoßdruck auf, der hier wieder durch Punktierung angedeutet ist; die Wasserteilchen bei *a* kommen unter die Wirkung eines starken Druckgefälles, das auf dem ganzen Wege bis zur Metalloberfläche anhält. Dadurch entsteht in grundsätzlich gleicher Weise wie bei dem Vorhandensein einer Pore in der Metalloberfläche eine Vervielfältigung der ursprünglichen Geschwindigkeit.

Von den auftreffenden Tropfen werden natürlich nur verhältnismäßig wenige derartige Aushöhlungen der Oberfläche aufweisen. Auch müssen wohl noch andere Bedingungen erfüllt sein, damit wirklich ein Auftreffen auf die Metalloberfläche mit stark vervielfältigter Geschwindigkeit erfolgt — so müssen wohl die zufälligen Unregelmäßigkeiten der Tropfenform so sein, daß die eingeschlossene Luft seitlich entweichen kann. Unter den vielen Tropfen, die auf die Probe auftreffen, wird es aber immer einige geben, bei welchen eine Höhlung vorhanden ist oder sich bei dem Auftreffvorgang durch Zufälligkeiten ergibt, und bei denen auch der seitliche Luftaustritt möglich ist. Diese wenigen ergeben dann die von Mantel beobachteten Eindrücke.

Wenn die Vervielfältigung der Geschwindigkeit zustande kommen soll, muß das in *Bild 18* durch Punktierung angedeutete Gebiet, in dem im wesentlichen ein der ursprünglichen Tropfengeschwindigkeit entsprechender Stoßdruck besteht, groß sein im Vergleich zu den Abmessungen der Höhlung in der Tropfenoberfläche. Dies stimmt mit der Beobachtung überein, die zeigt, daß die Eindruckstellen sehr klein sind im Vergleich zu den Abmessungen des Tropfens oder des Wasserstrahles, in den die Probe einschlägt.

Schließlich darf bemerkt werden, daß bei diesen nicht stationären Strömungen eine theoretische Grenze für die Geschwindigkeitsvermehrung nicht besteht. Die obigen Darlegungen über die Geschwindigkeitsvermehrung knüpfen an eine sehr einfache schematische Annahme über die Gestalt der Tropfenoberfläche an; bei anderer Gestalt kann es vorkommen, daß gewissermaßen zwei solche Mechanismen in Hintereinanderschaltung auftreten. Dazu müßte beispielsweise auf dem Grunde *b* der primären Höhlung (*Bild 19*) eine im Vergleich zu dieser kleine sekundäre Höhlung *c* vorhanden sein. Wenn dann der Grund *b* der primären Höhlung auf die Metalloberfläche auftrifft — mit bereits vervielfältigter Geschwindigkeit —, dann ergeben sich für die sekundäre Höhlung *c* Bedingungen, die eine nochmalige Vervielfältigung der Geschwindigkeit bewirken. Tropfen, deren Oberflächen diese oder eine gleichwertige Gestalt haben, kommen fraglos vor; es müßte also auch bei geringer Tropfengeschwindigkeit ein Werkstoffangriff entstehen, wenn man nur genügend viele Tropfen wirken läßt. Das widerspricht der Beobachtung. Die Begrenzung der Geschwindigkeitsvervielfachung wird vermutlich durch die Zähigkeit des Wassers bedingt. Die Abmessungen der sekundären Höhlung müssen aus den oben dargelegten Gründen klein gegen die Abmessungen der bereits recht kleinen primären Höhlung sein, und bei so kleinen Strömungsbereichen gewinnt die Zähigkeit überragenden Einfluß.“

Eine Versuchsanlage zur Prüfung dieser Ueberlegung wird vorbereitet. Vielleicht wird es dann auf diesem Wege gelingen, versuchsmäßig die letzten Widersprüche zu lösen und damit den Schlußstein in der Erforschung der Vorgänge des Hohlsgs und des Tropfenschlags zu setzen.

**Zusammenfassung.**

An Hand des Schrifttums wird das Zustandekommen des Hohlsgs an Schiffsschrauben, Wasserturlinen und Wasserpumpen sowie des Tropfenschlags in Dampf- und Freistrah-

turbinen untersucht und auf die Aehnlichkeit beider Erscheinungen hingewiesen. Die Zerstörung der Werkstoffe durch Hohlsoq und Tropfenschlag hängt in hohem Maße von der Wassergeschwindigkeit ab, die hierzu einen bestimmten Grenzwert erreichen muß; der Angriff geht stets von scharfen Kerben aus, und sein Beginn hängt ab von der Glätte und Härte der Oberfläche. Eine eindeutige Gesetzmäßigkeit zwischen der Zerstörung sowie Zugfestigkeit,

Härte und Gefüge läßt sich bisher nicht ableiten. Für die mechanische Dauerbeanspruchung durch eine Flüssigkeit kann man bei jedem Werkstoff eine Wöhler-Kurve aufstellen, wenn die Spannungsgröße durch die Wassergeschwindigkeit ersetzt wird. Die beim Aufprallen eines Wassertropfens auf eine feste Fläche zu erwartenden Stoßdrücke werden erörtert, um zu einer Erklärung über den Vorgang der Anfrassung zu gelangen.

In der Erörterung, die sich an den Bericht anschloß, ging K. Dies, Essen, auf neuere amerikanische Untersuchungen zur Prüfung von Werkstoffen auf Hohlsoqbeständigkeit und deren Zusammenhang mit anderen Werkstoffeigenschaften ein. Hierüber ist schon an anderer Stelle dieser Zeitschrift berichtet worden<sup>23)</sup>.

W. Mantel, Witten-Annen: In Ergänzung der Ausführungen von Herrn Mueller, der auch meine Versuche erwähnte, die ich 1935 mit Herrn Professor M. v. Schwarz durchgeführt habe, möchte ich noch bemerken, daß sich das Wasserschlagverhalten von metallischen Werkstoffen auch mit den physikalischen Eigenschaften in Zusammenhang bringen läßt, wenn man jeweils das Gefüge und die Sondereigenschaften berücksichtigt. Ich möchte hierbei auch kurz auf das Verhalten der untereutektoidischen Stähle eingehen, das auch während des Vortrages erläutert wurde.

Bei Versuchen mit einem Tropfenschlaggerät wurde folgendes festgestellt. Der Wasserschlag ist eine Stoßbeanspruchung, die unter Umständen auf mikroskopisch kleine Flächen wirkt, also jedes Gefügeelement gesondert beansprucht. An Hand von Verformungserscheinungen wurde nachgewiesen, daß hierbei Drücke auftreten, die weit über den hydraulisch errechneten liegen. Die Dauerfestigkeit eines Werkstoffes wird deshalb bestimmt von der Schlag sicherheit des schwächsten Gefügeelementes. Bei Gußeisen beispielsweise bestimmt die Schlagfestigkeit des Graphits die Dauerfestigkeit gegen Flüssigkeitsschlag. Wenn nämlich der Graphit herausgewachsen ist, besteht das Gefüge nur noch aus lose zusammengeschweißten Eisenblöckchen, die schon bei geringer Beanspruchung abgesprengt werden. Betrachtet man in dieser Beziehung die untereutektoidischen Stähle, so erklärt es sich ohne weiteres, daß ihre Dauerfestigkeit bei der Beanspruchung durch Flüssigkeitsschlag nie höher sein wird als die des reinen Eisens. Am ferritischen Anteil des Gefüges wird stets die Anfrassung zuerst einsetzen, und in den entstehenden Löchern und Rissen wirkt sich die Sprengwirkung des Wassers so aus, daß auch der Perlit der Zerstörung anheimfällt. Der Kohlenstoffgehalt wird nur die Schnelligkeit beeinflussen, mit der die Anfrassung fortschreitet. Es wurde bei den Versuchen gefunden, daß rein perlitischer Stahl eine außerordentlich hohe Wasserschlagbeständigkeit aufweist und sich besser verhält als viele nichtrostende Werkstoffe. Allerdings wurden die Versuche als reine Verschleißversuche bei einer gleichbleibenden Wassergeschwindigkeit von 72 m/s durchgeführt. Es wäre deshalb lehrreich, die rein perlitischen Stähle im Dauer-versuch auf ihre Grenzfestigkeit zu erproben.

Ueber den Einfluß der Festigkeitseigenschaften auf das Verhalten der Metalle gegen Wasserschlag wurde folgendes festgestellt. Im allgemeinen ist die Härte eines Werkstoffes maßgebend für seinen Widerstand gegen Flüssigkeitsschlag, vorausgesetzt, daß der Werkstoff nicht ausgesprochen spröde ist oder sonstige Sondereigenschaften aufweist. Abweichungen zeigen sich auch dann, wenn die Beanspruchung so hoch ist oder wenn der Werkstoff der Beanspruchung gegenüber so weich ist, daß die Oberfläche vom Wasserschlag verformt wird. Bei den leicht verformbaren Werkstoffen spielt neben der Härte noch das Kaltverformungsvermögen eine maßgebende Rolle. Dies erklärt beispielsweise das gute Verhalten austenitischer Stähle. Wir haben die Abhängigkeit auch bei Bronzen und Messingorten nachweisen können, und auch aus den Versuchen von E. Honegger könnte man nachträglich die Zusammenhänge mit der Kaltverfestigungsfähigkeit herauslesen. Je größer nämlich die Unterschiede zwischen Streckgrenze und Zerreißfestigkeit sind, um so größer ist die Kaltverfestigungsfähigkeit eines Werkstoffes, und gerade die Legierungen mit den größten Kaltverfestigungseigenschaften haben sich bei den Versuchen von Honegger am besten verhalten. Bei verhältnismäßig harten Werkstoffen, bei denen der Wasserschlag die Oberfläche nicht stark genug zu verformen vermag, ist gefunden worden, daß die Dauer-schlagfestigkeit der einzelnen Gefügebestandteile den Widerstand gegen Flüssigkeitsschlag bestimmen. Feine Gefügeausbil-

dung verhält sich hierbei besser als grobes Korn. Das mag sich aus der Schlagempfindlichkeit grober Körner erklären. Jede Gefügestörung kann Anlaß zu frühzeitiger Anfrassung geben. Beispiele hierfür sind die Korngrenzanfrassungen, die wir z. B. an gehärtetem Stahl und insbesondere auch an Sondermessingen beobachten konnten. Von großem Einfluß ist auch die Oberflächenbeschaffenheit; rauhe Oberfläche, Lunker in der Oberfläche und Schlackeneinschlüsse werden stets zu frühzeitiger Anfrassung führen.

E. Hondremont, Essen: Wir haben uns in den letzten Jahren sehr viel mit Fragen der Zerstörung des Werkstoffes durch Schwingungsbeanspruchung beschäftigt. Auch dabei wurde festgestellt, daß die Ergebnisse der Prüfverfahren zur Ermittlung der dem Konstrukteur erforderlichen Werkstoffkennziffer von vielen Neben Umständen beeinflusst werden. Hier wird erstmalig der Versuch unternommen, auch für die Erosionserscheinungen ein systematisches reproduzierbares Prüfverfahren in Abhängigkeit von Tropfengeschwindigkeit und Gewichtsverlust vorzuschlagen. Dies ist außerordentlich zu begrüßen.

Ich glaube aber nicht, daß die Verhältnisse sich so einfach werden darstellen lassen, wie dies in Bild 14 geschehen ist, da der Einfluß der Zeit hier nicht berücksichtigt wird. Wie Herr Mueller selbst ausgeführt hat, kann das Korrosionsverhalten des Werkstoffes gegenüber der in Frage kommenden Flüssigkeit die Glätte der Oberfläche und damit die Größe der Erosion wesentlich beeinflussen. Aus diesem Grunde werden sich mit steigender Zeit manche Werkstoffe, die sich vorerst gut bewähren, später schlechter verhalten. Diese Differenzierung wird durch das Prüfverfahren vielleicht nicht in genügendem Maße erfaßt, insbesondere kann dies auch dann gelten, wenn derartige Teile nicht dauernd im Betrieb gehalten werden, sondern in der ruhigen Zeit Gelegenheit haben, zu korrodieren bzw. zu rosten. Ob hierauf schon die Unterschiede zwischen Stahlguß mit 95 kg/mm<sup>2</sup> Zugfestigkeit und den martensitischen Stählen mit 84 bis 76 kg/mm<sup>2</sup> Zugfestigkeit zurückzuführen sind, kann nicht ohne weiteres beurteilt werden. Wenn es auch üblich ist, derartige Chromstähle, wie sie hier untersucht worden sind, als martensitische Stähle zu bezeichnen, sollte man doch den Vergütungs-Gefügezustand mit angeben, der, nach der Zugfestigkeit zu urteilen, keineswegs martensitisch war.

Betrachtet man Zahlentafel I, so ergibt sich, daß, nach dem neuen Prüfverfahren beurteilt, eine ähnliche Reihenfolge der Werkstoffe entsteht, wie sie sich auf Grund der allgemeinen Erfahrungen über den Widerstand gegen Korrosion und Verschleiß von Werkstoffen ebenfalls ergeben würden. Man sieht die steigende Verbesserung durch den Uebergang auf die vergütbaren nichtrostenden Stähle und auf die austenitischen nichtrostenden Stähle. Ergänzt könnte diese Zahlentafel werden durch gehärtete 13- bis 18prozentige Chromstähle, die sich im Niederdruckteil von Dampfturbinen gut bewährt haben. Dieselben ergaben im vergüteten Zustand bereits vielfach eine Ueberlegenheit gegenüber dem früher verwendeten 5prozentigen Nickelstahl. Durch Härten der Kanten bei Wahl der geeigneten Legierung des Chrom- und Kohlenstoffgehaltes ließe sich eine weitere Verbesserung erzielen. Auch durch Aufschiessen von sehr harten Legierungen auf die gefährdeten Kanten ließen sich bei der Erosion ausgesetzten Niederdruckdampfschaufeln wesentliche Verbesserungen erzielen; sie waren sogar unter Umständen größer oder zumindest von gleicher Größe, wie dies durch die Verwendung der austenitischen nichtrostenden Stähle der Fall war, die ebenfalls eine Ueberlegenheit erkennen ließen.

Bezüglich der von Herrn Mantel erwähnten perlitischen Stähle muß hervorgehoben werden, daß es ebenfalls bekannt ist, mit perlitischen Stählen eine Erhöhung der Verschleißfestigkeit in einzelnen Fällen herbeizuführen. In Fällen, in denen aber gleichzeitig die Korrosion eine Rolle spielt, dürfte die Anwendung eines perlitischen Werkstoffes ohne gleichzeitige Härtung zu mindest keinen wesentlichen Fortschritt in den meisten Fällen erwarten lassen.

<sup>23)</sup> Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 735/37.

Es würde zu weit führen, auf alle Versuche und Erfahrungen, die vorliegen, einzugehen, wie z. B. auf der Verwendung hochchromhaltiger und karbidischer Stähle, die sowohl auf Martensit als auch Austenit zu behandeln sind.

H. Mueller, Heidenheim a. d. Brenz: Es ist zu begrüßen, daß Herr Dies im Rahmen der Aussprache über eine bedeutsame amerikanische Arbeit berichten konnte, die ich in meinen Ausführungen aus den eingangs erwähnten Gründen nur namentlich angeführt habe.

Zu den ergänzenden Ausführungen der Herren Mantel und Houdremont wäre zu bemerken, daß die in *Bild 14* und in *Zahlen-tafel 1* wiedergegebenen Messungen nur den Grundgedanken der neuen Darstellungsweise erkennen lassen sollen, daß sie aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Gerade hinsichtlich des Einflusses von Zeit, Oberflächenbeschaffenheit und Strahldicke sind vor kurzem weitere Versuche von Herrn M. Vater ausgeführt worden, über deren Ergebnisse noch berichtet werden wird.

## Der Einfluß der Blechbreite beim Kaltwalzen von Stahlblechen.

Von Horst Bohr in Krefeld.

(Formeln zur Berechnung des Walzdruckes. Versuche mit Kaltwalzen von verschiedenen breiten Blechen und Bedeutung der Blechbreite für die erreichbare Stärkenverminderung. Vergleich der Ergebnisse mit den Formeln.)

Die Stärkenverminderung beim Kaltwalzen von Blechen ist von einer Reihe von Größen abhängig, und zwar vom angewendeten Druck, von der Zusammensetzung des verwalzten Werkstoffes und seinen mechanischen Eigenschaften, vom Durchmesser der das Blech berührenden Walzen und von der Blechbreite.

Außerdem spielt noch die Reibungszahl zwischen Walze und Walzgut eine Rolle, die beim Kaltwalzen vor allem davon abhängig ist, ob trocken oder mit Berieselung oder auch Fettbelag gearbeitet wird<sup>1)</sup>. Die Temperatursteigerung während der Verformung ist beim Blechwalzen — im Unterschied zu der Herstellung von Bändern — zu gering, als daß ihr eine wesentliche Bedeutung zukäme. Die obengenannten Einflüsse werden in der Formel zur Berechnung des Walzdruckes von S. Ekelund<sup>2)</sup> für einen gegebenen Werkstoff in folgende Beziehung gebracht:

$$P = \sigma \cdot b \cdot \sqrt{r \cdot (h_0 - h_1)}. \quad (1)$$

Darin bedeuten:  $P$  = Walzdruck in kg,  $\sigma$  = spezifischer Flächendruck in kg/mm<sup>2</sup>,  $b$  = Blechbreite in mm,  $r$  = Halbmesser der Walzen in mm,  $h_0$  = Stärke des Bleches vor dem Stich in mm,  $h_1$  = Stärke des Bleches nach dem Stich in mm.

Die Gleichung gilt in dieser Form nur für Gerüste, bei denen die beiden das Blech berührenden Walzen denselben Halbmesser haben, also für Zweivalzen- und Vierwalzengerüste, während beim Dreivalzengerüst mit verschieden starken Walzen die Gleichung die Form annimmt:

$$P = \sigma \cdot b \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2} \cdot (h_0 - h_1)}. \quad (2)$$

$r_1$  und  $r_2$  sind die Halbmesser der beiden unterschiedlich großen Walzen.

In der Grundgleichung stellt das Produkt  $b \cdot \sqrt{r \cdot (h_0 - h_1)}$  die waagerechte Projektion der Berührungsfläche von Walze und Walzgut dar; dabei wird angenommen, daß der kreisförmige Querschnitt der Walze während des Verformungsvorganges erhalten bleibt, so daß die Anlagefläche nur vom ersten Berührungspunkt bis zur Mittellinie der Walze reicht. In Wirklichkeit tritt jedoch infolge des elastischen Formänderungsvermögens des Walzenwerkstoffes eine Abplattung der Walzen ein, worauf schon mehrfach hingewiesen worden

insbesondere sollen die Wöhler-Linien zur Feststellung des Zeiteinflusses auch für größere Schlagzahlen (10 Mill.) wiederholt werden.

Die Wechselwirkung von mechanischem und chemischem Angriff verlangt bei der Beurteilung der Werkstoffe untereinander eine eindeutige Festlegung der Strömungsgeschwindigkeit, weil *Bild 14* zeigt, daß die Werkstoffe bei verschiedenen Tropfengeschwindigkeiten sich unterschiedlich verhalten. Gerne berücksichtige ich, um Mißverständnisse zu vermeiden, den Vorschlag von Herrn Houdremont und weise darauf hin, daß die in *Bild 14* angeführten Chromstähle durch Legierung martensitisch geworden sind.

Im übrigen haben die Erfahrungen in Wasserturbinenanlagen gezeigt, daß besonders stark gehärtete Werkstoffe nicht ganz befriedigen, weil im allgemeinen die Härteschicht nicht hinreichend dick ist, um für eine längere Betriebsdauer die Anfressungen aufzuhalten. Wesentlich besser bewährt sich die Auftragschweißung hochlegierter Stähle.

ist<sup>3)</sup>, so daß die Berührungsfläche nicht unwesentlich größer ist. Das Maß der Abplattung ist bei gleichbleibendem Druck wieder vom Walzendurchmesser abhängig, und zwar gemäß der Hertzsehen Gleichung<sup>4)</sup> für die Berührung zweier Kreiszylinder unter Druck:

$$\left(\frac{b}{4}\right)^2 = 0,29 \cdot \frac{P \cdot r}{E \cdot l}. \quad (3)$$

In dieser Formel bedeuten:  $b$  die Breite der rechteckigen Druckfläche in cm,  $P$  den Druck in kg,  $r$  den Zylinderhalbmesser in cm, in diesem Falle also den Walzenhalbmesser,  $l$  die Höhe der Zylinder in cm, in diesem Falle also die Ballenlänge,  $E$  den Elastizitätsmodul.

Die Abplattungsfläche verändert sich demnach verhältnismäßig dem Wurzelwert des Walzenhalbmessers. Sie müßte in der Gleichung (1) als sekundäre Größe noch neben dem Walzenhalbmesser an sich gesondert berücksichtigt werden. Auf Grund der Abplattung der Walze und der Vergrößerung der Berührungsfläche ist auch der spezifische Flächendruck  $\sigma$  in Gleichung (1) geringer, als er sich bei der Auswertung von Versuchen auf der Grundlage der Formel ergibt. Auch die Hertzsee Gleichung gilt jedoch, weil sie u. a. die Zugspannungen quer zur Druckrichtung nicht berücksichtigt, noch nicht als erschöpfend.

In jüngster Zeit haben W. Trinks<sup>5)</sup> und J. D. Keller<sup>6)</sup> sowie L. Föppl<sup>7)</sup> eine genauere Erfassung der genannten Größen versucht. Ausgehend von den mathematischen Ableitungen von J. H. Hitchcock<sup>8)</sup> kommt Trinks zu dem Ergebnis, daß die in der Hertzsehen Gleichung ausgedrückte Beziehung zwischen Abplattung und Walzenhalbmesser nur dann zutrifft, wenn der Druck sehr klein ist im Verhältnis zum Elastizitätsmodul des Walzenwerkstoffes.

Keller zeigt die Bedeutung der Abplattung in einer sehr bemerkenswerten Kurve, die in *Bild 1* wiedergegeben ist und die zwar für die Bandwalzung aufgestellt wurde, jedoch auch

<sup>3)</sup> W. Rohn: Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 821/25; E. Siebel und W. Lueg: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 15 (1933) S. 1/14; W. Lueg und A. Pomp: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 17 (1935) S. 63/76 u. 219/30; vgl. Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 935/36; 56 (1936) S. 235/36.

<sup>4)</sup> Hütte, des Ingenieurs Taschenbuch, Bd. I. Berlin 1931. S. 682/83.

<sup>5)</sup> Blast Furn. 25 (1937) S. 285/88.

<sup>6)</sup> Blast Furn. 25 (1937) S. 1110/13.

<sup>7)</sup> Forschg. Ing.-Wes. 7 (1936) S. 209/21; Z. angew. Math. Mech. 16 (1936) S. 165/70.

