

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 45

9. NOVEMBER 1939

59. JAHRGANG

Angriffsarten des Zinks auf Stahl bei der Feuerverzinkung.

Von Wilhelm Rädeker und Rolf Haarmann in Mülheim (Ruhr).

[Bericht Nr. 483 des Werkstoffausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute*].

(Schriftumsangaben über die Umsetzungen zwischen Eisen und Zink. Versuche über den Einfluß des Kohlenstoff-, Silizium- und Stickstoffgehaltes, von nichtmetallischen Einschlüssen und Oxydhäutchen sowie einer Kaltverformung des Stahles, des Aluminiumgehaltes des Zinkbades, der Verzinkungsdauer und -temperatur auf die flächige Abtragung des Stahles durch das Zinkbad und auf die Ausbildung der Hartzinkschicht. Verhältnisse beim Blei-Zink-Verfahren. Lochfraß durch den Zinkangriff. Korngrenzenzerstörung bei Verzinkungsgut sowie bei Zinkkesseln aus Stahlguß und zusammenschweißten Blechen; Ursachen dieser Erscheinung.)

In der letzten Zeit ist eine Reihe wertvoller wissenschaftlicher Untersuchungen über die Umsetzungen zwischen Eisen und Zink bei hohen Temperaturen durchgeführt und veröffentlicht worden¹⁾. Dadurch wurde es auch dem Verzinkereibetriebsmann möglich, in die Vielheit der zwischen Eisen und Zink auftretenden Gefügeerscheinungen Ordnung zu bringen und nach ihren Entstehungsbedingungen Rückschlüsse auf die Betriebsweise zu ziehen. Im Verzinkereibetrieb können sich jedoch die im Laboratorium durch Schaffung der geeigneten Umsetzungsbedingungen erzeugten Gleichgewichte nicht immer einstellen. Außerdem treten durch die Verunreinigungen und Legierungszusätze des Eisens, durch Temperaturwechsel, ferner durch zusätzliche Wärme- und Betriebsspannungen so viel neue Einflüsse hinzu, daß Erscheinungen beobachtet werden, für die die Ursache nicht immer klar erkennbar ist. Diese Nebenerscheinungen sind für die laboratoriumsmäßige Betrachtung von untergeordneter Bedeutung; sie werden sogar durch die Versuchsanordnung größtenteils bewußt ausgeschaltet und haben sich dadurch der theoretischen Betrachtung entzogen. Wegen ihrer Wichtigkeit für den Betriebsmann lohnt es sich jedoch, ihrer Natur und den durch sie ausgelösten Wirkungen nachzugehen. Nicht selten wird die Wirtschaftlichkeit betrieblicher Maßnahmen wesentlich von derartigen Einflüssen mitbestimmt.

Aus diesem Grunde sollen einige eigene Beobachtungen über die Umsetzungen von Eisen mit Zink, die sich bei der Zusammenarbeit zwischen Versuchsanstalt und Betrieb ergeben haben, mitgeteilt werden. Ein Anspruch auf Vollständigkeit wird dabei keineswegs gestellt. Da für den Betrieb die Wirtschaftlichkeit naturgemäß an erster Stelle steht, mußte die Auswertung zusätzlicher Versuche neben der wissenschaftlichen auch die wirtschaftliche Seite berücksichtigen. Besonders einleuchtend ist dies bei allen Fragen, die die Eignung und die Lebensdauer der Zinkpfannen

sowie den Einfluß auf alle längere Zeit mit dem Zinkbad in Berührung kommenden Metallteile betreffen. Aber auch am Verzinkungsgut selbst machen sich manchmal Einflüsse des Zinkbades unerwünscht wertmindernd bemerkbar.

Bei einer oberflächlichen Ueberprüfung der Zerstörungsformen, in denen sich der Angriff von flüssigem Zink auf Stahl äußert, kann man auch hier die bei Einwirkung ionisierter Flüssigkeiten auf metallische Werkstoffe möglichen drei Angriffsarten beobachten:

1. flächige Abtragung,
2. Lochfraßbildung,
3. Korngrenzenzerstörung.

Es soll versucht werden, die Entstehungsbedingungen dieser drei durch Zink bewirkten Zerstörungsarten klarzulegen.

Flächige Abtragung des Stahles durch das Zinkbad.