<sup>8)</sup> Roll Neck Bearings (Report of Amer. Soc. mech. Engrs.). New York 1935.

<sup>1)</sup> Vgl. Th. Dahl: Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 208.

<sup>2)</sup> Jernkont. Ann. 111 (1927) S. 39/97; vgl. Stahl u. Eisen 49 (1929) S. 706.



sinngemäß auf die Blechverformung übertragen werden kann. Das Schaubild zeigt, daß bei Ueberschreitung eines bestimmten Druckaufwandes die erreichbare Endstärke nicht geringer wird, sondern im Gegenteil größer ist, weil durch die überaus starke Abplattung der Walze die Berührungsfläche außerordentlich vergrößert wird; man erzielt damit ungefähr die gleiche Wirkung wie beim Arbeiten mit dickeren Walzen. Das Schaubild bestätigt gleichzeitig die praktische Erfahrung, daß nach dem Erreichen einer bestimmten Mindeststärke trotz Erhöhen des Walzdruckes keine weitere Abnahme erzielt werden kann.

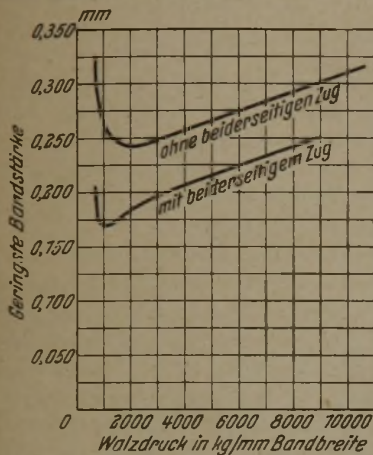


Bild 1. Endstärke des Walzgutes in Abhängigkeit vom Walzdruck nach J. D. Keller. Arbeitswalzendurchmesser 254 mm.

Nach Gleichung (1) müßte bei sonst gleichen Verhältnissen der Druck der Blechbreite verhältnismäßig sein, oder bei Umstellung der Formel in

$$h_0 - h_1 = \frac{P^2}{\sigma^2 \cdot b \cdot r} = \frac{P^2}{\sigma^2 \cdot r} \cdot \frac{1}{b^2} \quad (4)$$

$$\text{oder} \quad h_0 - h_1 = A \cdot \frac{1}{b^2} = \frac{A}{b^2} \quad (5)$$

ergibt sich für die Stärkenverminderung eine umgekehrt verhältnismäßige Abhängigkeit von der Breite in der zweiten Potenz. Bei einem Blech der halben Breite müßte die Abnahme demnach viermal so groß sein wie bei voller Tafelbreite und so fort. Das ist jedoch nicht der Fall.

Zur Klärung der Zusammenhänge wurde zunächst ein ungelühtes Kraftwagenblech mit etwa 0,07% C, 0,40% Mn und 0,08% Si nach Bild 2 geteilt und mit gleicher Anstellung ausgewalzt. Zum Walzen wurde ein Vierwalzengerüst mit einer Ballenlänge von 1200 mm, einem Arbeitswalzendurchmesser von 300 mm und einer Drehzahl von 32 U/min benutzt. Das Walzen erfolgte trocken. Die Ergebnisse sind in Zahlentafel 1 wiedergegeben.

Es zeigt sich also, daß die Abnahme bei der halben Breite im ersten Stich nur etwas mehr als doppelt so groß ist wie bei voller Breite. In der Gesamt-Querschnittsverminderung ist der Unterschied zwischen beiden Stücken noch wesentlich geringer. Der unterschiedliche Endverformungsgrad entsteht im wesentlichen nur in den ersten zwei Stichen, während man später höchstens von einer verhältnismäßig stärkeren

Zahlentafel 1. Stärkenverminderung beim Kaltwalzen von Kraftwagenblech.

	Probestück I (1000 mm)		Probestück II (500 mm)	
	Stärke mm	Gesamt-abnahme %	Stärke mm	Gesamt-abnahme %
Vor dem 1. Stich	1,50	—	1,50	—
Nach dem 1. Stich	1,42	5,3	1,32	12,0
Nach dem 2. Stich	1,37	8,7	1,20	20,0
Nach dem 3. Stich	1,30	13,3	1,14	24,0
Nach dem 4. Stich	1,26	16,0	1,10	26,7
Nach dem 5. Stich	1,23	18,0	1,07	28,7
Nach dem 6. Stich	1,19	20,7	1,03	31,4
Nach dem 7. Stich	1,16	22,7	0,99	34,0

Zahlentafel 2. Stärkenverminderung beim Kaltwalzen von rostbeständigen Stahlblechen verschiedener Breite.

	Stahl mit 15% Cr				Stahl mit 18% Ni und 8% Cr			
	1000 mm breit		500 mm breit		1000 mm breit		500 mm breit	
	Stärke mm	Gesamt-abnahme %	Stärke mm	Gesamt-abnahme %	Stärke mm	Gesamt-abnahme %	Stärke mm	Gesamt-abnahme %
Vor dem 1. Stich	1,70	—	1,65	—	1,85	—	1,89	—
Nach dem 1. Stich	1,61	5,3	1,52	7,9	1,71	7,6	1,66	12,2
Nach dem 2. Stich	1,53	10,0	1,43	13,3	1,66	10,3	1,56	17,5
Nach dem 3. Stich	1,49	12,4	1,35	18,2	1,60	13,5	1,48	21,7
Nach dem 4. Stich	1,45	14,7	1,31	20,6	1,57	15,1	1,43	24,3
Nach dem 5. Stich	1,42	16,5	1,27	23,0	1,54	16,8	1,38	27,0
Nach dem 6. Stich	1,40	17,7	1,25	24,3	1,51	18,4	1,34	29,1
Nach dem 7. Stich	1,38	18,8	1,22	26,1	1,49	19,4	1,30	31,2
	Verhältnis der Abnahmen 1 : 1,39				Verhältnis der Abnahmen 1 : 1,61			

Dickenverminderung des schmalen Bleches sprechen kann, sofern nämlich die höhere Festigkeit der stärker gedrückten Tafel berücksichtigt wird.

Die Abhängigkeit der Abnahme von der Breite des Walzgutes ist bei den einzelnen Werkstoffarten verschieden groß. Zahlentafel 2 zeigt die Ergebnisse von gleichartigen Walzversuchen mit rostbeständigen Stählen, und zwar einmal einem Chromstahl mit etwa 0,10% C und 15% Cr und ferner einem austenitischen Chrom-Nickel-Stahl mit etwa 0,10% C, 18% Cr und 8% Ni. (Bei diesen Versuchen wurde mit einem Arbeitswalzendurchmesser von 250 mm gearbeitet.)

Die Zahlentafel zeigt, daß beim austenitischen Stahl der Einfluß der Breite des Walzgutes größer ist.

Es wurden daraufhin mit 18/8-Stahl weitere Versuche durchgeführt, die vor allem klären sollten, ob eine stetige Verhältnismäßigkeit zwischen Blechbreite und Stärkenverminderung besteht. Aus einem Blech von ungefähr

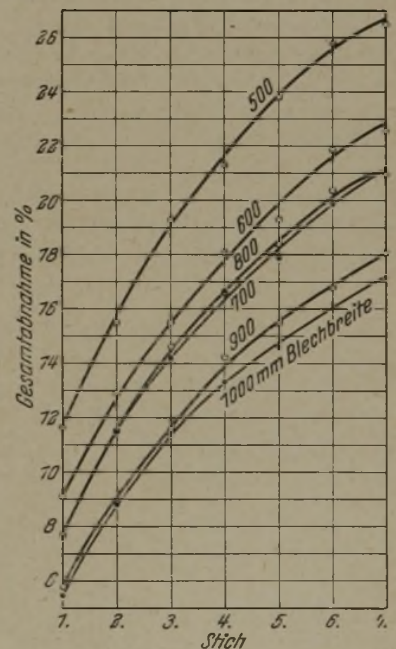


Bild 3. Abhängigkeit der Abnahme von der Blechbreite bei rostbeständigem austenitischem Stahl. (Vierwalzengerüst mit 250 mm Arbeitswalzendurchmesser und 1200 mm Ballenlänge.)

Zahlentafel 3. Dickenverminderung von unterschiedlich breiten Blechstücken aus austenitischem rostbeständigem Stahl.

	500 mm Breite		600 mm Breite		700 mm Breite		800 mm Breite		900 mm Breite		1000 mm Breite	
	Stärke mm	Gesamt- abnahme %	Stärke mm	Gesamt- abnahme %	Stärke mm	Gesamt- abnahme %	Stärke mm	Gesamt- abnahme %	Stärke mm	Gesamt- abnahme %	Stärke mm	Gesamt- abnahme %
	1,55		1,55		1,56		1,57		1,55		1,54	
Nach dem 1. Stich . . . . .	1,37	11,6	1,44	9,1	1,44	7,7	1,45	7,6	1,46	5,8	1,46	5,5
Nach dem 2. Stich . . . . .	1,31	15,5	1,35	12,9	1,38	11,5	1,39	11,5	1,41	9,0	1,41	8,8
Nach dem 3. Stich . . . . .	1,25	19,3	1,31	15,5	1,34	14,1	1,34	14,6	1,37	11,6	1,37	11,4
Nach dem 4. Stich . . . . .	1,22	21,3	1,27	18,1	1,30	16,7	1,31	16,6	1,33	14,2	1,34	13,3
Nach dem 5. Stich . . . . .	1,18	23,8	1,25	19,3	1,28	17,9	1,28	18,4	1,31	15,5	1,32	14,6
Nach dem 6. Stich . . . . .	1,15	25,8	1,21	21,9	1,25	19,9	1,25	20,4	1,29	16,8	1,29	16,2
Nach dem 7. Stich . . . . .	1,14	26,5	1,20	22,6	1,23	21,2	1,24	21,0	1,27	18,1	1,28	17,2

1000 × 2500 mm wurden, ähnlich wie in Bild 2 dargestellt, Stücke von verschiedenen Breiten herausgeschnitten und in der gleichen Richtung mit jeweils demselben Druck verwalzt. Zahlentafel 3 zeigt die Ergebnisse.

Zur besseren Verdentlichung wurden die prozentualen Abnahmen schaubildlich aufgetragen (Bild 3). Die Kurvenzüge zeigen am besten, daß die Abnahme nicht ständig und gleichmäßig mit der Blechbreite sinkt. Das schmalste Blechstück von 500 mm Breite hebt sich deutlich von allen anderen Blechabschnitten ab, die mittleren Breiten liegen verhältnismäßig eng beieinander, während anschließend wieder ein größerer Abstand in den Kurvenzügen vorhanden ist und die breitesten Streifen wieder annähernd große Abnahmewerte aufweisen. Weitere Versuche mit Blechen geringerer Stärke derselben Stahlsorte sowie aus ferritischen rostbeständigen Legierungen ergaben ebenfalls stets eine sprunghafte Veränderung der Abnahme, wobei nur das Maß des Abstandes der einzelnen Kurvenzüge schwankte. Auffällig war im allgemeinen besonders der starke Abfall der Stärkenverminderung über 800 mm Breite.

Diese sprunghafte Veränderung wird anscheinend vom Walzendurchmesser und der Walzgeschwindigkeit nicht oder nur sehr wenig beeinflusst. Gleichartige Versuche mit einem Arbeitswalzendurchmesser von 300 mm entsprechend einer Walzgeschwindigkeit von 30 m/min gegenüber vorher nur 25 m/min ergaben ein ähnliches Bild. Die absoluten Abnahmen lagen nur entsprechend niedriger, die Lage der einzelnen Kurvenscharen war jedoch ganz ähnlich.

Diese Beobachtung stimmt mit den Feststellungen überein, die von W. Lueg und A. Pomp<sup>3)</sup> bei Kaltwalzversuchen mit schmalen Streifen gemacht wurden. Eine Aenderung der Walzendrehzahl im Verhältnis 1:130 hatte keinen merklichen Einfluß auf den Formänderungswiderstand und damit auf die Stichabnahme des Walzgutes.

Dagegen fanden die beiden Forscher, daß, zumal bei kleineren Stichabnahmen, der mittlere Formänderungswiderstand mit steigender Bandbreite zwar zunächst sprunghaft zunahm — was bei gleichbleibendem Druck einem starken Absinken der Abnahme entsprechen würde —, oberhalb einer bestimmten Breite jedoch stellten sie einen ungefähr gleichbleibenden Formänderungswiderstand fest. Demnach scheinen bei breiten Blechen doch etwas andere Verhältnisse vorzuliegen, zum mindesten wird anscheinend diese Grenze erst bei noch größeren Blechbreiten als den hier untersuchten erreicht.

Zusammenfassung.

Die beim Kaltwalzen von Stahlblechen wirksamen Einflüsse werden besprochen. Versuche mit verschiedenen breiten Blechstücken zeigen die Bedeutung der Blechbreite für die erzielbare Stärkenverminderung. Es wird festgestellt, daß die in der Ekelundsen Formel ausgedrückte Beziehung zwischen Stichabnahme und Walzgutbreite für das Kaltwalzen von Stahlblechen nicht zutrifft. An Blechen aus austenitischem rostbeständigem Stahl wird gezeigt, daß sich bei gleichbleibendem Druck die Abnahme nicht stetig mit der Blechbreite verändert.

Umschau.

Die Klärung der Abwässer der Erzwäsche durch Ausschleudern.

Die Klärung der Abwässer der Erzwäsche in Lengede, die vorwiegend Sand (Körnung: 75 % unter 20 μ) und Ton in feinsten Verteilung bis zu kolloidaler Lösung enthalten, geschah bisher in Klärteichen mit einem Fassungsvermögen bis zu 1 Mill. m<sup>3</sup>. Die hohen Baukosten und die ungenügende Klärwirkung dieser Teiche gab Veranlassung, Versuche zur Ausscheidung der Feststoffe und Wiedergewinnung von Waschwasser mit der Escher-Wyss-Schleuder (Bauart ter Meer) anzustellen. Das Vorhandensein ausgedehnter und zur Aufnahme plastisch-zähflüssiger Schlämme geeigneter Tagebau-Mulden sowie die Möglichkeit, das zurückgewonnene Wasser in der Erzwäsche wiederverwenden zu können, gestatten eine Betriebsweise, bei der Leistung und Betriebskosten der Zentrifuge ihre Verwendung rechtfertigen. Es wurde zunächst eine Doppelzentrifuge von 2000 mm Trommeldurchmesser aufgestellt, die seit fünf Monaten ununterbrochen in Betrieb ist. Die Schleuder arbeitet ganz selbsttätig als Ueberlaufzentrifuge mit Vollmanteltrommel. Alle Vorgänge wie Füllen, Schleudern, Abschälen des Wassers und des Schlammes werden durch einen öldruck-betätigten Servo-Motor periodisch gesteuert.

Die Arbeitsweise vollzieht sich folgendermaßen (Bild 1). Die Trübe wird den Trommeln durch die Zuleitungen (a) mit den hydraulisch gesteuerten Absperrventilen (b) zugeführt. Unter der Einwirkung der Fliehkraft werden die Schwebstoffe radial nach außen geschleudert und lagern sich am Trommelmantel an, während das ausgeschiedene Wasser über die Bordkante der

Trommel in das Schleudergehäuse zum Abfluß (c) strömt. Sobald der Trommelmantel bis zu einer gewissen Höhe mit Feststoffen gefüllt ist, wird das Absperrventil (b) selbsttätig geschlossen und somit der Zulauf abgestellt. Gleichzeitig setzt sich das hydraulisch betätigte Schälrohr (d) in Bewegung und schält die über dem Schlamm angesammelte dünne Wasserschicht ab. Ist die Wasserabschälung beendet, so dringt das ebenfalls hydraulisch

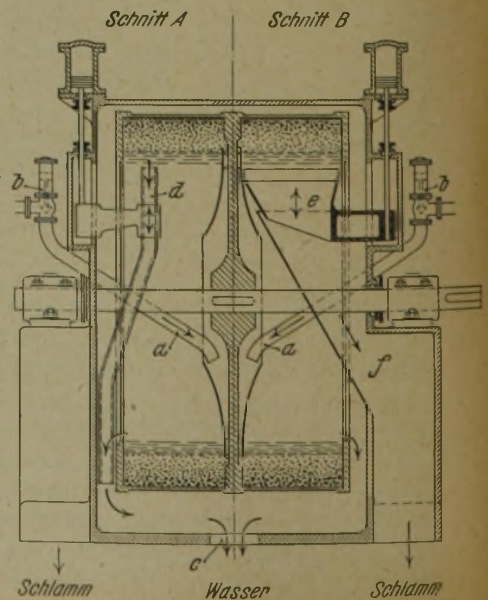


Bild 1. Schlamm-Schleuder, Bauart ter Meer.

gesteuerte Schlamm-Schälmesser (e) in die Schlammschicht ein und führt den Schlamm durch die Rutsche (f) ab. Ebenso wie der Beginn der Schälung selbstständig ausgelöst wird, gehen die beiden Schälmaschinen nach beendeter Schälung wieder in ihre Ausgangsstellung zurück, das Einlaufventil öffnet sich, und der Vorgang beginnt von neuem.

Die Leistung der Schleuder ist wesentlich abhängig von den physikalischen Eigenschaften der Feststoffe und den Anforderungen, die man an den Endwassergehalt des ausgeschiedenen Schlammes und an den Reinheitsgrad des wiedergewonnenen Wassers stellt. Das anfänglich gesteckte Ziel, ein für die Ableitung in die Vorflut geeignetes Wasser auszuschleudern, konnte nur bei völlig unbefriedigenden Durchsatzleistungen erreicht werden. Zufriedenstellende Ergebnisse wurden mit einer Betriebsweise erzielt, bei der die aus der Erzwäsche kommende Trübe der Schleuder erst nach Voreindickung auf etwa 20% Feststoffe zugeleitet und das ausgeschleuderte Wasser unter Verzicht auf eine weitgehende Klärung mit einem Feststoffgehalt von etwa 4% zur Wiederverwendung in die Erzwäsche zurückgeführt wird. Auf diese Weise werden folgende Betriebswerte zuverlässig im Dauerbetrieb erreicht:

Feststoffgehalt der Trübe beim Verlassen der Erzwäsche	8 bis 40%
Feststoffgehalt der Trübe nach Voreindickung	18 bis 22%
Ausgeschleuderte Feststoffmenge (trocken) in 24 h	120 bis 140 t
Erreichte Höchstmenge an Feststoffen (trocken) in 24 h	160 t
Feststoffgehalt des in die Erzwäsche zurückgeführten Wassers	4 bis 5%
Wassergehalt des ausgeschälten Schlammes	35%

Der ausgeschleuderte Schlamm wird im Tagebau gelagert. Trotz dem verhältnismäßig geringen Wassergehalt von 35% bildet er einen nur sehr flachen Böschungswinkel. Die dadurch bedingte Ausbreitung hat jedoch den Vorteil, daß die weitere Austrocknung durch Luft und Sonne begünstigt wird, so daß der Schlamm zum Teil begehbar ist. Als besonders wertvoll hat sich gezeigt, daß der Schlamm keine Feuchtigkeit durch Niederschläge wieder aufnimmt. Auf keinen Fall bildet der Schlamm auch bei größeren Mengen eine Gefahr für die Grubenbaue.

### Die Herstellung von Werkzeugstahl im kernlosen Induktionsofen bei der Bethlehem Steel Co.

In einer Aufsatzfolge über die Entwicklung und den gegenwärtigen Stand der Werkzeugstahlerzeugung gibt H. G. Bigge<sup>1)</sup> einen Ueberblick über den gegenwärtigen Stand des Schmelzens im kernlosen Induktionsofen in den Vereinigten Staaten, der auch für deutsche Verhältnisse einiges Beachtenswerte bringt, zumal da er hauptsächlich die basische Arbeitsweise beschreibt. Nach einer eingehenden Schilderung des Entwicklungsganges vom eisengeschlossenen zum kernlosen Induktionsofen und dessen wesentliche technische Vorzüge gegenüber dem ersten wird ein Vergleich der metallurgischen Vorgänge im kernlosen Induktionsofen und im alten Tiegelverfahren gezogen.

Bekanntlich kann weder die Arbeitsweise des Lichtbogenofens noch die des Tiegelofenverfahrens für den kernlosen Induktionsofen übernommen werden, wegen der geringen Schlackemenge und der unzureichenden Beheizung der Schlacke, die nur mittelbar vom Stahl erwärmt wird. Der wichtigste Unterschied liegt jedoch in der verwendeten feuerfesten Tiegelmasse. Beim Tiegelverfahren waren Ton-Graphit-Tiegel in Gebrauch mit etwa 50% C und 30 bis 35% SiO<sub>2</sub>. Zur Verhinderung der Kohlenstoffaufnahme wurden diese noch mit einem 3 bis 4 mm starken inneren Ueberzug mit etwa 85% SiO<sub>2</sub> ausgestattet. Solche Tiegel waren besonders für Schnellarbeitsstähle und niedriggekohlte legierte Stähle in Anwendung, während die unlegierten Stähle in gewöhnlichen Graphittiegeln erschmolzen wurden, wobei natürlich die Aufkohlung eingerechnet werden mußte. Für den kernlosen Induktionsofen wird für Schnellarbeitsstähle, Kobalt-Magnetstähle und korrosionsfeste Stähle der Magnesittiegel angewendet, für dessen durchschnittliche Zusammensetzung angegeben wird: 82,5% MgO, 10% SiO<sub>2</sub>, 1% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 3,5% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und 2,7% CaO.

Zu beachten ist der hohe Kieselsäure- und der Kalkgehalt von etwa 3%, eine Zusammensetzung, die auch in Europa angestrebt wird und bezüglich der Raumbeständigkeit und Risseunempfindlichkeit gute Ergebnisse zeitigt hat. Leider fehlen nähere Angaben über die Siebanalyse und die chemische Zusammensetzung der einzelnen Körnungen.

Bei der Badbewegung, die einen weiteren wesentlichen Unterschied zum Tiegelverfahren darstellt, erweist sich, daß bei richtiger Bemessung Ungleichmäßigkeiten der Badzusammensetzung vermieden und die Schlackenreaktionen beschleunigt werden. Vor allem besteht keine Gefahr für Schlackeneinschlüsse im fertigen

Stahl. Diese Beobachtungen stehen in voller Uebereinstimmung mit den Erfahrungen in europäischen Werken.

Es wurde schon erwähnt, daß die Schlacke als elektrischer Nichtleiter nur vom Bad aus beheizt wird und daher nur unzureichend verflüssigt werden kann. Es hat sich aber gezeigt, daß trotz der meist vorhandenen Kruste an der Oberfläche sich leicht eine für die metallurgischen Vorgänge ausreichende Menge flüssiger Schlacke erreichen läßt. Als Fluß- und Reduktionsmittel für die Schlacke werden hauptsächlich gepulvertes Ferrosilizium und Ferro-Zirkon-Silizium empfohlen, ferner auch Kalziumsilizium, Kalzium-Mangan-Silizium und schließlich beachtlicher Weise auch metallisches Kalzium mit etwa 98,5% Ca. In Deutschland verwendet man gerne außer Ferrosilizium die Legierungen von Silizium mit Aluminium und Silizium mit Aluminium und Kalzium, die eine stark verflüssigende Wirkung auf Kalkschlacken haben. Als reine Flußmittel werden für amerikanische Verhältnisse außer Sand und Flußspat noch Schamotte und Zementklinker genannt. Natürlich muß bei der Auswahl der Reduktions- und Flußmittel die Stahlgüte berücksichtigt werden.