Bekanntlich ist Eisen in flüssigem Zink nur in ver-schwindend geringem Umfange löslich; bei gegenseitiger Einwirkung bilden sich vielmehr die verschiedenen, als „Hartzink“ bekannten intermetallischen Verbindungen, die sich gewöhnlich auf der Eisenoberfläche absetzen. Die Um-setzung zwischen Eisen und Zink verläuft nach Bildung der ersten dünnen Hartzinkhaut auf dem Wege der Diffusion durch diese gewachsene Schicht²⁾, die somit — im Grunde genommen — einen Schutz des Eisens gegen allzu schnelle Korrosion durch das Zink darstellt.

Gleichmäßige Durchlässigkeit des Hartzinkes für Zink und gleichmäßige Zusammensetzung des Eisens voraus-gesetzt, läßt sich auf diese Weise nur eine flächige Abtragung des Eisens erwarten. Man findet sie dementsprechend in allen Fällen, in denen Eisen und Zink ungestört miteinander rea-gieren können. An Zinkkesseln, die richtig beheizt waren und deren Betriebsweise sonstige Ueberbeanspruchungen aus-schloß, konnte eine gleichmäßige flächige Abzehrung in einer Dicke bis zu 6 mm nach längerer Gebrauchsdauer gemessen werden. Auch in allen Fällen, in denen man versuchsmäßig die Einwirkung von Zink auf Stahl unter-sucht und störende Einflüsse fernhält, bildet sich eine flächige, d. h. parallel zur Oberfläche erfolgende Abzehrung.

²⁾ Scheil, E., und H. Wurst: Z. Metallkde. 29 (1937) S. 224/29; vgl. Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 1082.

³⁾ Arch. Eisenhüttenw. 9 (1935/36) S. 301/04.

*) Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

¹⁾ Schramm, J.: Z. Metallkde. 28 (1936) S. 203/07; 29 (1937) S. 222/24; 30 (1938) S. 122/30 u. 131/35; vgl. Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 1082. Grubitsch, H., und F. Brückner: Korrosion u. Metallsch. 14 (1938) S. 345/49. Bablik, H.: Korrosion u. Metallsch. 13 (1937) S. 248/54; 14 (1938) S. 168/72.

Als Beispiel sei *Bild 1* gezeigt, in dem die Enden des Hartzinkbartes, der sich auf der wegen ihrer stärkeren Lichtspiegelung schwarz erscheinenden Probe abgesetzt hat, parallel zur Probenoberfläche stehen. Dieselbe glatte Abzehrung wurde auch an einer Platte von $80 \times 80 \text{ mm}^2$ aus kohlenstoffreichem siliziiertem Stahl beobachtet, die in 24 h einen Hartzinkklumpen von etwa 2 kg angesetzt hatte.

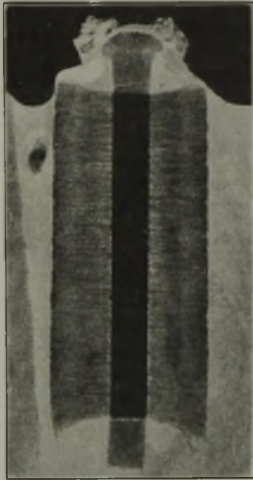


Bild 1. Hartzinkbildung an einem Stahl mit 0,1 % C und 0,4 % Si nach 90 min bei 480° im Zinkbad. (rd. $\times 2,5$.)

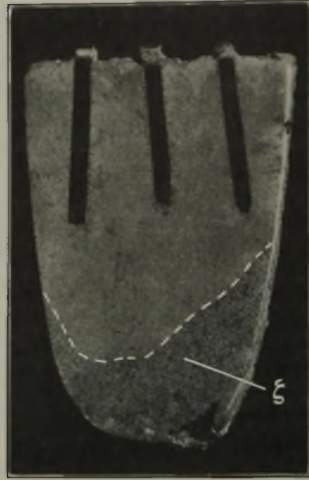


Bild 2. Angriff bei Stahl mit 0,1 % C, 0,3 % Mo und 0,2 % Si nach 5 h im Zinkbad. ζ -Kristalle nach unten gesunken. (rd. $\times 0,75$.)