Besonderes Augenmerk wird auf die Temperaturüberwachung und deren Berichtigung durch Abhängenlassen der Pfanne vor dem Gießen und zur gleichzeitigen Beseitigung der entstandenen Einschlüsse gerichtet.

Erwähnenswert ist ein Schmelzbeispiel eines Schnellstahls (18-4-1). Hierbei wurden eingesetzt:

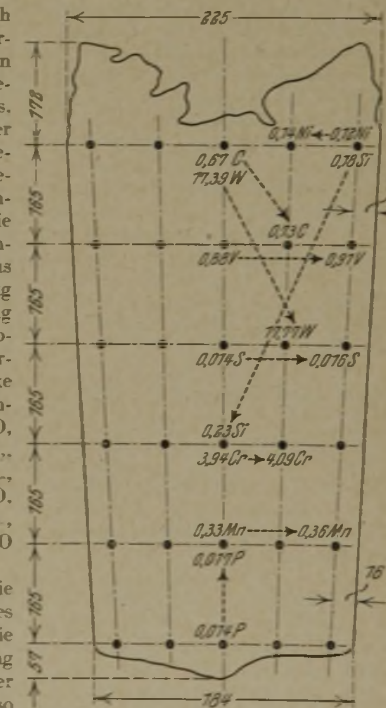
272	kg	18-4-1 Schnellstahlschrott,
272	kg	umgeschmolzene Wolframstahlblöcke,
144	kg	Ferrowolfram
273	kg	Holzkohlenröhren
49	kg	phosphorarmes Roheisen,
49	kg	hartes Ferrochrom,
26,3	kg	niedriggekohltes Ferrovanadin
2,09	kg	niedriggekohltes Ferromangan,
0,9	kg	30prozentiges Ferrosilizium
= 1090 kg Gesamteinsatz.		

### Legierungsbilanz einer Schnellstahlschmelze.

Bestandteil	In %		Gewicht in kg		Ausbringen in %
	im Einsatz	im Block	im Einsatz	im Block	
C	0,796	0,729	8,67	7,77	89,9
Mn	0,351	0,29	3,83	3,02	78,2
P	0,021	0,021	0,23	0,22	97,4
S	0,0276	0,025	0,30	0,27	89,0
Si	0,347	0,240	3,78	2,56	67,8
Ni	0,040	0,040	0,44	0,43	98,2
Cr	4,10	4,05	44,70	43,2	96,8
W	18,50	18,66	201,5	200,0	99,0
V	1,24	1,20	13,5	12,8	94,8
Fe	—	—	809,0	800,0	98,5
Insgesamt			~1090,0	~1070,0	98,2

Natürlich ändert sich das Ausbringen der verschiedenen Legierungen mit der Oberflächenbeschaffenheit des Schrottes, der Art des Einsetzens, der Reihenfolge des Auflegens, der Schlackenbehandlung und Schlacken-zusammensetzung. Die eingesetzten Schlackenbildner bestanden aus 3,6 kg Schamotte, 5,5 kg gebranntem Kalk, 1,8 kg Steinsalz und 1,8 kg Ferro-Zirkon-Silizium. Die daraus entstandene Schlacke hatte folgende Zusammensetzung: 6,07% MnO, 0,036% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Spur SO<sub>2</sub>, 42,38% SiO<sub>2</sub>, 3,50% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0% WO<sub>3</sub>, 4,20% FeO, 1,37% ZrO<sub>2</sub>, 16,56% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 20,04% CaO, 4,22% MgO und 1,55% V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Da zuletzt für die Brauchbarkeit eines Schmelzverfahrens die sichere Gewährleistung der Erzeugung gesunder Blöcke entscheidet, so wurden auch über die gegossenen Blöcke einige Angaben gemacht. Die Darstellung der Seigerungsverhältnisse



Bill 1. Schnitt durch einen Schnellstahlblock von 225 mm  $\square$ . Senkrechter Maßstab stark verkürzt gezeichnet. Durchschnittszusammensetzung von 14 Analysen: 0,72% C, 0,21% Si, 0,35% Mn, 0,015% P, 0,015% S, 0,13% Ni, 4,03% Cr, 0,89% V, 17,57% W. (Maße in mm.)

<sup>1)</sup> Metall-Revue 22 (1938) S. 420/54 = 467.

an einem halbierten Block ist beachtenswert (Bild 1). Unter Berücksichtigung der Durchschnittszusammensetzung ist die Seigerungsabteilung als durchaus gut zu bezeichnen, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß gerade für Kohlenstoff und Wolfram die Probenahme nicht besonders aufschlußreich ist.

Es wird darauf hingewiesen, daß gerade für Schnellarbeitsstähle die Gießtemperatur unter keinen Umständen zu hoch bemessen werden darf. Bei Einhaltung der richtigen Gießtemperatur und -geschwindigkeit kann man einwandfreie Blöcke erzielen, die in bezug auf Seigerungen und Sekundärlunker, schwammiges Gefüge und sonstige Fehlstellen allen Erfordernissen genügen.

Zum Schluß wird noch darauf verwiesen, daß auch für den basischen Betrieb des kernlosen Induktionsofens alle Einsatzstoffe sehr sorgfältig auf Reinheit geprüft werden müssen. Demnach wird eine nennenswerte Entschwefelung oder Entphosphorung nicht erreicht.

Heinz Siegel.

**Die kolorimetrische Phosphorsäurebestimmung im Thomasmehl mit dem Pulfrichphotometer.**

(Aus dem Hauptlaboratorium der Röchling'schen Eisen- und Stahlwerke, G. m. b. H., Völklingen-Saar.)

Auf der Suche nach einer Schnellbestimmung der Phosphorsäure im Thomasmehl zur Entlastung der Schlackenabteilung wurde auch das von K. C. Scheel<sup>1)</sup> angegebene Verfahren nachgeprüft, das nach einer kurzen Einarbeitungszeit zu sehr günstigen Ergebnissen führte. Da jetzt fast ein Jahr die Thomasmehluntersuchungen nach diesem Verfahren mit großer Sicherheit ausgeführt werden, erscheint es angebracht, darüber kurz zu berichten.

Die Arbeitsweise ist folgende:

Es werden jeweils 20 Analysen gleichzeitig in Arbeit genommen. Je 10 cm<sup>3</sup> der filtrierten zitronensauren Auszüge werden in einem 100-cm<sup>3</sup>-Meßkolben mit Wasser aufgefüllt und umgeschüttelt. 10 cm<sup>3</sup> dieser Lösung (= 0,01 g Einwaage mit etwa 1,6 bis 1,9 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) werden in einem 100-cm<sup>3</sup>-Kolben nacheinander mit 3 Tropfen n/10-Kaliumpermanganatlösung (zur Oxydation der Sulfide), 50 cm<sup>3</sup> Wasser, 5 cm<sup>3</sup> Reduktionslösung und 10 cm<sup>3</sup> Molybdatlösung versetzt. Die Kolben werden umgeschüttelt und 10 min stehengelassen, um die Reduktion der Molybdänphosphorsäure abzuwarten. Dann puffert man die Lösung mit 20 cm<sup>3</sup> Natriumazetatlösung, füllt mit Wasser auf und schüttelt gut durch.

Erforderliche Lösungen:

1. Reduktionslösung: 1 g Monomethyl-p-amidophenolsulfat (Photo-Rex), 5 g Natriumsulfit (rein, trocken) und 150 g Natriumbisulfit (reinst) werden in 500 cm<sup>3</sup> Wasser gelöst. Die filtrierte Lösung hält sich in gut verschlossenen Flaschen sehr lange.

2. Molybdatlösung: 50 g Ammoniummolybdat (p. a.) werden in 500 cm<sup>3</sup> 10-n-Schwefelsäure aufgelöst; die Lösung wird auf 1000 cm<sup>3</sup> aufgefüllt und, wenn erforderlich, filtriert.

3. Azetatlösung: 1000 cm<sup>3</sup> 5-n-Natronlauge (eingestellt auf die für Lösung 2 verwendete Schwefelsäure) werden mit Essigsäure neutralisiert. Die Lösung wird auf 2000 cm<sup>3</sup> verdünnt.

4. Eichlösung: 1,9167 g Monokaliumphosphat („nach Sörensen“, im Exsikkator über Schwefelsäure getrocknet) löst man in 1000 cm<sup>3</sup> Wasser. Zur Haltbarmachung setzt man einige Tropfen Chloroform hinzu. 1 cm<sup>3</sup> der Lösung enthält 1 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Die Photometrierung mit dem Zeiss'schen Pulfrichphotometer wird in üblicher Weise vorgenommen, wobei zu jeder Analysenserie von 20 Lösungen eine Normalprobe zur ständigen Überwachung mit untersucht wird. Gearbeitet wird mit einer üblichen Photometerlampe, dem Filter S 72 und einer 10-mm-Küvette.

Um Ungenauigkeiten in der optischen Beschaffenheit der einzelnen Küvetten auszuschalten, wird immer die gleiche Küvette verwendet, die nur mit Gummifingern angefaßt und vor dem Photometrieren mit einem Lederlappen vollkommen trocken gerieben wird. Jeder Temperatureinfluß wird durch sorgfältige Erhaltung gleichbleibender Zimmertemperatur ausgeschaltet.

Nachstehend seien einige Vergleichsanalysen zwischen gewichtsanalytisch ermittelten und kolorimetrisch gefundenen Werten angegeben:

Gewichtsanalytisch % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Photometrisch % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Gewichtsanalytisch % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Photometrisch % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
16,89	17,08	19,42	19,21
17,35	17,37	15,25	15,22
16,73	17,06	15,71	15,74
17,40	17,00	17,80	17,80
16,12	16,18	18,45	18,47
21,70	21,42	19,30	18,97
15,45	15,65	18,98	19,23
15,76	15,74	14,56	14,66
17,35	17,35	16,48	16,46
17,17	17,59	15,30	15,03

<sup>1)</sup> Z. anal. Chem. 105 (1936) S. 256/69.

Die Vorschrift von Scheel ist dahin abgeändert worden, daß das Abpipettieren von 1 cm<sup>3</sup> aus den zu untersuchenden Lösungen vermieden wird, da dies zu peinlichstem Arbeiten zwingt und bei Reihenanalysen doch zu große Fehlermöglichkeiten bietet. Daher werden 10 cm<sup>3</sup> abpipettiert und nach dem Verdünnen auf 100 cm<sup>3</sup> wieder 10 cm<sup>3</sup> entnommen, ähnlich wie es von anderer Seite vorgeschlagen wurde<sup>1)</sup>. Diese Zwischenarbeit verursacht kaum einen Zeitverlust.

Die Eichung des Photometers geschieht mit der oben angegebenen Eichlösung, deren Phosphorsäuregehalt selbstverständlich gewichtsanalytisch ermittelt wird. Auch von dieser Lösung wird eine Zwischenlösung hergestellt und zur Bestimmung von drei Punkten der Eichkurve jeweils 10, 15 und 20 cm<sup>3</sup> entnommen. Bei dieser Photometereichung gehen die von den einzelnen Laboranten erhaltenen Eichkurven in wenigen Fällen durch den Nullpunkt. Dies ist aber, wie Leerversuche zeigten, nicht auf Unreinheit in den Reagenzien zurückzuführen, sondern auf verschiedene Einstellung durch Kurz- oder Weitsichtigkeit des Ablesenden, trotz schärfster Einstellung des Photometers, wobei bei sorgfältiger Ablesung Genauigkeit von ± 0,005 Extinktion erzielt wird, entsprechend 0,09 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Bei längerer Übung allerdings nähern sich die Meßwerte der mit dem Apparat Arbeitenden; ganz lassen sich die Ablesefehler nicht vermeiden, sie werden aber durch die öftere Eichung des Photometers und den sich daraus ergebenden Faktor sowie durch die dauernde Überwachung mittels der Normalproben ausgeschaltet.

Die Befürchtung<sup>2)</sup>, daß sich bei Reihenanalysen Ermüdungserscheinungen der Augen einstellen, hat sich nicht bestätigt, da nach je 20 Analysen eine zwangsmäßige Ruhepause durch die Vorbereitung der nächsten Analysenserie eintritt.

Nachstehend sind einige Ergebnisse nach dem Verfahren von Scheel angegeben, wobei den eigenen Photometerbefunden die von den einzelnen Versuchsstationen erhaltenen Werte gegenübergestellt sind.

Versuchsstation	Befund % zitrat. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Garantie % zitrat. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Würzburg	17,82	17,88
München	17,99	17,93
Hohenheim	16,06	16,22
Würzburg	16,50	16,40
Würzburg	17,72	17,93
Würzburg	18,37	18,38
Würzburg	17,62	17,58
Darmstadt	18,05	18,06
Darmstadt	17,68	17,79
Kiel	17,48	17,75
Dr. Wirth, Leipzig	17,68	17,43
Dr. Wirth, Leipzig	17,26	17,25
Augustenberg	17,82	17,94
Regensburg	16,10	16,15
Würzburg	17,81	17,79

Wie die Befunde ergeben, ist die kolorimetrische Phosphorsäurebestimmung nach Scheel sehr zuverlässig und in ihrer abgeänderten Ausführungsform sehr sicher, wobei sie gegenüber anderen Arbeitsweisen noch folgende Vorzüge hat:

1. Gute Eignung zur Durchführung von Reihenanalysen.
2. Große Schnelligkeit bei der Durchführung von Einzelbestimmungen.
3. Ersparnis von Geräten und Arbeitskräften.
4. Vermeidung von Belästigungen durch Ammoniak.
5. Größte Sauberkeit und Einfachheit.

Dieses Verfahren findet auch Anwendung bei der Untersuchung von Schmelzphosphaten und bei der Bestimmung des Phosphorsäuregehaltes von Siemens-Martin-Schlacken.

Erich Piper.

**Das magnetische und elektrische Verhalten der Manganferrite.**

Bestimmte Ferrite, d. h. Verbindungen (oder feste Lösungen) des Eisenoxys mit anderen Metallen, zeigen bei vergleichsweise hoher Magnetisierbarkeit eine außerordentlich geringe elektrische Leitfähigkeit, die zu dem sonstigen Metallcharakter der Ferromagnetika in einem auffallenden Widerspruch steht. Es wurde daher in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in einer Reihe von Untersuchungen die Frage geprüft, ob die Halbleitereigenschaften derartiger Stoffe nicht durch sekundäre Ursachen, wie Verunreinigungen, Zwischenschichten u. dgl., hervorgerufen sein könnten. Zu diesem Zweck wurde eine Reihe von Manganferriten hergestellt, die das obige Verhalten besonders ausgeprägt zeigen.

<sup>1)</sup> M. Popp und H. Westerhoff: Bodenkunde u. Pflanzenernähr. 4 [49] (1937) Nr. 1/2, S. 19.

<sup>2)</sup> O. Hoffmann: Bodenkunde u. Pflanzenernähr. 4 [49] (1937) Nr. 1/2, S. 16.

Zunächst wurden von A. Kußmann und H. Nitka<sup>1)</sup> einige unterrichtete Messungen über den Zusammenhang zwischen der Magnetisierbarkeit und dem Kristallaufbau durchgeführt. Die Manganferritproben wurden nach dem Sinterverfahren durch inniges Mischen der reinen Oxyde  $Mn_2O_3$  (bzw.  $Mn_3O_4$ ) und  $Fe_2O_3$  bei 1300° hergestellt. Es ergab sich nun, daß der Ferromagnetismus bei den durch Sinterung hergestellten Manganferriten an eine Mischkristallphase mit kubischem Gitter, deren Beständigkeitsbereich sich bei hohen Temperaturen weit bis zum Eisenoxyd hin erstreckt, geknüpft ist. Der Verlust des Ferromagnetismus bei den eisenreichen Manganferriten ist an ihre Entmischung und das Auftreten der nun paramagnetischen rhomboedrischen Phase gebunden, so daß die Verknüpfung des Magnetismus mit der Kristallform die gleiche ist wie beim reinen Eisenoxyd. Der Ferromagnetismus, der also an eine oberhalb 1000° beständige Phase mit kubischem Kristallaufbau gebunden ist, kann durch Abschrecken bei Raumtemperatur erhalten werden. Die so behandelten Manganferrite haben gleichzeitig einen außerordentlich hohen spezifischen elektrischen Widerstand, wobei der Temperaturbeiwert negativ ist.

Das elektrische Verhalten wurde von A. Schulze und W. Gremmer<sup>2)</sup> untersucht, und zwar wurde zunächst der elektrische Widerstand der Manganferrite in Abhängigkeit von der Temperatur bestimmt. Hierbei hat sich ganz allgemein ergeben, daß der Widerstand mit steigender Temperatur sehr stark abfällt. Um ein Bild hiervon zu erhalten, seien nur einige Zahlen angegeben. Die 40 Atomprozent Eisen enthaltende Probe hatte bei 20° einen Widerstand von 107 MΩ (der spezifische Widerstand beträgt  $11 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ ); bei 500° betrug er nur noch 200 Ω und war bei 1000° bereits auf 5 Ω abgefallen. Für die Beurteilung des Leitungsmechanismus ist die Tatsache von Wichtigkeit, daß bei keiner der untersuchten Proben, auch nicht in den höheren Temperaturen, irgendwelche Anzeichen von Polarisationserscheinungen aufgefunden wurden. Der außerordentlich große Widerstandsabfall, wie er sich hier bei der ferromagnetischen Phase der Manganferrite mit steigender Temperatur ergeben hat, ist zumindest eine sehr merkwürdige Erscheinung und läßt zweifelsohne die Vermutung aufkommen, daß dieses für Halbleiter kennzeichnende Verhalten in den vorliegenden Fällen wohl nur durch sekundäre Erscheinungen, wie Sperr- oder Zwischenschichten zwischen den einzelnen Kristalliten, vorgetäuscht wird. Ähnliches ist bereits bei einer ganzen Gruppe von sogenannten „Halbleitern“, wie z. B. Silizium, Titan, Zirkon u. a., beobachtet worden. Bei diesen Werkstoffen zeigt der Einkristall ein vollkommen metallisches Verhalten, d. h. er hat einen verhältnismäßig kleinen spezifischen Widerstand mit positivem Temperaturbeiwert.

Um bei den Manganferriten zu zeigen, daß es sich hier in der Tat um eine metallische Leitfähigkeit handelt, ist ein anderer Weg beschritten. Die Manganferrite zeigen nämlich bei gleichbleibender Temperatur eine deutliche Abhängigkeit ihres Widerstandes von der elektrischen Feldstärke. Hieraus ergibt sich, daß der Einfluß von Zwischenschichten, wenn solche vorhanden sind, mit zunehmender elektrischer Feldstärke kleiner wird. Bei einigen Manganferriten ist es sogar durch Erhöhung der Feldstärke erreicht worden, daß der elektrische Widerstand sprunghaft kleiner wird. So fällt beispielsweise bei dem 80 Atomprozent Eisen enthaltenden Manganferrit der mit steigender Feldstärke kleiner werdende Widerstand bei einer Feldstärke von 15 V/cm sprunghaft ab und sinkt auf mehr als den dreißigsten Teil ab. Nach Abschalten der Spannung fängt der Widerstand an, wieder langsam zuzunehmen und auf den alten Wert zurückzugehen, so daß man den obigen Versuch beliebig oft wiederholen kann. Das plötzliche Absinken des Widerstandes dürfte auf ein Durchschlagen von Zwischenschichten zurückzuführen sein. Allerdings ist nach dem Durchschlag der Widerstand immer noch verhältnismäßig hoch, und zwar ist er um etwa 3 bis 4 Zehnerpotenzen höher als der der metallischen Werkstoffe. Anscheinend ist erst ein Teil der Zwischenschichten durchgeschlagen. Aus diesem Grunde ist wohl auch in den Widerstands-Temperatur-Kurven selbst in den hohen Temperaturen noch kein positiver Temperaturbeiwert beobachtet worden; er wird jedoch mit zunehmender Temperatur dauernd kleiner negativ.

Während also bei den Manganferriten mit einem Eisengehalt von weniger als 70 % die Versuche durch Spannungsbeanspruchung nicht zum Ziel führten, hat E. Blechschmidt<sup>3)</sup> es bei den Manganferriten mit hohem Mangangehalt unternommen, auf dem Wege über die dielektrischen Eigenschaften Aufschluß über das Vorhandensein von Zwischenschichten zu erhalten.

Es wurden zunächst künstliche Versuchskörper des vermuteten Kristallaufbaus hergestellt und untersucht. Zu diesem Zweck wurde Paraffin in verschiedenen Verhältnissen mit Graphitpulver bzw. Kupferpulver gemischt; das Paraffin übernimmt hier die Rolle der nichtleitenden Zwischenschicht zwischen den leitenden Graphit- oder Kupferteilchen. Außerdem wurde noch ein in seinen meßbaren Eigenschaften den zu untersuchenden Ferriten ähnlicher Mischkörper gemessen, bei dem feinstes Eisenpulver mit einem Isoliermittel getränkt war, das die Funktion der Zwischenschichten übernahm. Ein solcher Stoff war, wie die Manganferrite, nur schwach leitend, dabei aber stark ferromagnetisch. Als Manganferritproben wurden gesinterte Platten mit einem Gehalt von 30 und 38 Atomprozent Eisen benutzt, die bei 1300° geglüht und abgeschreckt waren. Als Ergebnis dieser Untersuchungen läßt sich sagen: Isoliermassen, denen ein hoher Gehalt leitender Stoffe beigemischt ist, oder leitende Pulver, deren Einzelteilchen von Isolierschichten umgeben sind, haben bei Niederfrequenz sehr große dielektrische Verluste, die mit zunehmender Frequenz und mit sinkendem Gehalt an leitenden Teilchen stark abnehmen. Ihre scheinbare Dielektrizitätskonstante ist bei Niederfrequenz um ein Vielfaches größer als diejenige des reinen Isolators; auch nimmt sie mit der Frequenz stark ab. Die untersuchten Manganferrite zeigen ebenfalls ein derartiges Verhalten, woraus man schließen kann, daß sie in ähnlicher Weise ungleichmäßig sind wie diese Mischkörper, also wahrscheinlich metallisch gleiche Bestandteile enthalten, die durch Schichten voneinander getrennt sind.

Somit ist das Vorhandensein von Zwischenschichten für die Manganferrite der verschiedensten Konzentrationsgebiete durch gänzlich verschiedenartige Versuche wahrscheinlich gemacht. Dadurch wären bei der ferromagnetischen Phase der Manganferrite die Halbleitereigenschaften lediglich durch diese Zwischenschichten vorgetäuscht; bei völligem Fehlen der Zwischenschichten würden die Manganferrite auch das für ein Ferromagnetikum kennzeichnende Verhalten zeigen.

Alfred Schulze.

## Aus Fachvereinen.

### Iron and Steel Institute.

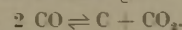
(Frühjahrsversammlung und Symposium on Steelmaking am 4. und 5. Mai 1938 in London. — Fortsetzung von S. 873.)

William A. Bone, H. L. Saunders und H. J. Tress berichteten über den

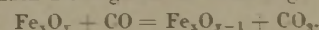
#### Einfluß von Wasserstoff und Wasserdampf auf die Vorgänge im Hochofen

im Rahmen ihrer eingehenden Laboratoriumsversuche über die Beziehungen zwischen Gasen und Erz im Hochofen, besonders über den Einfluß auf die Kohlenstoffausscheidung und die Erzureduktion. Die früheren Veröffentlichungen hierüber, die sich auf vollständig „trockenes“, also nur aus Kohlenoxyd, Kohlensäure und Stickstoff bestehendes Gas bezogen, wurden dahin ergänzt, dem Gasmisch Wasserstoff oder Wasserdampf zuzusetzen, um auf diese Weise den wirklichen Verhältnissen näherzukommen.

Bekanntlich spielen zwei Umsetzungen die entscheidende Rolle. Das ist einmal die Ausscheidung des Kohlenstoffs gemäß der umkehrbaren Gleichung



Sie findet hauptsächlich bei Temperaturen von 450 bis 500° statt. Die Reaktion setzt die Anwesenheit von Eisenoxyden voraus, die katalytisch wirken. Dabei bedarf es eines Anstoßes, der durch Reduktionsvorgänge von Eisen-Sauerstoff-Verbindungen gegeben wird. Ist die Abspaltung einmal eingeleitet, pflanzt sie sich von selbst weiter fort. Praktisch wirkt sie sich so aus, daß das Kohlenoxyd in Risse des Erzes eindringt und dort den Kohlenstoff als sehr feines schwarzes Pulver ausscheidet. Bei weiter ansteigenden Temperaturen beginnt dann, etwa von 650° an, die Reaktion der Eisenoxyde nach der allgemeinen Gleichung



Das Verhalten beider Vorgänge unter dem gestaffelten Zusatz von Wasserstoff und Dampf zu ermitteln, ist die Aufgabe, die sich die Verfasser gestellt haben.

Die eigens entworfene Versuchsanlage bestand hauptsächlich aus einem zweckentsprechend hergestellten Elektroofen zur Aufnahme des Erzes und einer geschlossenen Rohrleitung, die den Ofen mit den Gaserzeugern verband. In Quarzröhren eingebettete, sehr genau arbeitende Platin-Platin-Rhodium-Thermoelemente ermöglichten durch besondere Anordnung eine stets und überall selbst bei 850° bis auf 7° genaue Temperaturmessung. Weitere Einrichtungen sorgten für Einhaltung von Gasdruck und Gasgeschwindigkeit, die für die Durchführung der Versuche sehr wichtig waren.

<sup>1)</sup> Phys. Z. 39 (1938) S. 208/12.

<sup>2)</sup> Phys. Z. 39 (1938) S. 205/08.

<sup>3)</sup> Phys. Z. 39 (1938) S. 212/15.

Bei der Durchführung der Versuche wurde eine bestimmte Menge eines geeigneten Hämatiterzes mit 82,36 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,9 % CaO, 14,63 % SiO<sub>2</sub>, 0,23 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> in dem Ofen aufgegeben und zunächst im trockenen Luftstrom erhitzt. Um das Erz keinen unerwünschten Einflüssen auszusetzen, wurde dann die ganze

Kohlenstoffabspaltung ergaben, zeigen die *Zahlentafeln 1 und 2*. Hier sind die abgelagerten Kohlenstoffmengen bei verschiedenem Wasserstoff- oder Dampfzusatz sowie verschiedenen Berührungszeiten eingetragen. Man ersieht leicht, daß schon ein ganz geringer Zusatz von  $\frac{1}{3}$  % H<sub>2</sub> oder  $\frac{1}{4}$  % Dampf eine ganz

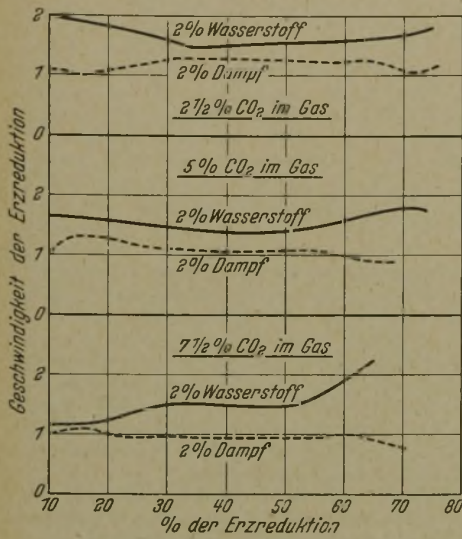


Bild 1. Einfluß von Wasserstoff und Dampf auf die Geschwindigkeit der Erzreduktion bei 650°.

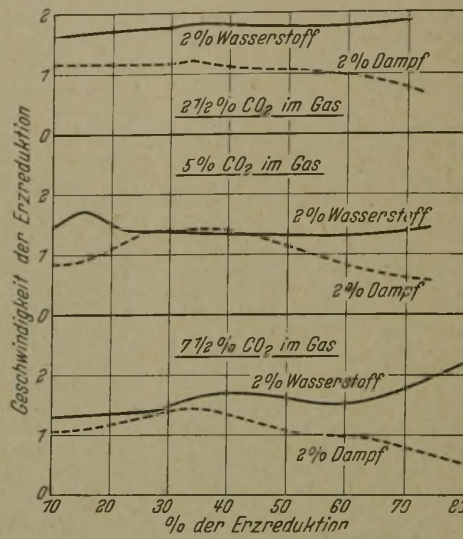


Bild 2. Einfluß von Wasserstoff und Dampf auf die Geschwindigkeit der Erzreduktion bei 850°.

Anlage vollständig luftleer gemacht und nun das künstlich erzeugte Gasgemisch von der gewünschten Zusammensetzung mit Hilfe einer Umlaufpumpe hindurchgedrückt. Um eine Vergleichsgrundlage zu schaffen, ging dem Hauptversuch ein Vorversuch mit sorgfältig getrocknetem, wasserstofffreiem Gas voraus.

Bei 450° wurden die ersten Ergebnisse gezeitigt. Da bei dieser Temperatur Erzreduktionsvorgänge über die Umwandlung von Eisenoxyd in Eisenoxyduloxyd noch nicht hinausgekommen sind, herrscht zunächst die Zersetzung des Kohlenoxyds vor. Die Einflüsse, die sich durch den fortschreitenden Zusatz von Wasserstoff oder Dampf auf die Geschwindigkeit der

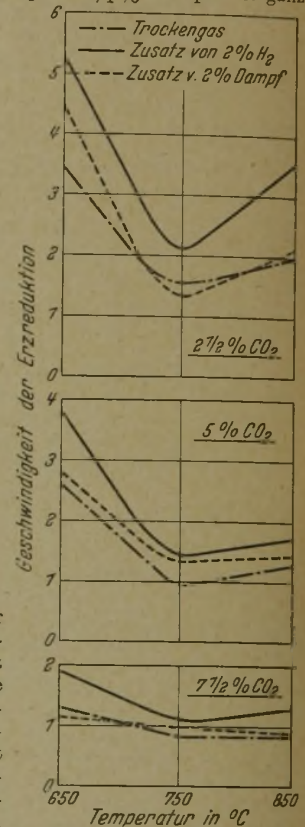
auffallende Beschleunigung der Kohlenstoffausscheidung hervorruft. Bei stärkerem Zusatz von Wasserstoff ist indessen eine nennenswerte Beschleunigungszunahme nicht mehr zu verzeichnen. Daß andererseits der Gehalt an Kohlensäure für den Verlauf der Reaktionsgeschwindigkeit wichtig ist, zeigte sich auch hier wieder wie beim trockenen Gas. Je niedriger der Kohlen-säuregehalt ist, desto größer wird die Geschwindigkeit. Die Berührungszeiten, in denen sich die Abspaltungsvorgänge abspielen, sind, solange sie noch sehr niedrig sind, von sehr erheblichem Einfluß. Dann verlieren sie mehr und mehr an Bedeutung, um bei über 2 s für die Erreichung des Gleichgewichtes fast unabhängig vom Wasserstoffgehalt zu werden. Bei Zusatz von Wasserdampf wird etwas mehr Zeit bis zur Erreichung des Gleichgewichtes benötigt als bei reinem Wasserstoff, ebenso ist die Reaktionsgeschwindigkeit entsprechend langsamer. Die Deutung der beobachteten Veränderungen in den Reaktionsgeschwindigkeiten kann nur in einer katalytischen Wirkung der Eisen-Sauerstoff-Verbindungen erblickt werden, denn eine sorgfältige Untersuchung des Erzes nach der Einwirkung des frei gewordenen Kohlenstoffes ergab keine andere chemische oder physikalische Veränderung als höchstens eine durch den Wasserdampf bewirkte leichte Oxydation.

Zahlentafel 1. Einfluß von Wasserstoff auf die Ausscheidung von Kohlenstoff bei 450°.

Berührungszeit	Ausgeschiedene Kohlenstoffmenge bei Zusatz von Wasserstoff zum Gas						
	Trockengas	1/3 % H <sub>2</sub>	1/2 % H <sub>2</sub>	3/4 % H <sub>2</sub>	1 % H <sub>2</sub>	2 % H <sub>2</sub>	4 % H <sub>2</sub>
0,21	5,75	11	12,5	13,5	15	16,7	18
0,42	11,5	22	25	28	29	31	33
0,63	17,25	33	37,5	42	42	42,5	44
0,84	23,25	42	45,5	48	51	51,7	53
1,04	28,5	50	53	56	57	58	59
1,25	34	57	59,2	62	64	64,5	65
1,46	38,5	63	64	67	67,5	69	69,5
1,67	42,5	67	69,2	71	72,5	72,5	73
1,88	47	73	73,5	74	74	74,5	75
2,08	51	75	75	75,5	76	76	76
2,29	54,5	76	76	76	76	76	76
2,50	58	—	—	—	—	—	—
2,92	64	—	—	—	—	—	—
3,13	66	—	—	—	—	—	—
3,55	69	—	—	—	—	—	—
3,96	70,5	—	—	—	—	—	—
4,18	70,7	—	—	—	—	—	—

Zahlentafel 2. Einfluß von Wasserdampf auf die Ausscheidung von Kohlenstoff bei 450°.

Berührungszeit	Ausgeschiedene Kohlenstoffmenge bei Zusatz von Wasserdampf zum Gas				
	Trockengas	1/4 % Dampf	1/2 % Dampf	1 % Dampf	2 % Dampf
0,21	5,75	6,5	9	11,5	15
0,42	11,5	16,5	18,5	24	28
0,63	17,25	26	28	34	38,25
0,84	23,25	34,5	37	42	46,5
1,04	28,5	42,25	44,5	50	53
1,25	34	49	51,5	55,5	57,75
1,46	38,5	55	57,5	60,75	63
1,67	42,5	60,25	62	64,5	66,25
1,88	47	64,25	66	67	68,5
2,08	51	68,5	69,5	70	70,5
2,29	54,5	71	71,5	71	71,5
2,50	58	—	—	—	—
2,92	64	—	—	—	—
3,13	66	—	—	—	—
3,55	69	—	—	—	—
3,96	70,5	—	—	—	—
4,18	70,7	—	—	—	—



Bilder 3 bis 5. Geschwindigkeit der Erzreduktion unter Zusatz von 2 % H<sub>2</sub> oder Dampf und einem Gehalt von 2 1/2 % bzw. 5 % bzw. 7 1/2 % CO<sub>2</sub>.

Die nächste Versuchsreihe wurde bei 650° angesetzt, um bei dieser Temperatur, wo die Erzreduktion in vollem Gange ist, den Einfluß von Wasserstoff und Dampf auf die Geschwindigkeit der Erzreduktion zu prüfen. Daß die Geschwindigkeit des Gases eine Rolle spielt, war schon aus den Versuchen mit trockenem Gas bestätigt gefunden worden. Eine Steigerung hat zur Folge, die Temperaturzone der Kohlenstoffabspaltung auseinanderzuziehen. Jetzt ergab sich, daß schon kleine Zusätze von Wasserstoff oder Dampf die gleiche Wirkung hervorrufen. Man fand weiter, daß bei 650° beide Vorgänge, sowohl die der Kohlenstoffausscheidung als auch der Reduktion des Erzes, gleichzeitig stattfinden, sobald das Erz zu 50 % reduziert ist. Ein Ueberschuß an frei gewordenem Kohlenstoff kann zudem schon bei 650°, besonders aber bei noch höheren Temperaturen mit dem frischreduzierten Eisen zur Bildung von Eisenkarbid führen.

Eigenartige Erscheinungen lassen sich erkennen, wenn man die Versuchsergebnisse bei gleichem Wasserstoffgehalt, aber verschiedenem Kohlen-säuregehalt als Kurven in einem Schaubild darstellt. Man wählte dazu einen Wasserstoffgehalt von 2 % und untersuchte die Geschwindigkeit der Erzreduktion bei 2,5, 5 und 7,5 % CO<sub>2</sub>, wie es in den drei Kurven des Bildes 1 zu ersehen ist. Auch diese Darstellungsform zeigt, daß ein Zusatz

von Wasserstoff reaktionsfördernd wirkt. Gegenüber dem trockenen Gas ist die Reaktionsgeschwindigkeit zwischen 30 und 55 % einheitlich um 50 % höher, unabhängig vom Kohlen säuregehalt. Bei niedrigeren und höheren Reduktionsgraden sind die Verhältnisse jedoch sehr unterschiedlich. Die Einbuchtung in der Kurve, die schon bei dem trockenen Gas beobachtet wurde und auf den Uebergang von Eisenoxylul zu Eisenoxylul zurückzuführen ist, stellt sich auch bei dem Wasserstoff oder Dampf enthaltenen Gas wieder ein. Auffallend ist dann schließlich der Anstieg der Kurve bei über 55 % der Erzreduktion. Bei 7,5 % CO<sub>2</sub> wird er geradezu zu einem starken Knick. Nicht so ähnlich der Wirkung des Wasserstoffs wie bei 450° ist bei 650° der Einfluß des Dampfes. Während er bei 2,5 % CO<sub>2</sub> noch durchaus beschleunigend ist, tritt bei 7,5 % eine Verzögerung ein. Bei 750° konnten ähnliche Feststellungen gemacht werden wie bei 650°. Bemerkenswert ist nur, daß bei 7,5 % CO<sub>2</sub> und über 50 % der Erzreduktion ein Anstieg sowohl der Wasserstoff- als auch der Dampfkurve anzutreffen ist.

Bei Temperaturen über 850° war wegen des überwiegenden Einflusses des Wasserstoffes gegenüber dem Kohlenoxylul auf die Hochofenreaktionen zu erwarten, daß die beschleunigende Wirkung des Wasserstoffes auf die Reduktionsgeschwindigkeit sich

in den Kurven noch schärfer ausprägen würde. Man mußte indessen die noch nicht ganz erklärbare Erfahrung machen, daß dies nicht der Fall ist. Die Kurven (Bild 2) bleiben vielmehr ziemlich gleichmäßig und steigen erst gegen Ende der Erzreduktion mehr oder weniger an. Die Dampfkurve ist anfangs aufstrebend, um dann aber in ihrem zweiten Teil um so mehr abzufallen.

Einen eindrucksvollen Ueberblick über die Versuchsspanne von 650 bis 850° vermitteln die Bild r 3 bis 5, in denen die Ergebnisse bei 2 % Wasserstoff und Dampf sowie verschiedenen Kohlen säuregehalten zusammengestellt sind. Sie enthalten als Ordinaten die Erzreduktionsgeschwindigkeiten in willkürlichem Maßstab, als Abszissen die Temperaturspanne von 650 bis 850°. Aus den drei Kurven für trockenes Gas, 2 % Wasserstoffzusatz und 2 % Dampfzusatz ist am anschaulichsten zu erkennen, wie der Zusatz von Wasserdampf und noch mehr von Wasserstoff die Geschwindigkeit der Erzreduktion in ganz bedeutendem Maße erhöht. Nicht aber kann dieser Zusatz die oben beschriebene Geschwindigkeitsverzögerung bei 750° aufheben. Nur ein zunehmender Kohlen säuregehalt ist imstande, wenigstens zu einer Verflachung der Einbuchtung beizutragen, aber die Reduktionsgeschwindigkeit wird dafür um so mehr herabgedrückt. Arno Wapenhensch.

[Fortsetzung folgt.]

## Patentbericht.

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

(Patentblatt Nr. 32 vom 11. August 1938.)

Kl. 7 a, Gr. 15, M 138 109. Herstellen von Rohrluppen für die Rohrherstellung. Erf.: Dr.-Ing. Walter Schneider, Düsseldorf. Anm.: Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf.

Kl. 10 a, Gr. 13, O 22 789. Unterbrennerkoksofen mit in der Betonplatte angeordneten, in der Kammerlängsachse sich erstreckenden Dehnfugen. Erf.: Dr.-Ing. Carl Otto, Den Haag (Holland). Anm.: Dr. C. Otto & Comp., G. m. b. H., Bochum.

Kl. 18 b, Gr. 8, F 82 570. Verfahren zum Herstellen einer flüssigen, basischen Eisen-Eisenoxylul-Kalk-Schlacke zum Frischen von Roheisen und Rohstahl. Mathias Fränkl, Augsburg.

Kl. 18 b, Gr. 9, S 122 180. Verfahren zur gleichzeitigen Entphosphorung und Entschwefelung von Stahl. Société d'Electro-Chimie, d'Electro-Metallurgie et des Aciéries Electriques d'Ugine, Paris.

Kl. 18 b, Gr. 16 01, R 97 417. Verfahren zur Herstellung von Thomasstahl. Röchling'sche Eisen- und Stahlwerke, G. m. b. H., Völklingen (Saar).

Kl. 18 c, Gr. 11 01, St 54 738. Gassperrvorrichtung für Oeffnungen an industriellen Oefen. Dr.-Ing. Theodor Stassinot, Dinslaken.

Kl. 18 c, Gr. 14, G 89 060. Verfahren zur Verbesserung der Festigkeitseigenschaften eines aushärtbaren austenitischen korrosionsbeständigen Stahles. Goodyear Zeppelin Corporation, Akron, Ohio (V. St. A.).

Kl. 18 c, Gr. 14, H 147 811. Verfahren zur Erniedrigung der Wattverluste und zur Erhöhung der magnetischen Induktion bei siliziumhaltigen Eisenblechen. Hoesch, A.-G., Dortmund.

Kl. 18 d, Gr. 2/10, D 73 263. Dauermagnetstahl. Deutsche Edelmetallwerke, A.-G., Krefeld.

Kl. 31 c, Gr. 10/06, P 72 587. Kern zur Herstellung von gegossenen Hohlkörpern. Preß- und Walzwerk, A.-G., Düsseldorf-Reisholz.

Kl. 31 c, Gr. 27/03, D 76 743. Gießwagen insbesondere für Konverteranlagen. Erf.: Hans Hofmeister, Duisburg. Anm.: Demag, A.-G., Duisburg.

Kl. 42 k, Gr. 23/01, M 135 377. Verfahren zum Prüfen der Härte von dünnen Drähten. Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, A.-G., Mannheim.

Kl. 48 b, Gr. 6, H 149 172. Verfahren zum Verzinken von Hohlgefäßen. Erf.: Ernst Siebel, Eichen b. Kreuztal i. W. Anm.: Hüttenwerke Siegerland, A.-G., Siegen.

Kl. 49 c, Gr. 3/04, W 96 992. Hobelmaschine zum Bearbeiten von Fehlstellen in kantigen Blöcken c. d. g. Dr.-Ing. E. h. Oskar Waldrich und Walter Theobald, Siegen i. W.

### Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

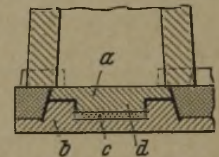
(Patentblatt Nr. 32 vom 11. August 1938.)

Kl. 42 k, Nr. 1 441 940. Härteprüfmaschine für Brinell- und Vickersprüfung mit einem an der Maschine angeordneten Mikroskop. Georg Reicherter, Eßlingen a. N.

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

### Deutsche Reichspatente.

Kl. 31 c, Gr. 10<sub>04</sub>, Nr. 659 246, vom 11. Dezember 1936; ausgegeben am 29. April 1938. Neunkircher Eisenwerk, A.-G., vormals Gebrüder Stumm in Neunkirchen a. d. Saar. (Erfinder: Johannes Haag in Neunkirchen a. d. Saar.) Unterlagsplatte für Kokillen.



Zwischen Verschleißplatte a und Grundplatte b wird eine mit feuerfestem Werkstoff ausgefüllte Aussparung c der Grundplatte vorgesehen, in die die Verschleißplatte mit einem Ansatz d hineinragt.

Kl. 18 b, Gr. 1<sub>02</sub>, Nr. 659 336, vom 9. Dezember 1925; ausgegeben am 30. April 1938. Dipl.-Hüttening. Friedrich Wilhelm Corsalli in Berlin. Verfahren zum Erschmelzen eines heißen, hochwertigen Eisens mit 2 % C und darunter.

Um solches Eisen aus Stahl- oder Flußeisenschrott oder Eisenschwamm zu erzeugen, wird im Gießereischachtofen nur mit den für das Umschmelzen von Grauguß üblichen Koks mengen, aber unter Erhöhung der Windmenge und/oder Windpressung gegenüber der sonst für diese Koks menge verwendeten Windmenge geschmolzen und dem Beschickungsgut oxydhaltige Stoffe aller Art, z. B. Eisen- oder Manganerze, auch solche, die bei der Erwärmung freien Sauerstoff abgeben, zugeführt.

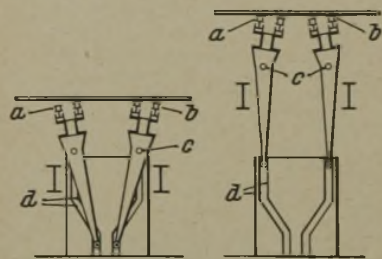
Kl. 18 d, Gr. 2<sub>10</sub>, Nr. 659 485, vom 12. Mai 1929; ausgegeben am 5. Mai 1938. Kohle- und Eisenforschung, G. m. b. H., in Düsseldorf. (Erfinder: Dr. Carl Carius in Essen-Stadtwald.) Die Verwendung eines Stahles oder Gußeisens zur Herstellung von Gegenständen mit verringerter Rostneigung in Wasser, Seewasser oder feuchtem Erdreich.

Sowohl der Flußstahl als auch das Gußeisen haben neben den Gehalten an Kohlenstoff, Mangan, Silizium, Phosphor und Schwefel in den üblichen Grenzen einen Kupfergehalt bis zu 1%. Während der Stahl ferner 0,05 bis 0,25% Al und 0,1 bis 5% Mg enthält, wobei diese Elemente einzeln oder gemeinsam verwendet werden, Rest Eisen, enthält das Gußeisen 0,2 bis 0,5% Ni, 0,05 bis 1,5% Al und 0,1 bis 5% Mg, und diese Elemente werden einzeln oder zu mehreren verwendet, der Rest ist Eisen.

Kl. 40 b, Gr. 17, Nr. 659 534, vom 9. Juli 1931; ausgegeben am 5. Mai 1938. Siemens & Halske, A.-G., in Berlin-Siemensstadt. (Erfinder: Emil Bürow in Berlin-Siemensstadt.) Schneidwerkzeuge aus einer Hartlegierung mit besonders großer Zähigkeit.

Besonders für die Bearbeitung von Siemens-Martin-Stahl werden die Hartlegierungen durch Sintern von pulverförmigen Ausgangsstoffen hergestellt, die als überwiegenden Bestandteil ein oder mehrere Karbide, z. B. von Wolfram, Titan, Tantal, Vanadin, Molybdän, Uran, außerdem ein Metall der Eisengruppe (Eisen, Nickel, Kobalt) und ferner 0,1 bis 2% elementares, vorzugsweise im Vakuum geschmolzenes Silizium enthalten.

**Kl. 7 a, Gr. 27<sub>01</sub>, Nr. 659 540**, vom 6. Mai 1936; ausgegeben am 5. Mai 1938. Zusatz zum Patent 645 168 [vgl. Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 1262]. Schloemann, A.-G., in Düsseldorf. (Erfinder: Karl-Otto Frielinghaus in Aachen.)

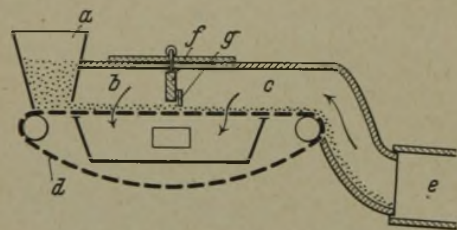


Waltztisch mit in entgegengesetzten Richtungen fördernden Laufbahnen.

Die endlosen Förderbänder oder Kettenzüge a, b können um ihre gleichgerichtet zur Laufrichtung des Walzgutes verlaufenden Längsachsen c hin- und hergeschwenkt werden, wodurch das eine Trumm des Kettenzuges unter gleichzeitiger Aufnahme des Walzgutes über das andere Trumm angehoben wird. Die Schwenkbewegung der Kettenzüge wird von der He- und Senkbewegung der Walztische dadurch abgeleitet, daß die Träger der Kettenradachsen mit ihren freien Enden in ortsfesten Kurvenbahnen d geführt werden.

Die endlosen Förderbänder oder Kettenzüge a, b können um ihre gleichgerichtet zur Laufrichtung des Walzgutes verlaufenden Längsachsen c hin- und hergeschwenkt werden, wodurch das eine Trumm des Kettenzuges unter gleichzeitiger Aufnahme des Walzgutes über das andere Trumm angehoben wird. Die Schwenkbewegung der Kettenzüge wird von der He- und Senkbewegung der Walztische dadurch abgeleitet, daß die Träger der Kettenradachsen mit ihren freien Enden in ortsfesten Kurvenbahnen d geführt werden.

**Kl. 18 a, Gr. 18<sub>05</sub>, Nr. 659 585**, vom 8. April 1936; ausgegeben am 7. Mai 1938. G. Polysius, A.-G., in Dessau. Anlage zur unmittelbaren Gewinnung von Eisen.



Das Einsatzgut aus Erz, Reduktionsmitteln und Zuschlägen gelangt durch den Trichter a auf eine gasdurchlässige, durch die Trockenkammer b und Röstkammer c hindurchgehende Fördervorrichtung d, durch die die Abgase des Drehrohrofens e hindurchgesaugt werden. Die in Richtung der Fördervorrichtung d bewegliche Trennwand f, deren unterer Teil einen in der Höhe verstellbaren Schieber g hat, kann so gestellt werden, daß der Trockenraum etwa 30 bis 55% der Grundfläche der Kammern b, c beträgt.

Das Einsatzgut aus Erz, Reduktionsmitteln und Zuschlägen gelangt durch den Trichter a auf eine gasdurchlässige, durch die Trockenkammer b und Röstkammer c hindurchgehende Fördervorrichtung d, durch die die Abgase des Drehrohrofens e hindurchgesaugt werden. Die in Richtung der Fördervorrichtung d bewegliche Trennwand f, deren unterer Teil einen in der Höhe verstellbaren Schieber g hat, kann so gestellt werden, daß der Trockenraum etwa 30 bis 55% der Grundfläche der Kammern b, c beträgt.

**Kl. 18 b, Gr. 10, Nr. 659 711**, vom 13. Juli 1932; ausgegeben am 12. Mai 1938. Zusatz zum Patent 648 450 [vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 126]. Société d'Electrochimie, d'Electrometallurgie et des Acieries Electriques d'Ugine in Paris. Verfahren zum Wiedernutzbarmachen der bei der Herstellung von sauerstoffarmem Stahl anfallenden, mit Oxyden angereicherten Schlacke.

Die Schlacke wird durch heftiges Aufgießen in dickem Strahl auf eine Schicht von gepulverten festen Reduktionsmitteln oder durch Eingießen in ein Bad von geschmolzenen Reduktionsmitteln mit solcher Stärke auf das Reduktionsmittel zum Einwirken gebracht, daß die Schlacke ohne äußere Wärmezufuhr schlagartig aufgearbeitet wird.

**Kl. 80 b, Gr. 12<sub>01</sub>, Nr. 659 722**, vom 28. Juli 1931; ausgegeben am 10. Mai 1938. Kohle- und Eisenforschung, G. m. b. H., in Düsseldorf. (Erfinder: Dr. Fritz Hartmann in Dortmund-Hörde.) Verfahren zur Unterbindung oder Herabsetzung des bei höheren Temperaturen in Berührung mit besonders eisenoxydhaltigen kohlenstofffreien feuerfesten Steinen eintretenden Zerfalls von kohlenoxydhaltigen Gasen.

Der Zerfall dieser Gase, wie Kohlenmonoxyd, Methan, höhere Homologe des Methans u. dgl., wird verhindert durch Behandeln der feuerfesten Steine oder Massen mit beliebigen Mengen von Stoffen, die den zersetzenden Eigenschaften des Eisenoxyds od. dgl. entgegenwirken, wie Borsäure und organische Borsäuresalze, Blei, Nickel, Chrom, Magnesium, Mangan, Aluminium, Arsen, Zink, Kadmium als Metalle, Oxyde oder anorganische oder organische Verbindung und Alkali- und Ammoniumphosphate einzeln oder in beliebiger Vereinigung miteinander in Mengen unter 1%.

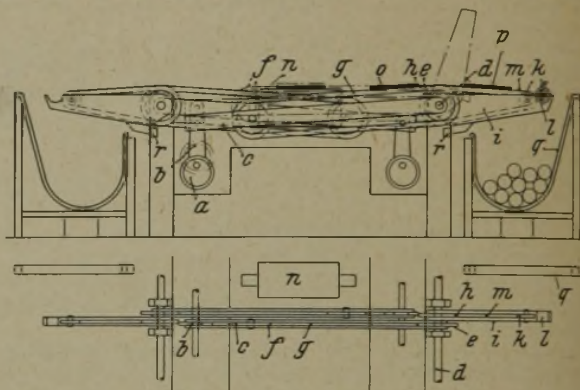
**Kl. 49 h, Gr. 34<sub>02</sub>, Nr. 659 750**, vom 7. September 1934; ausgegeben am 9. Mai 1938. Amerikanische Priorität vom 6. September 1933. The Oxweld Railroad Service Company in Chicago, Ill. (V. St. A.). Verfahren zum Auffrischen ausgeschlagener Schienenstöße.

Eine beim Erstarren aus dem flüssigen Zustande von selbst härtende Stahlegierung wird, an der umgekehrt gebliebenen Schienenfahrfläche beginnend, nach dem Schienenende zu zunächst nur auf den größeren Teil und darauf auf den übrigen Teil

der ausgeschlagenen Schienenfahrfläche am Schienenende erst dann aufgetragen, wenn sich die durch die erste Teilschweißung aufgetragene Schicht auf natürlichem Wege mindestens auf Dunkelrothitze abgekühlt hat.

**Kl. 7 a, Gr. 27<sub>01</sub>, Nr. 659 822**, vom 4. Februar 1936; ausgegeben am 12. Mai 1938. Fried. Krupp Grusonwerk, A.-G., in Magdeburg-Buckau. Rollgang mit auf seinen beiden Seiten angeordneten Sammelaschen für das auf dem Rollgang ankommende Walzgut.

Hebt das Exzenter a die Stütze b, so hebt sich der Tragarm c, dessen eines Ende um die Welle d schwenkbar ist; er trägt dort das Kettenrad e, in der Nähe seines anderen Endes das Kettenrad f, und die Schleppe g umläuft beide Räder. Neben Rad e sitzt auf der Welle d undrehbar noch ein Kettenrad h, außerdem drehbar der Arm i, der an seinem Ende das Kettenrad k und eine Mulde l zum Bündeln des Walzgutes trägt. Kette m umspannt



die Räder h und k. Beim Anheben des Armes c hebt die Kette g das Walzgut vom Rollgang n ab und fördert es seitlich, zuerst in die Lage o, dann wird er stillgesetzt und erst wieder in Gang gebracht, wenn eine neue Walzgutgruppe vom Rollgang abgezogen wird; hierbei bewegt sich die zuerst abgezogene Gruppe in die Lage p, worauf der Arm c wieder gesenkt wird und das Walzgut in der Mulde l gebündelt und danach in die Sammeltasche q geworfen werden kann. Beim Ausheben der Bündel aus der Tasche q durch einen Kran wird Arm i durch die Bündel nach oben um die Welle d geschwenkt und fällt danach in seine Arbeitsstellung zurück, wo er gegen den Anschlag r anliegt. Auf der anderen Seite des Rollganges ist die gleiche, unabhängig von der anderen arbeitende Einrichtung angeordnet.

**Kl. 18 d, Gr. 2<sub>20</sub>, Nr. 659 831**, vom 21. Juni 1935; ausgegeben am 11. Mai 1938. Deutsche Edelstahlwerke, A.-G., in Krefeld. Baustahl mit hoher Festigkeit und Streckgrenze und gleichzeitig hoher Dehnung.

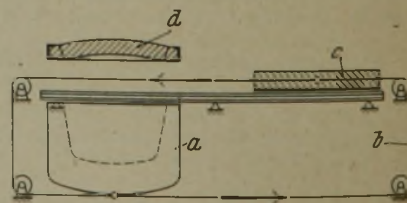
Der Stahl enthält bis 1% C, über 20 bis zu 50 % Co, 15 bis 30% Cr, Rest Eisen mit den üblichen Gehalten an Mangan, Silizium, Schwefel und Phosphor.

**Kl. 18 c, Gr. 8<sub>53</sub>, Nr. 659 885**, vom 29. November 1935; ausgegeben am 16. Mai 1938. Deutsche Edelstahlwerke, A.-G., in Krefeld. (Erfinder: Dipl.-Ing. Wilhelm Zumbusch in Krefeld.) Verfahren zur Erhöhung der Remanenz und des Kurvenfüllfaktors von aus zerkleinertem, härtebarem Stahlwerkstoff zusammengepreßten Dauermagneten.

Der Ausgangswerkstoff wird vor seiner Zerkleinerung durch Eintauchen in wässrige Lösungen, Wasser, Kältemischungen od. dgl., von Temperaturen schroff abgeschreckt, die in Abhängigkeit von der Zusammensetzung zu wählen sind und zwischen 875 und 975° liegen, sowie gegebenenfalls bei Temperaturen von 100 bis 200° angelassen.

**Kl. 31 a, Gr. 2<sub>40</sub>, Nr. 660 043**, vom 14. Juli 1936; ausgegeben am 14. Mai 1938. Stahlwerke Röchling-Buderus, A.-G., in Wetzlar. (Erfinder: Dipl.-Ing. Heinz Stallmann in Wetzlar.) Verschiebbarer Lichtbogenofen mit abnehmbarem Deckel.

Das Schmelzgefäß a wird durch eine über Rollen laufende Kette b mit der wärme-schützenden Unterlage c so gekuppelt, daß, wenn das Gefäß a ausgefahren wird, die Unterlage sich unter den Deckel d legt und ihn vor Abkühlen schützt.





# Statistisches.

Die Roheisenerzeugung des Deutschen Reiches im Juli 1938<sup>1)</sup>. — In Tonnen zu 1000 kg.

Bezirke	Hämatit-eisen	Gießerei-roheisen	Bessemer-Roheisen (saures Verfahren)	Thomas-Roheisen (basisches Verfahren)	Stahleisen, Spiegel-eisen, Ferro-mangan und Ferro-silizium	Puddel-roheisen (ohne Spiegel-eisen) und sonstiges Eisen	Insgesamt	
							Juli 1938	Juni 1938
Juli 1938: 31 Arbeitstage, Juni 1938: 30 Arbeitstage								
Rheinland-Westfalen . . . . .	60 344	46 864	—	766 993	264 002	25 732	1 133 931	1 095 213
Sieg-, Lahn-, Dillgebiet und Oberhessen . . . . .								
Schlesien . . . . .	14 361	—	—	89 171	—	—	146 040	142 801
Nord-, Ost- und Mittelddeutschland . . . . .								
Süddeutschland . . . . .	—	36 578	—	—	96 537	—	29 390	26 869
Saarland . . . . .	—	—	—	193 869	—	—	210 884	192 912
Ostmark <sup>2)</sup> . . . . .	—	—	—	—	—	—	52 469	46 504
Insgesamt: Juli 1938	74 605	83 442	—	1 050 033	386 261	31 079	1 625 420	—
Insgesamt: Juni 1938	67 714	78 944	—	1 013 720	372 019	22 629	—	1 555 026
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung							52 433	51 834
Januar bis Juli 1938 <sup>2)</sup> : 212 Arbeitstage, 1937: 213 Arbeitstage								
							Januar bis Juli 1938 <sup>2)</sup>	1937
Rheinland-Westfalen . . . . .	346 580	298 642	—	5 105 503	1 745 286	161 281	7 460 358	6 372 312
Sieg-, Lahn-, Dillgebiet und Oberhessen . . . . .								
Schlesien . . . . .	107 579	—	—	633 542	—	—	1 011 976	966 107
Nord-, Ost- und Mittelddeutschland . . . . .								
Süddeutschland . . . . .	—	321 851	—	—	539 282	—	208 359	181 931
Saarland . . . . .	—	—	—	1 240 862	—	—	1 351 326	1 238 490
Ostmark <sup>2)</sup> . . . . .	—	—	—	—	—	—	205 081	—
Insgesamt: Januar Juli 1938 <sup>2)</sup>	454 159	530 493	—	6 969 907	2 445 849	191 552	10 581 960	—
Insgesamt: Januar/ Juli 1937	444 235	575 915	—	6 047 644	1 830 731	157 143	—	9 055 668
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung							49 915	42 715

Stand der Hochöfen im Deutschen Reiche<sup>1)</sup>. — Im Juli 1938 waren 176 (Juni 1938: 176) Hochöfen vorhanden<sup>2)</sup>. In Betrieb befanden sich 142 (139), gedämpft waren 2 (3), zum Anblasen standen fertig 7 (8), in Ausbesserung oder Neuzustellung befanden sich 13 (16) und still lagen 12 (10).

<sup>1)</sup> Nach den Ermittlungen der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie. — <sup>2)</sup> Ab 15. März 1938 einschließlich Ostmark.

## Die Eisen- und Stahlgewinnung in der Ostmark im ersten Halbjahr 1938.

Die Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie, Berlin, veröffentlicht erstmals die Ergebnisse ihrer Erhebungen bei den ostmärkischen Werken der Eisen schaffenden Industrie für das erste Halbjahr 1938.

Es betrug die monatliche Gewinnung in mt:

1938	Roheisen	Rohstahl	Walzwerksfertigerzeugnisse einschließlich Halbwerg zum Absatz bestimmt
Januar . . . . .	32 068	35 624	28 532
Februar . . . . .	32 426	35 577	27 071
März . . . . .	36 907	40 165	32 285
April . . . . .	37 887	52 791	41 694
Mai . . . . .	49 767	67 132	45 666
Juni . . . . .	46 504	59 115	40 695
1. Halbjahr insgesamt	235 559	290 404	215 943

Seit der Eingliederung der Ostmark in das Altreich hat sich die Erzeugung an Eisen und Stahl außerordentlich stark gehoben. Im Durchschnitt der Monate Mai und Juni war im Vergleich zum Durchschnitt der Monate Januar und Februar dieses Jahres eine Erhöhung bei Roheisen um rd. 50%, bei Rohstahl um etwa 75% und bei Walzwerkserzeugnissen um rd. 55% zu beobachten.

## Die Weltgewinnung an Rohstahl und Roheisen im ersten Halbjahr 1938.

In der Rohstahlerzeugung haben nur wenige Länder ihre Leistungen gegenüber der gleichen Zeit des Jahres 1937 erhöht. Deutschland (ohne Ostmark) hat seine Rohstahlgewinnung um 1,5 Mill. t gesteigert. Rußland hat eine Mehrerzeugung von 500 000 t gemeldet. Weitere Erhöhungen, wenn auch ganz geringen Umfangs, weisen Italien, Polen, Spanien sowie Britisch-Indien auf.

Eine erhebliche Mindererzeugung ist zu verzeichnen in folgenden Ländern: Belgien in Höhe von 800 000 t, Frankreich 700 000 t, Luxemburg 640 000 t, England 440 000 t, Tschechoslowakei 110 000 t, Schweden 100 000 t. Die gesamteuropäische Rohstahlerzeugung steht in Höhe von 36,2 Mill. t um 600 000 t hinter derjenigen des ersten Halbjahres 1937 zurück.

Die außereuropäischen Länder verzeichnen mit 15,6 gegen 34,7 Mill. t einen Erzeugungsausfall von nicht weniger als 19 Mill. t. Der Hauptteil hiervon entfällt auf die Vereinigten Staaten von Nordamerika, bei denen 18,6 Mill. t Mindererzeugung zu beobachten sind. Insgesamt betrachtet weist die Rohstahlerzeugung der Welt gegen 71,4 Mill. t im ersten Halbjahr 1937 einen Rückgang der Rohstahlgewinnung um fast 20 Mill. t oder fast drei Zehntel der Vorjahrsmenge auf. Deutschland gleich-

(Nach Berechnungen der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie in Berlin.) Mengen in 1000 mt.

	Rohstahl 1. Halbjahr		Roheisen 1. Halbjahr	
	1937	1938	1937	1938
Europa . . . . .	36 763	36 161	28 603	28 269
Deutsches Zollgebiet . . . . .	9 562	11 316	7 710	9 040
Ostmark . . . . .	310	—	153	—
Frankreich . . . . .	3 933	3 230	3 819	3 178
Großbritannien . . . . .	6 569	6 125	4 075	4 069
Belgien . . . . .	1 871	1 087	1 860	1 203
Luxemburg . . . . .	1 324	682	1 306	716
Tschechoslowakei . . . . .	1 105	993	806	698
Polen . . . . .	677	718	339	430
Rußland . . . . .	8 750	9 250	7 098	7 291
Italien . . . . .	1 073	1 128	371	409
Schweden . . . . .	548	453	319	348
Spanien . . . . .	1 320	1 169	1 156	1 156
Ungarn . . . . .	2 300	2 300	173	1 177
Uebrigte Länder . . . . .	2 721	2 710	2 582	2 534
Außereuropa . . . . .	34 681	15 617	23 791	11 427
Ver. Staaten von Nordamerika . . . . .	29 811	11 215	20 422	8 118
Kanada . . . . .	729	1 615	464	411
Japan . . . . .	2 991	2 000	1 611	2 1 800
Britisch-Indien . . . . .	470	481	827	874
Uebrigte Länder . . . . .	2 681	2 306	2 467	2 224
Weltgewinnung . . . . .	71 444	51 778	52 394	39 696

<sup>1)</sup> Teilweise geschätzt. — <sup>2)</sup> Ganz geschätzt.

falls gut ab, ohne die Ostmark hat es seine Roheisengewinnung um 1,1 Mill. t erhöhen können. Die Ostmark selbst hat die Gewinnung von 153 000 t auf 236 000 t gesteigert. Die von Rußland gemeldete Erhöhung erreicht knapp 200 000 t. Außerdem weisen höhere Erzeugungszahlen auf Polen, Italien, Schweden, Spanien sowie Britisch-Indien. Die englische Roheisengewinnung hat sich knapp gehalten. Sonst ist die Erzeugung in europäischen Ländern allgemein rückläufig gewesen. Der Ausfall betrug bei Frankreich 640 000 t, bei Belgien 660 000 t, Luxemburg fast 600 000 t, der Tschechoslowakei fast 110 000 t. Die gesamteuropäische Roheisengewinnung bleibt mit rd. 28,3 Mill. t im ersten Halbjahr 1938 nur um etwa 330 000 t gegenüber der gleichen Zeit des Vorjahres zurück.

Viel größer sind auch bei Roheisen die Erzeugungsausfälle in Außereuropa, namentlich in den Vereinigten Staaten. Dort macht der Erzeugungsrückgang an Roheisen über 12,3 Mill. t aus. Die übrigen großen außereuropäischen Länder, wie Japan und Kanada, lassen keine großen Aenderungen erkennen. Die Welterzeugung an Roheisen mit knapp 40 Mill. t steht im ersten Halbjahr 1938 um 12,7 Mill. t hinter der vorjährigen Erzeugung zurück.

Luxemburgs Bergbau und Eisenindustrie im Jahre 1937.

Die Eisenerzförderung des Landes hat sich nach dem Bericht der luxemburgischen Grubenverwaltung im Jahre 1937 günstig weiterentwickelt. Die Förderung stieg auf 7 766 254 t gegenüber 4 895 992 t im Jahre 1936, mithin um 2 870 262 t oder 58 % (s. Zahlentafel 1). Die Förderzunahme beruht auf der großen Nachfrage sowohl der inländischen Industrie als auch des Auslandes. Die Ausfuhr hat sich gegenüber dem Vorjahr verdoppelt (s. Zahlentafel 2). Belgien, Deutschland einschließlich der Saar und auch Frankreich kauften sehr ansehnliche Mengen. Belgien blieb wie bisher der beste Abnehmer. Der Versand nach Deutschland hat gegenüber dem Vorjahr um 183 % zugenommen, der nach Belgien um 35,7 % und der nach Frankreich um 254 %. In Förderung waren 67 (1936: 49) Gruben, davon 20 (20) im Untertagebau, 38 (24) im Tagebau und 9 (8) im gemischten Betrieb. Der Arbeitermangel machte sich auch im Berichtsjahr stark fühlbar und bereitete manchen Gruben große Schwierigkeiten. Durchschnittlich wurden 4593 Arbeiter beschäftigt gegenüber 3197 im Vorjahre. Die arbeitstägliche Förderung hob sich sehr stark von 16 710 t auf 25 379 t. Die Erzvorräte gingen zurück von 830 772 t im Jahre 1936 auf 675 251 t im Berichtsjahre. Der Wert der Förderung hat beträchtlich zugenommen von rd. 87 Mill. Fr im Jahre 1936 auf rd. 151 Mill. Fr im Berichtsjahr. Der Durchschnittswert je t stieg von 17,98 Fr im Vorjahre auf 19,39 Fr im Berichtsjahre. In der Eisenindustrie hielt die im Jahre 1936 eingetretene Belegung an. Die Zahl der Hochöfen im Betrieb, die zu Anfang des Jahres 23 betragen hatte, erhöhte sich allmählich bis um die Mitte des Jahres auf 26, ging dann allerdings bis zum Schluß

Table with 5 columns: Year, Halbzeug (Knüppel), Formstahl (Träger), Stabstahl, Bandstahl. Rows include 1. Halbjahr 1914, Jahr 1929, and months from December 1931 to December 1937.

Der Durchschnittswert je t erzeugten Roheisens stieg im Berichtsjahr auf 395,19 Fr gegenüber 272,92 Fr im Vorjahre und

Zahlentafel 1. Luxemburgs Eisenerzförderung im Jahre 1937.

Table showing Erzbecken (Rümelingen, Petingen, Esch, Zusammen) with columns for Förderung (a, b, zusammen), Mittlerer Eisengehalt (a, b), Phosphorgehalt (a, b), and Preis des Erzes (a, b).

Zahlentafel 2. Luxemburgs Eigenverbrauch sowie Ein- und Ausfuhr von Eisenerzen im Jahre 1937.

Table showing Erzbecken (Rümelingen, Petingen, Esch, Zusammen) with columns for In Luxemburg verkauft oder verbraucht, Ausfuhr nach (dem Saargebiet, dem übrigen Deutschen Reich, Frankreich, Belgien, zusammen), and Aus Frankreich eingeführt.

Zahlentafel 3. Luxemburgs Eisenindustrie im Jahre 1937.

Large table with 4 main sections: a) Hochöfen, b) Stahlwerke, c) Walzwerke, d) Gießereien. Each section shows production and consumption data for 1936 and 1937.

des Jahres erneut auf 24 zurück. Die Roheisenerzeugung stieg gegenüber dem Vorjahr um 26,2 %; die Flußstahlerzeugung verzeichnete eine Zunahme um 26,7 % und blieb nur noch um 7 % hinter der Höchsterzeugung des Jahres 1929 mit 2 692 695 t zurück (s. Zahlentafel 3). Im ersten Halbjahr war bei der Ausfuhr eine beständige Aufwärtsbewegung festzustellen, die eine Erhöhung der Preise möglich machte. Die Belegung hielt jedoch nicht an, und im letzten Vierteljahr war der Auftragsseingang schlecht. Der Rückgang der amerikanischen Eisenerzeugung von 94 % der Leistungsfähigkeit im April auf 20 % im Dezember blieb nicht ohne Wirkung auf die anderen eisenerzeugenden Länder. Die Verkaufspreise änderten sich im Laufe des Berichtsjahres nicht. Die Ausfuhrpreise für Handelsstabstahl hob Antwerpen bewegten sich für einige Monate auf der Höhe der Vorkriegspreise, sie unterlagen im übrigen im Laufe des Jahres starken Schwankungen; der Durchschnittspreis hob sich auf ungefähr 5,7.- Goldpfund. Die Durchschnittsverkaufspreise in Goldfranken hob Antwerpen je t für 1000 kg stellten sich wie folgt:

530,74 Fr im Jahre 1929. Für Thomasstahl wurden im Berichtsjahr 499,16 Fr erzielt gegenüber 329,18 Fr im Jahre 1935 und 630,70 Fr im Jahre 1929.

Luxemburgs Roheisen- und Stahlerzeugung im Juli 1938.

Table showing Roheisenerzeugung and Flußstahlerzeugung for 1938, broken down by month and method (Thomas, Gießerei, Puddel, Elektro).

**Erzeugung von Rohstahl- und Gießereierzeugnissen im Juli 1938.**

	Dezember 1937 = 100 %						Anstieg im Vergleich zu Dezember 1937	Juli 1938 und Vergleich 1937 = 100 %						Erzeugung im Vergleich zu Juli 1937
	Roheisen	Stahl	Gießereierzeugnisse	sonstige Erzeugnisse	sonstige Erzeugnisse	sonstige Erzeugnisse		Roheisen	Stahl	Gießereierzeugnisse	sonstige Erzeugnisse	sonstige Erzeugnisse	sonstige Erzeugnisse	
Juli 1938	130	125	125	125	125	125	130	125	125	125	125	125	125	
Dezember 1937	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Januar 1938	140	135	135	135	135	135	140	135	135	135	135	135	135	
Februar 1938	145	140	140	140	140	140	145	140	140	140	140	140	140	
März 1938	150	145	145	145	145	145	150	145	145	145	145	145	145	
April 1938	155	150	150	150	150	150	155	150	150	150	150	150	150	
Mai 1938	160	155	155	155	155	155	160	155	155	155	155	155	155	
Juni 1938	165	160	160	160	160	160	165	160	160	160	160	160	160	
Juli 1937	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

## Wirtschaftliche Rundschau.

### Die Eingliederung der westdeutschen Schwertverzeugung in die Eisenerzeugung.

In der grundsätzlichen Vereinbarung vom 12. August 1934, die die Beendigung von Eisen und Stahl beschränkt<sup>1)</sup>, war vornehmlich auch die Begleitung und Überwachung des Verkehrs mit Eisen, Stahl- und Stahlfabrikaten, z. B. Schwert, Bruch und System, vorgesehen. Wie schwierig aber die Durchführung dieser Absicht war, erhellt schon daraus, daß erst zwei Jahre später die nötigen Anordnungen erlassen werden konnten. Am 6. Juli 1936 erfolgte durch Verordnung 12 die Begleitung des Schwertverkehrs<sup>2)</sup>. Sie setzte die Verengungsgründe für den Verkehr mit dem Osten durch die Begrenzung eines westlichen und östlichen Einzelhandels fest, während die Lagerhaltung der wichtigsten Schwertarten für Einfuhrländer und Händler vor und nach dem Ausbruch der sogenannten Gegenstände. Mit dieser Verordnung war ein wichtiger Schritt in die Regelung des Schwertverkehrs getan. Vor allem mußte die seit der Beendigung des Kriegs aufgehobene und nun wieder eingeführte strikte Trennung der beiden Einzelhandels- und -veräußerungsarten der Verengung der westlichen und östlichen deutschen Eisenerzeugungsmittelindustrie und die Befestigung der Preise bringen. Damit waren aber die größten Schwierigkeiten nicht beseitigt. Diese lagen in wesentlichen in westlichen Gebieten, die im Gegensatz zum Osten mit Kriegswirtschaft keine geschlossene Organisation der Verarbeiter und keine der Verengung aller westlichen Werke einwirkende Beziehungen zwischen diesen und dem Handel kannte. Insbesondere bestand bei den Feilen dieser Organisation in Westen die Gefahr, daß bei dem knappen Nachkommen an Schwert-Produkten Preisverengungen eintraten und einzelne Werke zum Betrieb der gesamten Schwertverzeugung große Schwertverträge „kannstern“. Diese für die westliche Industriegebiet schon seit Jahren bestehenden Teile in der Schwertverzeugung sollte die Verordnung 18 vom 16. November 1937<sup>3)</sup> beseitigen. Sie wählte ein Mittel als unmöglich erachtete Förderung des Schwertverkehrs vor und setzte gleichzeitig Schwertverkaufspreise für die westliche Einzel- und Verengungsgründe fest. Mit dieser Verordnung 18 war aber auch nicht der Schlüssel zum Einbruch der Schwertverzeugung in die Eisenerzeugung gesetzt. Dieser Mühe die im Dezember 1937 gegenseitige Vereinbarung der westdeutschen Schwertverarbeiter<sup>4)</sup>, die seit dem 1. Februar 1938 die Schwertverzeugung der westlichen Werke einschließlich der Saarwehre betrifft.

Die von großer Begleitung der deutschen Schwertverzeugung hat die Schwertverzeugung weitgehend in Westen ein ganz neues Bild gegeben. Der Osten ist weniger davon betroffen worden, weil er über die jahrzehntelange Organisation verfügt. Die westliche Eisenerzeugung ist bekanntlich zu ein besonderer Grad einer Zusammenfassung der Schwertverarbeiter gewesen. Dazu hat schon zweimal eine solche bestanden. Die erste wurde auf Wunsch der Kriegserziehungsleitung im Dezember 1916 gegründet, sie bestand aus einer Anzahl starker Feilen, diese nach dem Krieg aber lediglich statistischen Zwecken. Die zweite war die sogenannte Schwertgemeinschaft in Dortmund. Beide Organisationen hatten zu dem Gefüge des Schwertverkehrs keine Änderungen geschaffen. Es ließ bei dem Preisverfall zwischen Verker und Händlern einseitig und im Handel untereinander einseitig, wobei es den Verarbeitern mit in letzter Absicht gelang, die häufig nicht aus von selbstwirtschaftlicher Gründe herbeigeführte Übergewinn der Händler auszugleichen. Die Verordnung 18 bringt dazu für den Westen durch die Besetzung von Schwertverkaufspreisen und die Gleichung des Schwertverkehrs eine grundsätzliche Änderung. Es bedarf wohl keiner besonderen Begründung, daß eine Vereinbarung

dieser Art die westliche Verengung, wie es trotz der entsprechenden Vereinbarungen im Krieg möglich war, in national-statistischer Hinsicht über keinen Unsicherheiten gelichtet werden. Sie können auch durch die Bestehen der jetzt vorhandenen Organisationen nicht mehr vollkommen. Der Preisverfall und die Begleitung der Werke gewissermaßen hat als möglich aufgehört. Eine wichtige Bestimmung dieser Schwertverkaufspreise Mühe, die von eingeführten Feilenverengungen. Nach auch dem Krieg konnte man vor die damals noch unstrittige „Freiheitskass Eisen“. Sowohl die Händler von Schwert wie die Händler, aber auch eine Reihe von Verarbeitern haben sich oft gegen die Beschränkung auf „Freiheitskass Eisen“ gewandt. Innerhalb der Verarbeiterschaft sollte man bei der Schaffung der Kriegsgesellschaft einen Bezug, indem man einen einzigen Verarbeiter einen Feilenverengung gab, die aber in mindestens Verengungen aufgehoben und schließlich mehr gefühllos begünstigt wurde. Später wurde dann von der Feilenverengung Eisen angefangen die Schwert frei Werk verkauft. Eine Festsetzung der Höchstpreise frei Werk war natürlich bei der Verengung der Schwertverzeugung nicht möglich. Deshalb hat die Bestimmung der Feilenverengungen die größte Schwierigkeit vor allem in der Hinsicht der Preise für die einzelnen Schwertarten und Verengungsgründe. Nur vor die früheren Kämpfe um die „Freiheitskass Eisen“ angesehen hat, kann erlassen, wobei Sonne von Teilzeit und Kleinarbeit aufgehoben werden mußte, um die jetzige Begleitung zu schaffen. Es muß aber auch gleichmäßig vorgehen, mit wieweit wirtschaftlichen Verständnis die jetzigen Feilenverengungen hergeleitet werden und. Man hat nunmehr einen Verengungsgründe der westlichen Industrie gegeben, die jede den besonderen Feilenverengung hat. Durch die Trennung zwischen Schwert- und Verengungsgründe so viele Feilenverengungen entstanden. Diese Verengung bedeutet aber keine Erleichterung gegenüber dem früheren Zustand, sie bringt vielmehr einseitig über, für jeden verständliche Verhältnisse und trägt mit dem bei, jede Ungleichung der Höchstpreise zu verhindern.

Ähnliche Wirkung hat die Festlegung der verschiedenen Schwertverarbeiter aus. Die Kriegsgesellschaft konnte auch über 75 Serien. Die Verordnung 18 hat die einzelnen Feilen bestimmten Schwertarten in 10 Gruppen zusammengefaßt. Es ist offensichtlich, daß durch die Einschränkung der Serienzahl dem Feilen behielten Spiel des Verarbeiters eine unüberwindliche Seite in eine höher bewährte Einzel geben wird.

Eine weitere Beseitigung der Verhältnisse auf dem Schwertmarkt bringt die durch die Verordnung 18 herbeigeführte Förderung des westlichen Schwertverkehrs. Wenn sich auch früher in der Praxis eine Lösung zwischen Groß- und Kleinhändler angebahnt hatte, so waren die Grenzen doch sehr fließend. Jetzt sind in Verbindung mit den Höchstpreisen zwei Gruppen gebildet worden, für welche die Preise und damit auch die Verengungsgründe hergeleitet sind. Die erste Gruppe umfaßt den Verengungsgründe, dessen einzelne Feilen mit der Verengung der Verarbeiter einen Vertrag abgeschlossen haben und die dadurch auch Vertragspartner genannt werden. Nur diese Händler sind berechtigt, unmittelbar an die eisenerzeugungsmittel der Werke zu verkaufen. Die Zahl dieser Vertragspartner beträgt gegenwärtig 28. Alle übrigen Schwertverarbeiter gehören zur zweiten Gruppe: dem Einzelhandelsverengungsgründe. Die Einzelhandelsverengungsgründe verhalten sich, bei den Feilenverengungen einseitig. Schwert über Reichswehr in Mengen unter 10 t und einseitigen Schwert in Mengen unter 20 t zu kaufen, dem Einzelhandelsverengungsgründe aber ist der unmittelbare Verkauf an die Verarbeiter verboten. Die Preisangaben sind demnach geregelt, daß der Einzelhandelsverengungsgründe einen Verdienst von 1,80 % p. t. der Verengungsgründe von 1,20 % wenn er den Schwert vom Feilenver-

<sup>1)</sup> Vgl. Stahl u. Eisen 34 (1934) S. 490/91.

<sup>2)</sup> Stahl u. Eisen 36 (1936) S. 439.

<sup>3)</sup> Stahl u. Eisen 36 (1936) S. 146/47.

<sup>4)</sup> Stahl u. Eisen 37 (1937) S. 167/68.

<sup>5)</sup> Vgl. Stahl u. Eisen 37 (1937) S. 167/68.

<sup>6)</sup> Vgl. Stahl u. Eisen 37 (1937) S. 167/68.

<sup>7)</sup> Vgl. Stahl u. Eisen 37 (1937) S. 167/68.

handel bezieht, und von 2,50 *R.M.* je t, falls er den Schrott von den Entfallstellen kauft. Mit dieser Bestimmung ist aber die Verdienstmöglichkeit des Handels nicht erschöpft. Es sind ihm vielmehr bei günstigem Einkauf höhere Verdienstmöglichkeiten durchaus gegeben.

In den Rahmen der Verordnung 18 spielt sich nun die Tätigkeit der Vereinigung der westdeutschen Schrottverbraucher ab. Sie fordert zunächst allmonatlich von ihren Mitgliedern den Bedarf an Zukaufsschrott an und teilt dann auf Grund der bei ihr eingehenden Angebote der Vertragshändler und der amtlich festgesetzten Verbrauchsquote den einzelnen Verbrauchern den Schrott zu. Die Zuteilung beschränkt sich nicht auf den Inlandsschrott, sondern die Tätigkeit der Vereinigung erstreckt sich darüber hinaus auch auf den im Ausland auf Grund internationaler Vereinbarung eingekauften Schrott. Ein Einkauf von Schrott durch die Vereinigung erfolgt nicht, der Kaufabschluß über eine jede durch die Vereinigung erteilte Zuweisung geschieht vielmehr zwischen dem verbrauchenden Werk und dem Vertragshändler. Auch die Bezahlung der Lieferungen wird unmittelbar vom Werk an den Händler vorgenommen. Außerdem wird bei der Zuteilung Rücksicht darauf genommen, in welchem Umfang ein Vertragshändler bisher schon an ein bestimmtes Werk geliefert hat. Es wird somit erreicht, daß alte geschäftliche Beziehungen zwischen Handel und Verbrauch erhalten bleiben können.

Die Ordnung der Schrottwirtschaft im Westen hat auch noch einige erfreuliche Auswirkungen gehabt, die nicht in unmittelbarer Verbindung mit der Schrottversorgung stehen. Da ist zu-

nächst zu nennen die Klärung des Verhältnisses zwischen dem Westen und dem Osten. Die schon erwähnte Trennung der Entfallgebiete hat viele Reibungsflächen beseitigt. Darüber hinaus hat sich aus dem früher oft gespannten Verhältnis ein freundschaftliches entwickelt, das seinen wirkungsvollen Ausdruck in einer Anzahl von Abkommen findet. Eine andere noch begrüßenswertere Auswirkung bedeutet die zwischen den Verbrauchern und dem Vertragshandel getroffene Vereinbarung, einen von Vertretern beider Gruppen bestehenden Ausschuß zu bilden, der die gemeinsamen Belange betreuen soll. Mit der Schaffung dieses Ausschusses ist vor allem ein wichtiger Schritt für ein vertrauensvolles Zusammenarbeiten zwischen Werkshandel und sogenanntem freien Handel getan.

Seit dem durch die Gründung der Vereinigung der westdeutschen Schrottverbraucher abgeschlossenen Einbau der westdeutschen Schrottversorgung in die Eisenbewirtschaftung ist erst eine verhältnismäßig kurze Zeit von etwas über einem halben Jahr verstrichen. Trotzdem kann man jetzt schon den Erfolg feststellen. Zum ersten Male ist eine einheitliche Durchführung der Schrottversorgung erzielt worden. Die regelmäßige, den nationalwirtschaftlichen Erfordernissen angepaßte Verteilung des In- und Auslandsschrottes erfolgt schon jetzt reibungslos. Und schließlich ist auch der Anfang gemacht, den im Inland aufkommenden Schrott in stärkerem Maße der Stahlerzeugung zur Verfügung zu stellen. Mit dieser auf freiwilligem Entschluß herbeigeführten Ordnung der Schrottwirtschaft hat die westliche Eisenindustrie ein wichtiges Erfordernis für die Durchführung des Vierjahresplanes erfüllt. Ernst Heinson.

### Zur geschichtlichen Entwicklung der oberschlesischen Walzwerkserzeugung.

Am 25. Juni 1938 fand die Einweihungsfeier der neuen Grob- und Mittelstraße des Werkes Herminenhütte in Laband der Vereinigten Oberschlesischen Hüttenwerke statt. Bei der Gelegenheit hielt der Betriebsführer, Generaldirektor Dr.-Ing. Dr. mont. A. Wagner, eine Ansprache, in der er nach einer kurzen Schilderung der Vorzüge der neuen Anlage einen sehr bemerkenswerten Ueberblick über die geschichtliche Entwicklung der oberschlesischen Walzwerkserzeugung gab, den wir nachstehend unseren Lesern zur Kenntnis bringen. Ueber die technischen Einrichtungen des neuen Walzwerkes werden wir demnächst gesondert berichten.

*Die Schriftleitung.*

Durch die Inbetriebsetzung der Grob- und Mittelstraße und der Herminenhütte ist eine Entwicklung der oberschlesischen Walzwerkserzeugung abgeschlossen worden, die so bemerkenswert ist, daß es angebracht erscheint, sie noch einmal in großen Zügen zu kennzeichnen; denn gerade die Geschichte ist wie nichts anderes geeignet, den großen Fortschritt der Technik in den letzten Jahren eindringlich wiederzugeben.

Zu den ersten oberschlesischen Walzwerken gehören die Gründungen des Pioniers der oberschlesischen weiterverarbeitenden Eisenindustrie in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts, des Grafen Renard. Sie lagen sämtlich in der Flußniederung der Malapane und wurden durch Wasserräder angetrieben. Unter ihnen seien genannt die alten Hüttenwerke von Colonnowska und Sandowitz, ferner die 1819/21 errichtete Renardshütte und ganz besonders das 1836 gegründete Zawadzkiwerk, dessen Stabeisenwalzen damals 13 Zoll Durchmesser hatten und 90 bis 100 Umdr./min machten. Alle diese kleinen Walzwerke lehnten sich eng an die Holzkohlen-Hochofenbetriebe und Frischhütten der vorgenannten Hüttenwerksanlagen an.

Eine zweite Gruppe von Walzwerken entstand am Flußlauf der Klodnitz in Gleiwitz, Laband, Rudgershagen. Darunter war ein altes Walzwerk für Schienen und Oberbauzeug, die Piela-Hütte. Die Gründer waren hier (mit Ausnahme der Piela-Hütte) mehr die Gemeinden und die private Kaufmannschaft. Diese Walzwerke hatten keinen — man würde heute sagen: Konzern — Zusammenhang mit Hochöfen. Die einzige Hochofenanlage in diesem Revier war die Königliche Hütte in Gleiwitz. Als Stabeisenwalzwerk entwickelte sich unter ihnen sehr bald zu größerer Bedeutung die Herminenhütte, gegründet 1849 durch das Breslauer Handelshaus M. J. Caro.

Eine dritte Gruppe von Walzwerken entstand an den kleineren Wasserläufen des Königshütter, Kattowitzer und Rybniker Reviere, etwa um die gleiche Zeit wie die Gründungen Renards in Westoberschlesien, also zwischen 1820 und 1830. In geringer Entfernung von ihnen erhoben sich die großen Hochofen- und Frischhüttenwerke der 1802 errichteten Königshütte, der 1823 errichteten Baildonhütte, der 1840 gegründeten Friedenshütte, sowie der Antonien-, Martha-, Eintracht-, Falva- und Hohenloehütte. Es war ganz natürlich, daß sich diese Walzwerke sehr bald mit den benachbarten Hütten vereinigten. Unter

diesen verbundenen Hütten- und Walzwerken seien insbesondere die Friedenshütte und die Baildonhütte erwähnt.

Wie im westfälischen Bezirk war auch in Oberschlesien die Stabeisen-, Formeisen- und Blechherstellung neben Gießereierzeugnissen schon frühzeitig nicht das letzte Ziel der eisenindustriellen Arbeit. Es ist bekannt, daß sich in ganz Oberschlesien, besonders aber in Gleiwitz, in den Jahren um 1850 eine bedeutende Drahtindustrie und um 1860 eine angesehene Röhrenindustrie entwickelte, private Gründungen von Technikern — wie Hegenscheidt, Kern, Huldchinsky —, Gründungen, die in der damaligen Zeit des großen Eisenhungers nur einen Mangel hatten: sie waren in der Eisenversorgung auf Gnade und Ungnade den Hütten- und Walzwerken ausgeliefert. Deshalb taten sie das einzige, was sie tun konnten, um nicht durch Lieferungs- und wettbewerbsunfähigkeit zu werden: Sie kauften ganze Hütten- und Walzwerke auf, oder sie gliederten sich einem solchen Hütten- und Walzwerkskonzern an. Sie taten dies ohne Rücksicht auf die zwischen den Betrieben liegenden Entfernungen; darin mußten sie sich den gegebenen Verhältnissen fügen. So erwarb Hegenscheidt zu seinen Gleiwitzer Drahtwerken die sehr entfernte Baildonhütte bei Kattowitz, Kern vereinigte sein Gleiwitzer Drahtwerk mit der Herminenhütte bei Laband, zu der später die in entgegengesetzter Richtung liegende Juliehütte hinzukam. Der spätere Zusammenschluß dieser örtlich recht weit auseinanderliegenden Werke in der „Oberschlesischen Eisenindustrie, A.-G.“ (O. E. I.), Gleiwitz, hatte bei allen damaligen Vorteilen dennoch die große Schattenseite, daß das laufende Band der Fertigung vom Roheisen bis zum versandbereiten Sondererzeugnis an zahlreichen Stellen durch die großen Entfernungen von Werk zu Werk unterbrochen war.

Noch größere Entfernungen von Werk zu Werk ergaben sich, als Graf Renard sein Zawadzkiwerk mit der Friedenshütte bei Kattowitz verband und als sich die hierauf später aufgebaute „Oberschlesische Eisenbahn-Bedarfs-A.-G.“ (Oberbedarf) mit dem Gleiwitzer Huldchinsky-Konzern vereinigte.

Es wurde vieles versucht, um die Mängel, die sich aus der Entfernung des einen Werkes vom anderen ergaben, zu mildern. Oberbedarf verlegte wesentliche Teile des Walzplanes von Zawadzki nach Friedenshütte und stellte den Gleiwitzer Walzwerksbetrieb ganz ein. O. E. I. und Bismarckhütte trafen ein Abkommen über eine Aufteilung der Walzwerkserzeugung nach Sorten. Das Walzwerk war zur Schlüsselstellung der Konzerne geworden. Seine örtliche Lage, meist außerhalb des engeren Kreises der Konzernwerke, wurde mitbestimmend

1. für planmäßige Spezialisierung der Verfeinerungsbetriebe auf solche Erzeugnisse, bei denen die Kosten eines durch Werksfrachten verteuerten Vorproduktes noch keine so entscheidende Rolle spielen.

Hierdurch entstand die vom Friedenshütter Blechwalzwerk abhängige Herstellung der Rahmenfabrik der Gleiwitzer Huldchinsky-Werke, der heutigen Stadtwerke der Vereinigten Oberschlesischen Hüttenwerke.

hieraus die von der vormaligen O. E. I. vor dem Kriege durchgeführten zahlreichen Sonderfertigungen im Bereich der Drahtwerke.

2. für Verzichtleistung auf einen Erzeugungsplan, der besser durch andere erledigt wurde.

Hieraus erklärt sich die geringe Weiterentwicklung des geographisch entlegenen Zawadzki-Walzwerkes vor dem Kriege. Was alles im Laufe der Zeit an Profilen neu hinzu kam, wurde nicht in Zawadzki gewalzt, sondern in Friedenshütte. Der Walzplan der Friedenshütte erfuhr eine große Erweiterung, der des Zawadzkiwerkes verharrte im Stillstand. Als überdies die schon erwähnte Piela-Hütte des Herrn v. Ruffer ihren Walzplan in Hauptbahnschienen und sonstigem Oberbaueinsatz aufgab, wohl auch mit zugunsten der Friedenshütte, verblieb Westoberschlesien von da an bis heute ohne ein Schienenwalzwerk.

Auch auf rein kaufmännischem Gebiet wurden Maßnahmen getroffen, die das Ziel hatten, die Walzwerkserzeugung auf eine gesunde Grundlage zu stellen. Unter Führung des Geh. Kommerzienrats Richter der Königs- und Laura-Hütte, der auch Mitbegründer und 1. Vorsitzender des Vereins Deutscher Eisen- und Stahlindustrieller war, entstand 1886 der „Verband oberschlesischer Walzwerke“, das Vorbild aller späteren Walzwerksverbände in Rheinland-Westfalen, Mittel- und Süd-Deutschland und an der Saar. Der Verband erreichte nicht nur eine gewisse Festigkeit für Preise, die damals sehr großen Schwankungen unterlagen, sondern er schuf auch eine gewisse Auslese unter den Walzwerken, indem er die kleineren käuflich erwarb und stilllegte.

Die Teilung Oberschlesiens nach dem unglücklichen Ausgang des Weltkrieges zerriß mit einem Schlage den kapital- und erzeugungsmäßigen Aufbau der von West- nach Ostoberschlesien herüberreichenden Eisen- und Stahlindustrie; und als die Oberschlesische Eisen-Industrie A.-G., die Oberschlesische Eisenbahnbedarfs-A.-G. und die Donnersmarckhütte A.-G. ihre Werke im Jahre 1926 in die neugegründeten Vereinigten Oberschlesischen Hüttenwerke, A.-G., einbrachten, befanden sich unter diesen Werken, wie bekannt, zwei Walzwerke, und zwar

1. die Herminenhütte,  
2. das Zawadzkiwerk, das bisher einen wesentlichen Teil der Rohstoffe aus der Friedenshütte, die aber nun an Polen gefallen war, bezogen hatte,

und ferner: Blech verarbeitende Werke in Gleiwitz und Königs- huld, die ihre Rohstoffe bisher von den an Polen gefallen beiden Hütten Baildonhütte und Friedenshütte bezogen hatten. Umgekehrt war wiederum die Julienhütte im deutsch gebliebenen Bobrek Rohstoffwerk für die polnisch gewordene Baildonhütte.

Zur Milderung der wirtschaftlichen Zerstörungen, die das Genfer Diktat mit sich brachte, wurde in den Artikeln 220 und 221 des Genfer Abkommens ein zollfreier Veredelungsverkehr festgelegt, der es den Werken gestattete, für die Dauer von 15 Jahren die Rohstoff- und Halbzeuglieferungen hinüber und herüber aufrechtzuerhalten, insoweit nicht in der Zwischenzeit andere Lösungen gefunden werden sollten. Es ist bezeichnend, daß sich hieraus vor allem ein deutsch-passiver Veredelungsverkehr großen Ausmaßes entwickelte, in dessen Rahmen deutsch-oberschlesische Rohstahlblöcke in polnischen Walzwerken hauptsächlich zu Formstahl, Schienen und Blechen ausgewalzt und als solche für den deutsch-oberschlesischen Eigenbedarf sowie zum Absatz im Reich wieder über die Grenze zurückgeliefert wurden. Die zwei Walzwerke von Oberhütten, die zuvor ganz anderen spezialisierten Programmen gedient hatten, waren trotz dem Ausbau der Grob- und Mittelstrecken des Zawadzkiwerkes in den Jahren 1922/23 nicht in der Lage, den Eigenbedarf und den ostdeutschen Marktbedarf in diesen Walzwerkserzeugnissen völlig zu decken, und das einzige Blechwalzwerk, das bei Deutsch-Oberschlesien verblieben war, kam mit dem Zusammenbruch des Borsigwerkes im Jahre 1931 zum Erliegen. Während so der deutsch-passive Veredelungsverkehr durch die Jahre hindurch immer von einer gewissen Bedeutung blieb, hat dagegen der deutsch-aktive Veredelungsverkehr, der für Westoberschlesien Arbeit ohne Rohstoffaufwand gebracht hätte, weder auf dem Gebiet der Walzwerkserzeugung noch auch sonst auf irgendeinem Gebiet einen nennenswerten Umfang gehabt.

Es ist bekannt, daß nach der Teilung Oberschlesiens sehr weitgehende Pläne aufzutauchen, um für die Walzenstraßen, die mit der Baildonhütte und Friedenshütte an Polen gefallen waren, einen westoberschlesischen Ersatz zu schaffen. Man dachte daran, in einem Zuge Hochofen-, Stahl- und Walzwerk im Winkel zwischen der Eisenbahnstrecke Gleiwitz—Laband und der Staatsstraße Gleiwitz—Peiskretscham neu zu errichten, ohne allerdings zu berücksichtigen, daß dieses Gelände verhältnismäßig hoch gelegen ist und sich schwerlich durch einen Stichkanal mit dem

Hitler-Kanal unserer Tage, verbinden ließ. Man dachte an eine Auswertung des Besitzes an Kuxen der Gewerkschaft cons. Steinkohlengrube Gleiwitz-Nord und wollte in diesem Raume, wenn möglich, zugleich ein Steinkohlenbergwerk niederbringen. Die Ersparnisse allein an Werk-zu-Werk-Frachten berechnete man bei einer solchen konzentrierten Industrieanlage auf rd. 1 Mill. *RM* jährlich, dazu Zinsersparnisse durch geringere Lagerhaltung, bedeutende Ersparnisse an Wärmekosten und Abbrandverlusten.

Diese Pläne haben die Vereinigten Oberschlesischen Hüttenwerke aus verständlichen Gründen nicht verfolgen können. Aber sie sind einen anderen Weg gegangen; sie haben der Schlüsselstellung, die die Walzwerke von jeher im Gebiet des oberschlesischen Industriegebietes einnahmen, Rechnung getragen und faßten den überwiegendsten Teil aller Walzenstraßen am Adolf-Hitler-Kanal zusammen, indem längs des Kanals die Herminenhütte zunächst um das vor zwei Jahren fertiggestellte Feinblechwalzwerk und heute um das neuerbaute Grob- und Mittelstrecken-Walzwerk erweitert wurde. Damit lassen sich die Zwischenfrachten ermäßigen, die eine so große Rolle im Selbstkostenbild der Gesamtherstellung spielen. Im Jahre 1936 betragen die Werk-zu-Werk-Frachten der Gesellschaft 992 000 *RM* und im Jahre 1937 1 178 000 *RM*. Darin sind die Werksfrachten von und nach Zawadzki für Halbzeug mit fast 500 000 *RM* enthalten.

Das neue Grob- und Mittelstrecken-Walzwerk am Adolf-Hitler-Kanal wird etwa 70 % der bisherigen Erzeugung des Zawadzkiwerkes übernehmen. Dem Werk Zawadzki bleibt neben einer Reihe neuer Aufgaben die Stellung eines Walzwerkes für Edelmehle besonderer Qualität, bei deren hohem Wert je t die Zwischenfrachten nur von geringfügiger Bedeutung sind.

Das neue Grob- und Mittelstrecken-Walzwerk ist so geräumig gebaut, daß es möglich sein wird, gegebenenfalls auch Erweiterungen der Walzprofile über die bisherigen Profile von Zawadzki hinaus vorzunehmen, anknüpfend an die alte Entwicklung der westoberschlesischen Walzwerkserzeugung, die durch die große Entwicklung der ostoberschlesischen Friedenshütte vor dem Kriege und durch den Stillstand in Auswirkung der Teilung Oberschlesiens und des wirtschaftlichen Niederganges des Reiches bis 1933 unterbrochen wurde. Zugleich dient die Gesellschaft mit der Errichtung dieses neuzeitlichen Walzwerkes am Rande des Industriegebietes nicht nur einer industriepolitischen, sondern auch der bevölkerungspolitischen Aufgabe einer Auflockerung der Wohndichte des Reviers. Die bessere Verteilung der Industriebelegschaft auf das Land oder in ländliche Siedlungsgebiete ist in Oberschlesien ein altes Problem, dem sich aber erst die heutige Zeit mit Aufmerksamkeit zugewendet hat.

In diesem Zusammenhang sei noch kurz auf die wirtschaftlichen Betrachtungen eingegangen, die bei der Prüfung der Frage einer Verlegung der Julienhütte nach Laband anzustellen waren. Diese Aufgabe ist zwar vor Jahren von einigen Kandidaten des Hüttenwesens in Breslau im Rahmen einer Diplomarbeit „glänzend“ gelöst worden mit dem Endergebnis, daß die unter der Julienhütte liegende Kohle bei der ständig größer werdenden Verknappung an Kohlenvorräten in Westoberschlesien unbedingt für den Abbau freigemacht werden müsse. Aber da Wirtschaftlichkeitsberechnungen leider nicht gerade die Stärke unserer hochschulmäßigen Ausbildung darstellen, so wird es nicht überraschen, daß Nachprüfungen ein anderes Ergebnis hatten. Es gibt bestimmte Aufgaben, die nach Größe und Zeitmaß nur durch die Autorität des Staates gelöst werden können — genannt seien beispielsweise die Schaffung der Autostraßen und die Errichtung der Reichswerke „Hermann Göring“. Eine ähnliche Aufgabe, wenn auch in kleinerem Maßstabe, stellt auch die Verlegung der Julienhütte dar; sie fällt weit über den Rahmen der privatwirtschaftlichen Möglichkeiten hinaus.

Man kann ein altes Hüttenwerk noch jahrzehntelang betreiben, aber man kann es praktisch nicht verlegen, d. h. eine Verlegung der Julienhütte käme einem Neubau gleich. Für den Neubau eines Hüttenwerkes aber muß man erfahrungsgemäß je Jahrestonne Stahlerzeugung mindestens 200 *RM* an Baukosten rechnen, und da die Julienhütte gegenwärtig eine Stahlerzeugung von rd. 500 000 t hat, würde sich die Bausumme eines entsprechenden neuen Hüttenwerkes danach auf rd. 100 Mill. *RM* bemessen. Wenn man auch für die vorhandenen Walzwerksanlagen der Herminenhütte rd. 20 Mill. *RM* abzieht, so bleibt immer noch ein Geldbedarf von rd. 80 Mill. *RM* übrig. Die schwergeprüfte oberschlesische Eisenindustrie, die noch so viele alte Wunden zu heilen hat, kann aus eigenen Mitteln eine derartig hohe Bausumme nicht aufbringen. Außerdem steht der Kapitalwert der unter der Julienhütte freizumachenden Kohle wohl kaum in einem tragbaren Verhältnis zu dem Zuschuß, den man vom Bergbau billigerweise verlangen müßte.

Diese kurzen Erklärungen sind angebracht, nachdem sich die Öffentlichkeit mit dem Plan einer Verlegung der Julienhütte an den Adolf-Hitler-Kanal in so starkem Maße befafßt hat.

### Die Lage der italienischen Eisenindustrie im zweiten Vierteljahr des Jahres 1938.

In der italienischen Eisenindustrie hat sich im zweiten Vierteljahr 1938 nichts von besonderer Bedeutung ereignet.

Wie die nachfolgende Zahlentafel zeigt, hat sich die Erzeugung auf allen Gebieten der Eisenindustrie (Roheisen, Rohstahl und Walzwerkserzeugnisse) gegenüber dem ersten Vierteljahr verstärkt.

	Rohstahlerzeugung		Herstellung an Walzzeug, Walzeisen und -stahl	
	1. Halbjahr 1937	1. Halbjahr 1938	1. Halbjahr 1937	1. Halbjahr 1938
	t	t	t	t
Januar . . . . .	165 331	176 094	118 645	134 213
Februar . . . . .	165 424	181 095	132 269	137 894
März . . . . .	191 114	206 961	160 048	162 107
April . . . . .	195 762	196 644	154 644	135 928
Mai . . . . .	201 716	195 810	153 966	150 234
Juni . . . . .	199 480	213 560	151 570	160 759
Insgesamt 1. Halbjahr . . . . .	1 118 827	1 170 164	871 142	881 135

Dies ist jedoch jedes Jahr zu beobachten und hängt damit zusammen, daß im Sommer mehr elektrische Kraft zur Verfügung steht, während der ausnahmsweise niedrige Wasserstand in den Winter- und Frühjahrsmonaten die Erzeugung von Stahl im elektrischen Ofen vermindert und die Tätigkeit der Elektroöfen für Roheisen und Eisenlegierungen fast unterbunden hatte.

Die nachfolgende Wiederbelebung hat die Erzeugungszahlen im abgelaufenen Monat Juni auf einen ziemlich hohen Stand gebracht. Wahrscheinlich wird jetzt der Generalkommissar für Heereslieferungen einschreiten, damit die Erzeugung nicht den unbedingt notwendigen Bedarf übersteigt.

Die italienische Hüttenindustrie ist vor allem eifrig bemüht, sich in der Roheisenversorgung möglichst unabhängig zu machen. Sie beabsichtigt nämlich, in Zukunft den Einsatz von Roheisen im Stahlöfen zu erhöhen und hat sich daher die Errichtung von neuen Anlagen für die Erzeugung von Stahl in gemischten Betrieben zum Ziele gesetzt.

Ein Vergleich der Roheisenerzeugung in den ersten sechs Monaten der Jahre 1937 und 1938 ergibt folgendes:

	Roheisenerzeugung			
	im Elektro- ofen t	im Hochofen insgesamt t	im Elektro- ofen t	im Hochofen insgesamt t
Januar . . . . .	699	53 160	1 399	65 347
Februar . . . . .	831	48 008	250	58 005
März . . . . .	252	54 195	422	64 991
April . . . . .	6601	61 175	202	63 587
Mai . . . . .	13 077	70 241	3 659	66 609
Juni . . . . .	14 360	68 715	12 641	75 625
1. Halbjahr 1938 . . . . .	35 820	355 494	28 573	394 164

Die einzigen Voraussagen, die sich über den Gang der Erzeugung in der italienischen Hüttenindustrie in den nächsten Monaten machen lassen, gipfeln darin, daß einerseits wahrscheinlich die Stahlerzeugung und infolgedessen auch die Herstellung von Walzzeug eingeschränkt werden und daß andererseits eine möglichst große Zunahme der Roheisenerzeugung erfolgt.

Am 24. Juni 1938 hat das Generalkommissariat für Heereslieferungen eine allgemeine Preisermäßigung für Hüttenerzeugnisse beschlossen, eine Ermäßigung, die zwischen 60 und 65 Lire je t schwankt je nach den Erzeugnissen.

Wir geben nachstehend die augenblicklichen Preise für die hauptsächlichsten Hüttenerzeugnisse in Italien wieder:

	L je t
Hämatit-Roheisen im Elektroofen . . . . .	Frachtgrundlage Mailand 750—780
Gießerei-Roheisen . . . . .	Frachtgrundlage Mailand 680—690
Gewöhnlicher Rundstahl . . . . .	Frachtgrundlage Chiasso 1145
Gewöhnlicher Formstahl . . . . .	Frachtgrundlage Chiasso 1195
Siemens-Martin-Rundstahl . . . . .	Frachtgrundlage Chiasso 1185
Siemens-Martin-Formstahl . . . . .	Frachtgrundlage Chiasso 1235
Siemens-Martin-Bandstahl . . . . .	Frachtgrundlage Chiasso 1235
Doppel-T- und U-Stahl und Zoresstahl . . . . .	Frachtgrundlage Chiasso 1165
Knüppel . . . . .	Frachtgrundlage Chiasso 1145
Rundstahl mit Zugfestigkeit von 50 kg/mm <sup>2</sup> . . . . .	Frachtgrundlage Chiasso 1285
Bandstahl mit Zugfestigkeit von 50 kg/mm <sup>2</sup> . . . . .	Frachtgrundlage Chiasso 1405
Knüppel mit Zugfestigkeit von 50 kg/mm <sup>2</sup> . . . . .	Frachtgrundlage Chiasso 1205
Grobblech (6 mm) . . . . .	Frachtgrundlage Mailand 1415
Mittelleche (4 mm) . . . . .	Frachtgrundlage Mailand 1394
Weißblech in Kisten (Normalkiste 20 x 94) je Kiste . . . . .	Frachtgrundlage Mailand 124,30
Geschweißte Röhren, 1/2" schwarz . . . . .	Frachtgrundlage Mailand 2980
Nahtlose Röhren, 1/2" schwarz . . . . .	Frachtgrundlage Mailand 4385
Roher blanker Draht . . . . .	Frachtgrundlage Mailand 1565
Verzinkter Draht . . . . .	Frachtgrundlage Mailand 1854,60

Fiat S. A., Torino (Aktienkapital 400 Mill. L.). — Die allgemeine Bilanz dieser wichtigen Gesellschaft schloß mit einem Ueberschuß von 55 707 885,74 L. Hiervon sind 40 000 000 L an die Aktionäre verteilt worden nach dem Satze von 20 L je Aktie, und von dem Rest erfolgten die vorgeschriebenen Zuweisungen an die ordentliche Rücklage und an den Verwaltungsrat.

Terni, Società per l'industria e elettricità, Genua (Aktienkapital 430 Mill. L.). — Die Bilanz vom 31. Dezember 1937 weist einen Reingewinn auf von 33 918 113,74 L, der folgendermaßen verteilt wurde: an die ordentlichen Rücklagen 1 695 905,70 L und an die Aktionäre 25 800 000,— L nach dem Satze 12 L je Aktie. Der Rest von 6 422 208,04 L wurde der Rücklage für junge Aktien überwiesen nach Abzug eines Teilbetrages an den Verwaltungsrat.

Società Italiana Ernesto Breda, Mailand (Gesellschaftskapital 106 500 000,— L.). — Der Reingewinn für das Geschäftsjahr 1937 von 18 579 630,46 L wurde folgendermaßen aufgeteilt: 1 857 963,04 L an die Rücklage, 11 200 000,— L an die Aktionäre und 464 490,76 L an den Verwaltungsrat.

Fonderia Milanese di Acciaio Vanzetti, Mailand (Aktienkapital 7 500 000,— L.). — Das Betriebsjahr schloß mit einem Reingewinn von 521 648,05 L, der einschließlich 22 903,44 L aus dem Reingewinn des Betriebsjahres 1936 folgende Verwendung fand: 26 082,40 L an die ordentliche Rücklage, 52 164,80 L an den Verwaltungsrat und 450 000,— L an die Aktionäre.

S. A. I. Attilio Bagnara, Genua-Sestri (Gesellschaftskapital 7 Mill. L.). — Die Bilanz für 1937 schloß mit einem Reingewinn von 428 616,24 L, von dem erhielten 350 000 L die Aktionäre nach dem Satze von 25 L je Aktie, 42 861,42 L die ordentliche Rücklage und 35 754,82 L die außerordentliche Rücklage.

Stabilimento Metallurgico Ligure, Genua-Sestri (Aktienkapital 4 Mill. L.). — Die Bilanz für 1937 schloß mit einem Ueberschuß von 590 746,70 L, die folgendermaßen verteilt wurden: 35 444,80 L an die Rücklage, 47 259,75 L an den Verwaltungsrat, 480 000,— L an die Aktionäre nach dem Satze von 24 L je Aktie und 28 042,15 L auf neue Rechnung.

## Buchbesprechungen.

Justi, E., Dr. phil. habil., Dozent an der Universität Berlin: **Spezifische Wärme, Enthalpie, Entropie und Dissoziation technischer Gase.** Mit 43 Abb. im Text und 116 Tab. Berlin: Julius Springer 1938. (VI, 157 S.) 8°. 18 R.M., geb. 19,80 R.M.

Obwohl die in den Jahren 1934/35 von E. Justi und Mitarbeitern erstmalig der Öffentlichkeit mitgeteilten neuen Forschungsergebnisse über die spezifische Wärme und Dissoziation von Gasen als bedeutsame Verbesserung der seither benutzten Angaben von B. Neumann allseitig begrüßt und anerkannt wurden, hafteten ihnen für den Gebrauch in der Technik dennoch mancherlei Mängel an, die ein Gefühl der Unsicherheit über die Genauigkeit und Verwendbarkeit der Zahlen unter technischen Bedingungen hervorriefen. An Versuchen, diese Ungewissheiten zu beseitigen, hat es zwar nicht gefehlt, aber mehr als eine — wenn auch die rasche Einführung der Werte fördernde — im ganzen gesehen nur vorläufig befriedigende Zwischenlösung konnten sie nicht geben. Eine endgültige Klärung aller mit dem vom idealen abweichenden realen Verhalten der Gase im Zusammenhange stehenden Fragen war vielmehr allein von Justi zu erwarten. Sie liegt nunmehr in seinem oben angezeigten Buche vor.

In dem hauptsächlich rein wissenschaftlich gehaltenen Textteil wird neben einer kritischen Sichtung der Meß- und Rechnungsverfahren und einer vergleichenden Gegenüberstellung der hieraus gewonnenen Zahlen untereinander und mit anderen Forschungsergebnissen besonders eingehend die Ableitung von Umwertungs- und Berichtigungsformeln für den Ansatz praktischer Rechnungen behandelt. Der zweite Teil enthält ausführliche Zahlentafeln über die auf idealen Gaszustand (0 Atm) bezogene (wahre) spezifische Wärme, Entropie, Enthalpie, Enthalpiedifferenz (Wärmeinhalt) und Dissoziation als Grundlage für die im Bedarfsfalle nach den gegebenen technischen Voraussetzungen abzuwandelnde Bewertung von etwa 20 verschiedenen Gasen und Dämpfen. Damit scheint die Entwicklung von maßgeblichen Angaben über die kalorischen Eigenschaften der Gase fürs erste und wohl auf lange Sicht abgeschlossen. Wenn dabei das Gewissen des Physikers die Beschränkung auf idealen Gaszustand noch nicht aufzubeugen, sondern nach wie vor nur die angenähert gültige Umrechnung auf reale Verhältnisse zu vertreten erlaubt hat, so kann sich die Technik, von seltenen Ausnahmefällen hoher und höchster Drücke abgesehen, dennoch an der unmittelbaren Verwendung dieser,

ebenso wie früherer Angaben genügen lassen. Als Standard- oder Normzahlen werden die vorliegenden Ergebnisse jedenfalls unbestritten sein; diese Anerkennung dürfte dem Verfasser für das ungeheure Maß an Mühe und Arbeit, das er an die Bewältigung und knappe Darstellung des umfangreichen und schwierigen Stoffes gewendet hat, rückhaltlos zu zollen sein. *Fritz Habert.*

**Baare, Fernando**, Diplomkaufmann, Diplomvolkswirt: **Die Schrottwirtschaft und ihre Grundlagen.** (Mit 22 Tafelbeil.) o. O. (1937). (VI, 153 S.) [Maschinenschrift, autograph.] — München (Techn. Hochschule), Techn. Diss.

Die Arbeit zeichnet sich gegenüber den bisherigen Veröffentlichungen über den gleichen Gegenstand dadurch aus, daß der Verfasser den Mut hat, besonders umstrittene Fragen der Schrottwirtschaft, die zwar zum Teil nach Fertigstellung der Schrift geklärt sind, zu behandeln. Dazu rechnen wir vor allem die Beziehungen zwischen Eisenerzeugung und Schrottentstehung sowie die Auseinandersetzungen über die Frachtgrundlagen und die Gestaltung der Preisverhältnisse zwischen dem Westen und dem Osten. Die erklärenden 22 Tafelbeilagen bezeugen, mit welcher eindringendem Verständnis für die schwierigen Verhältnisse die Arbeit abgefaßt ist. Sie geben gleichzeitig neue Wege graphischer Darstellung (z. B. Deutschlands Eisenstrom) an. Die Anordnung 18, die eine völlige Aenderung der Schrottwirtschaft im Westen seit Anfang 1938 herbeigeführt hat, konnte nicht mehr berücksichtigt werden. *Ernst Heinson.*

**Die Korrosion metallischer Werkstoffe.** Unter Mitwirkung von Prof. Dr. O. Bauer † [u. a.] hrsg. von Prof. Dr.-Ing. e. h. Oswald Bauer †, Berlin-Dahlem, Prof. Dr. phil. Otto Kröhnke, Berlin-Schlachtensee, Prof. Dr. phil. Georg Masing, Göttingen. Leipzig: S. Hirzel. 8°.

Bd. 2. Die Korrosion von Nichteisenmetallen und deren Legierungen. Unter Mitarbeit von Dr. P. Berner, Hannover-Linden, [u. a.] hrsg. von Prof. Dr. phil. Otto Kröhnke, Berlin-Schlachtensee, u. Prof. Dr. phil. Georg Masing, Göttingen. Mit 409 Abb. 1938. (XXX, 901 S.) 66,50 *R.M.*, geb. 69 *R.M.*

Nach dem Erscheinen des ersten Bandes<sup>1)</sup> des groß angelegten Handbuches der Korrosion nimmt man mit besonderer Erwartung den neu erschienenen Band zur Hand, der sich mit der Korrosion von Nichteisenmetallen beschäftigt.

<sup>1)</sup> Vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 754.

Der einleitende Hauptabschnitt über die Prüfverfahren gibt einen ausgezeichneten Überblick über alle Fragen und Bedingungen, die bei der Korrosionsprüfung zu berücksichtigen sind. Wertvoll erscheint vor allem die kritische Würdigung der verschiedenen Prüfverfahren und die Klarstellung der Brauchbarkeit und Vergleichbarkeit von Angaben über die Korrosionsstärke. In den folgenden Abschnitten werden die Korrosionserscheinungen der verschiedenen Nichteisenmetalle jeweils in sich geschlossen von den besten Sachkennern der einzelnen Gebiete beschrieben. Nach dem Kupfer und seinen Legierungen folgen Reinaluminium, Aluminiumguß- und Knetlegierungen, Magnesium, Blei, Zink, Kadmium, Zinn, Molybdän, Wolfram, Chrom, Nickel, Kobalt und die Edelmetalle und deren Legierungen. Als besonders gelungen muß die Darstellung der Korrosion der Kupferlegierungen bezeichnet werden, bei der neben den grundlegenden, rein wissenschaftlichen Untersuchungen (Lösungsvorgänge, Passivität, Zundern u. a.) stets die Erfahrungen der Praxis gleichwertig zu Wort kommen. In der klaren Abschätzung der Bedeutung wissenschaftlicher Forschung für die Beherrschung der Korrosionsfragen in der Praxis wird hier die unerschöpfliche Erfahrung des kürzlich verstorbenen W. Wunder — eines der beiden Verfasser dieses Abschnitts — deutlich sichtbar.

Ueber die anderen Abschnitte kann hier nur gesagt werden, daß sie in zuverlässiger Vollständigkeit und klarer Gliederung alles bringen, was bisher an grundsätzlichen Erkenntnissen und praktischen Erfahrungen mit den einzelnen Werkstoffen erarbeitet wurde. Bedauerlich ist lediglich die äußerst knappe Darstellung des Korrosionsverhaltens des Magnesiums und seiner Legierungen, die auf 32 Seiten beschränkt ist (Kupfer dagegen 220 S., Blei 110 S.). Gerade in der Zeit der starken Förderung und des Vorwärtsdringens dieses deutschen Werkstoffes, der im Hinblick auf seine Korrosionseigenschaften besonderer Vorsicht beim Einsatz in der Praxis bedarf, wäre man den Verfassern dieses Beitrags dankbar gewesen, wenn sie aus dem Schatze ihrer Erfahrungen etwas mehr mitgeteilt hätten.

Im ganzen muß man allen Verfassern, die sich neben ihrer starken Berufsarbeit für die einzelnen Beiträge zur Verfügung gestellt haben, größten Dank wissen für dieses Werk, das endlich den lang vermißten allgemeinen und zusammenfassenden Überblick über das technisch und wirtschaftlich so wichtige Gebiet der Korrosion und das völlig unübersichtliche, verstreute Schrifttum vermittelt. *Armin Schneider.*

## Vereins-Nachrichten.

### Verein Deutscher Eisenhüttenleute.

#### IV. Internationale Schientagung Düsseldorf 1938.

In der Zeit vom 19. bis 22. September 1938 findet in Düsseldorf die IV. Internationale Schientagung statt. Der Zeitplan dieser von der Deutschen Reichsbahn gemeinschaftlich mit dem Verein Deutscher Eisenhüttenleute durchgeführten Tagung sieht folgende Vortragsveranstaltungen vor:

Montag, den 19. September 1938, 11.15 Uhr.

Feierliche Eröffnung durch den Präsidenten, Professor Dr.-Ing. Dr. phil. h. c. P. Goerens, Essen.

Vortrag von Dr.-Ing. K. Remy, Präsident der Reichsbahndirektion Köln: Die verkehrswirtschaftliche Bedeutung der Schienenbahnen.

Vortrag von Professor Dr.-Ing. E. H. Schulz, Dortmund: Die Schiene — eine metallurgische Leistung und ein metallurgisches Problem.

Dienstag, den 20. September 1938, 9.00 Uhr.

**Technische Sitzung 1: Spannungen und Auswirkungen auf das Gleis.**

1. Obergeringieur Dr.-Ing. K. Schönrock, Rheinhausen: Die Höhe der Eigenspannungen in verschieden behandelten Schienen.

2. Professor Dr. M. T. Huber, Warschau: Die eigentlichen Ursachen und Merkmale der Verwerfungsgefahr eines geraden lückenlosen Gleises.

3. Professor Dr.-Ing. F. Raab, Karlsruhe: Das Eisenbahngleis unter dem Gesichtspunkt der Verwerfungssicherheit.

4. Dipl.-Ing. W. Hüttner, Budapest: Die Wirkung der in Vignol-Langschienenbahnen entstehenden Spannungen auf den Oberbau.

**Technische Sitzung 2: Abnutzung.**

1. Dott. Ing. C. Zocchi, Verona: Theorie der mechanischen Abnutzung.

2. Professor Dr.-Ing. E. Siebel, Stuttgart: Der Einfluß der Versuchsbedingungen bei der Verschleißprüfung.

3. Dipl.-Ing. A. Eichinger, Zürich: Abnutzungsversuche mit Schienen- und Radreifenstählen.

4. Dr. E. Brandenberger, Zürich: Röntgenographische Kennzeichnung des Schienenwerkstoffes und der Abnutzungsflächen.

5. Dipl.-Ing. H.-O. Lange, Hamburg: Die Abnutzung der Schienenfahrfläche bei Straßenbahnen.

6. Reichsbahnoberrat Dr.-Ing. R. Kühnel, Berlin: Untersuchungen an Riffelschienen.

Mittwoch, den 21. September 1938, 9.00 Uhr.

**Technische Sitzung 3: Fragen der Betriebserfahrung.**

1. Direktor bei der Reichsbahn V. Herwig, Berlin: Die Schienenbruchstatistik der Deutschen Reichsbahn.

2. Direktor i. R. Dr.-Ing. J. Bartel, Budapest: Kerbzähigkeit im Betrieb gebrochener Eisenbahnschienen.

3. Obergeringieur Dipl.-Ing. G. Mandel, Hamburg: Was lehrt die Auswertung einer fünfundzwanzigjährigen Statistik über die Liegezeiten von Schienen?

4. Baudirektor Dipl.-Ing. Kühn, Essen: Betriebserfahrungen mit Rillenschienen im Straßenbahnbau.

**Technische Sitzung 4: Prüfung und Abnahme.**

1. Professor Dr.-Ing. h. c. Dr.-Ing. E. b. M. Roß, Zürich, und Dipl.-Ing. A. Bianchi, Bern: Prüfung im Laboratorium und Erfahrungen mit Einstoff-, Zweistoff- und wärmebehandelten Schienen.

2. Reichsbahnoberrat Dr.-Ing. R. Kühnel, Berlin: Zweckmäßige Abnahmeprüfungen für Schienen.

3. Professor C. C. Teodorescu, Timisoara (Rumänien): Ueber den zahlenmäßigen Vergleich der Seigerung in Walzprofilen.

**Technische Sitzung 5: Fragen allgemeiner Bedeutung.**

1. Professor Dr. P. Forcella, Rom, und Comm. Dott. Ing. A. Steccanella, Florenz: Einfluß der Form und des Werkstoffes auf die Haltbarkeit von Eisenbahnbaustoffen.
2. Direktor F. Daussy, Hayange (Moselle): Verbesserung des Schienenfußes durch ein besonderes Walzverfahren.
3. C. J. Allen, Barnet (England): Erzielung der Verschleiß-eigenschaften der früheren Stahlschienen.
4. Professor Dr. mont. R. Walzel, Leoben (Steiermark): Fortschritte an Eisenbahnoberbau-Stählen in Deutsch-Oesterreich.
5. Dr. J. Friedli, Zürich: Vergleichende Korrosionsversuche mit Schienenstählen.
6. Dr. R. V. Baud, Zürich: Zur Ermittlung des günstigen Stegprofils von Eisenbahnschienen.

Donnerstag, den 22. September 1938, 9.00 Uhr.

**Technische Sitzung 6: Schweißen.**

1. Oberingenieur Dr.-Ing. J. Nemesdy-Nemcssek, Budapest: Ueber einheitliche Bedingungen für Prüfung und Abnahme geschweißter Schienenstöße.
2. Dipl.-Hütteningenieur F. Benesch, Budapest: Ungleichmäßigkeiten der Schienenschweißung.
3. Regierungsbaumeister a. D. J. Wattmann, Berlin-Lankwitz: Die aluminothermische Schweißung im Langschienenbau und im lückenlosen Gleis.
4. J. E. Languepin, Paris: Untersuchungen an widerstandsgeschweißten Schienen.
5. Stellvert. Generaldirektor Dipl.-Ing. D. v. Csilléry und Oberinspektor Ing. L. Péter, Budapest: Vergleichende Untersuchung handgeführt oder automatisch elektrisch geschweißter harter Schienenstähle.
6. Dr. phil. R. Dümpelmann, Frankfurt (Main)-Griesheim: Die Entwicklung der autogenen Schienenstoß-Schweißung.
7. Dipl.-Ing. P. Tulacz, Kattowitz: Die wichtigsten Gesichtspunkte für die technische und wirtschaftliche Bewertung der Schienenstoßschweißung.
8. J. B. Farwell, Brooklyn (N. Y.): Erfahrungen mit der Schienenschweißung in Nordamerika (mit Filmvorführung).

**Schlußsitzung.**

\*

Außer diesen Vortragsitzungen, die jeweils den Vormittag einnehmen werden, findet noch eine größere Zahl von Besichtigungen statt, und zwar sowohl von Werksanlagen als auch von Schienenstrecken. Die Teilnehmergebühr beträgt 25 RM, wobei in diesem Betrag die Kosten für Vorabzüge der Vorträge, den vollständigen Kongreßbericht, gesellschaftliche Veranstaltungen und Besichtigungsfahrten (ausgenommen Bahnfahrten) einbegriffen sind.

Anmeldungen sind an die Geschäftsstelle unseres Vereins, Düsseldorf, Ludwig-Knickmann-Str. 27, zu richten.

**Änderungen in der Mitgliederliste.**

- Allland, Günter, cand. rer. met., Berlin W 35, Bendlerstr. 3. 35 005
- Beck, Arnold, Ing., Pilsen (C.S.R.), Smetanorysady 9. 91 001
- Beu, Werner, Dr.-Ing., Stahlwerksassistent, Walzwerke A.-G. vorm. E. Böcking & Co., Köln-Mülheim; Wohnung: Berliner Straße 56 II. 37 033
- Birringer, Josef, Ingenieur, Mitteldeutsche Stahl- u. Walzwerke Friedrich Flick K.-G., Hennigsdorf (Osthavelland); Wohnung: Marwitzer Str. 62 I. 37 038
- Brügger, Franz, Dr.-Ing., Betriebsleiter, Gußstahlwerk Wittmann A.-G., Hagen-Haspe; Wohnung: Enneper Str. 63. 33 015
- Brzóška, Raimund, Dipl.-Ing., Mannesmannröhren-Werke, Abt. Witten, Witten; Wohnung: Roonstr. 37. 35 074
- Dietz, Carl, Dipl.-Ing. i. R., Saarbrücken 3, Neugrabenweg 100. 09 016
- Heinrichs, Wilhelm, Dr.-Ing., Betriebsleiter, Fried. Krupp A.-G., Essen; Wohnung: Essen-Bredene, Alfredstr. 264. 37 158
- Hugo, Otto, Dr. phil., Hauptgeschäftsführer der Industrie-u. Handelskammer zu Dortmund und der Wirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Dortmund, Märkische Str. 120. 26 047
- Kallenborn, Claus, Dr.-Ing. E. h., Generaldirektor a. D., Berlin-Dahlem, Pücklerstr. 18. 04 028

- Klucke, Rolf, Dr.-Ing., Betriebsassistent, Otto Gruson & Co., Stahlwerke und Zahnradfabrik, Magdeburg-Buckau; Wohnung: Magdeburg 1, Falkenbergstr. 9 a. 35 274
- Krainer, Helmut, Dr. mont., Ing., Leiter der Forschungsabt., Gebr. Böhler & Co. A.-G., Edelstahlwerke, Kapfenberg (Steiermark). 36 233
- Peters, Fritz, Dipl.-Ing., Ruhrstahl A.-G., Gußstahlwerk Witten, Abt. Siemens-Martin-Stahlwerk, Witten. 36 321
- Pieler, Joachim, Dipl.-Ing., Ruhrstahl A.-G., Gußstahlwerk Witten, Witten; Wohnung: Gerichtstr. 13. 32 058
- Platzer, Franz, Dr.-Ing., Oberingenieur, H. A. Brassert & Co. K.-G., Berlin-Charlottenburg 2, Hardenbergstr. 7. 37 333
- Salzmann, Clemens, Dipl.-Ing., Dortmund-Hoerder Hüttenverein A.-G., Dortmund; Wohnung: Johannesstr. 26. 30 132
- Sarz, Ferdinand, Hüttdirektor, Vorstand der Peipers & Cie. A.-G., Siegen; Wohnung: Giersbergstr. 11. 00 047
- Schneider, Erich, Dr.-Ing., Gutehoffnungshütte Oberhausen A.-G., Abt. Walzwerk Neu-Oberhausen, Oberhausen (Rheinl.); Wohnung: Falkensteinstr. 12. 33 116
- Schneider, Philipp, Dipl.-Ing., Rudolf Rautenbach Leichtmetallgießereien, Solingen u. Wernigerode; Wohnung: Solingen, Kullerstr. 35. 34 186
- Schwabe, Artur, Dipl.-Ing., Regierungsbaurat beim Oberkommando der Wehrmacht; Wohnung: Berlin-Schöneberg, Bozener Straße 13-14. 35 490
- Sondermann, Werner, Dipl.-Ing., Stahlwerksbetriebsleiter, Mitteldeutsche Stahl- und Walzwerke Friedrich Flick K.-G., Brandenburg (Havel); Wohnung: Potsdamer Str. 52. 37 422
- Weber, Heinrich, Dipl.-Ing., Stahlwerksassistent, Mannesmannröhren-Werke, Abt. Heinrich-Bierwes-Hütte, Duisburg-Huckingen; Wohnung: Hermann-Rinne-Str. 17. 36 456
- Wegscheider, Fred, Dipl.-Ing., Oesterreichisch-Amerikan. Magnesit-A.-G., Radenthein (Kärnten). 34 223

**Gestorben.**

- Baumgartner, Emanuel, Ing., Hüttdirektor i. R., Graz (Steiermark). † 1. 8. 1938.
- Dörrenberg, Fritz, Ingenieur, Stahlwerksdirektor, Runderoth. \* 1. 9. 1872, † 3. 8. 1938.

**Neue Mitglieder.****A. Ordentliche Mitglieder.**

- Bartelt, Gerhard, Dipl.-Ing., Schorch-Werke A.-G., Rheydt; Wohnung: Gartenstr. 150. 38 292
- Hachiya, Shigeo, Betriebsleiter des 2. Stahlwerkes, Nippon Seitetsujo K.-K., Yawata (Japan). 38 294
- Jahn, Karlheinz, Leiter der Wärmestelle, Rheinmetall-Borsig A.-G., Warmbetriebe Werk Borsig, Berlin-Tegel; Wohnung: Schloßstr. 21. 38 295
- Kerl, Walter, Ingenieur, Leiter der Abnahme, Gutehoffnungshütte Oberhausen A.-G., Abt. Düsseldorf (vorm. Haniel & Lueg), Düsseldorf-Grafenberg; Wohnung: Düsseldorf 1, Engerstr. 29 II. 38 296
- Neumann, Arthur, Ingenieur, Ruhrstahl A.-G., Gußstahlwerk Witten, Witten; Wohnung: Witten-Bommern, Friesenstr. 4. 38 297
- Stanescu, Dumitru, Ingenieur, Oberinspektor, Leiter der Hochofen-Kokereianlage u. Wärmestelle, Uzinele de Fier si Domeniile din Resita S.-A., Resita/Banat (Rumänien); Wohnung: Bul. Regina Maria 40. 38 293
- Stein, Emil, Dr. jur., Bergassessor a. D., Bergwerksdirektor, Vorst.-Mitgl. der Bergwerksgesellschaft Hibernia A.-G., Herne; Wohnung: Gladbeck (Westf.), Bernskamp 14. 38 298
- Supan, August, Dipl.-Ing., Hüttenoberinspektor, Betriebschef der Stahl- u. Eisengießerei, Gebr. Böhler & Co. A.-G., Kapfenberg (Steiermark). 38 299

**B. Außerordentliche Mitglieder.**

- Schiedt, Herbert, stud. rer. met., Freiberg (Sachs.); Heimatanschrift: Oberhausen (Rheinl.), Essener Str. 130. 38 300

**Hauptversammlung des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute  
am 5. und 6. November 1938 in Düsseldorf.**