Welche Größen beschleunigen oder verzögern nun diese flächige Abzehrung? Denkbar sind alle diejenigen, die die Wanderung des Zinkes zum Eisen hemmen, fördern oder die Form der Hartzinkausbildung beeinflussen können, z. B. folgende:

1. chemische Zusammensetzung des Stahles;
2. nichtmetallische Einschlüsse im Stahl bzw. nichtreduzierbare Oxydhäute auf der Stahloberfläche;
3. chemische Zusammensetzung des Zinkbades;
4. Auflockerung des Stahlgefüges durch Kaltverformung vor dem Verzinken;
5. Temperatur und Zeit;
6. äußere Einwirkungen, wie Abdeckung einzelner Teile oder fortgesetztes Beschädigen der Hartzinkdecke.

Einfluß der chemischen Zusammensetzung des Stahles.

Nach den Untersuchungen von W. Püngel, E. Scheil und R. Stenkhoff³⁾ kann die Umsetzung von Eisen und Zink in zwei verschiedenen Arten erfolgen: Bildet sich die dicht abschließende Kristallart FeZn_3 bzw. ihr Mischkristall, so ist der Angriff schwach (Angriffsart I); bleibt die Entstehung von FeZn_3 aus, so bildet sich ein lockeres Kristallgerippe von FeZn_7 , bzw. dieses Mischkristalls, wobei ständig neues Zink mit dem Eisen in Verbindung treten kann, also ein starker Angriff erfolgt (Angriffsart II). Zunächst ist anzunehmen, daß gewisse Legierungszusätze die Reaktion im Bereich der gebräuchlichen Arbeitstemperaturen grundsätzlich nach der einen oder anderen Art hin verschieben können. Darüber hinaus dürften auch innerhalb einer Reaktionsart noch Beeinflussungen der Umsetzungsgeschwindigkeit durch die Höhe der Legierungszusätze möglich sein. Vom Betriebe ist nun die Forderung zu stellen, daß alle Stähle, die für Zinkpfannen gebraucht werden, in einem möglichst weiten Temperaturgebiet die gedrosselte Reaktionsart aufweisen.

Dagegen soll das Verzinkungsgut, sofern es einer nachträglichen Verformung unterzogen wird, eine Hartzinkform ansetzen, die sich noch im Zinkbad von der Unterlage löst.

Die von E. Scheil und H. Wurst²⁾, H. Grubitsch⁴⁾ u. a. angegebenen Zahlenwerte über die Beeinflussung der Hartzinkbildung durch Legierung des Eisens beweisen, wie schwer in die vorhandenen Versuchsergebnisse Uebersicht zu bringen ist. Zum Teil liegt dies auch an unvollständiger Auswertung von Untersuchungen, besonders da, wo es sich um zahlenmäßige Feststellungen handelt. Der Verzinkereibetrieb bevorzugt aus wirtschaftlichen Erwägungen die Angabe des Auflagegewichtes je Flächeneinheit. Diese Zahlen sagen nichts über die Verteilung der einzelnen Gefügeformen innerhalb der Auflage. Die rein metallographische Messung der Hartzinkdicke allein befriedigt auch nicht, da häufig die Dichte der Lagerung, besonders innerhalb der ζ -Schicht, ungleichmäßig ist. Schließlich muß man noch eine Eigenschaft des Hartzinks beachten, auf die bei der bisherigen Besprechung seiner kristallographischen Eigenschaften wenig Rücksicht genommen wurde, nämlich sein Bestreben, sich am Ort seiner Entstehung zu halten oder sich von der Unterlage zu lösen. Für den ersten Fall ist *Bild 1* ein gutes Beispiel, für den zweiten *Bild 2*. Im letzten Falle würde ein Rückschluß von der fehlenden Hartzinkschicht auf eine entsprechende Reaktionsträgheit zu Irrtümern führen.

Deshalb scheint folgendes Vorgehen bei der Prüfung eine eindeutige Uebersicht über die mengenmäßige Umsetzung zwischen Eisen und Zink zu verschaffen:

1. Die einseitige Abzehrung des Eisens wird gemessen oder durch Wägung ermittelt;
2. die Dicke der verschiedenen Eisen-Zink-Gefügeschichten — Γ -Mischkristall mit 21 bis 28 % Fe, δ_1 -Mischkristall mit 7 bis 11,5 % Fe und ζ -Mischkristall mit rd. 6 % Fe — wird gemessen;
3. ergänzend kann man noch feststellen, ob viel ζ -Kristalle in die Schmelze abgeschwommen sind;
4. die Reaktionsdauer ist ebenfalls zu berücksichtigen.

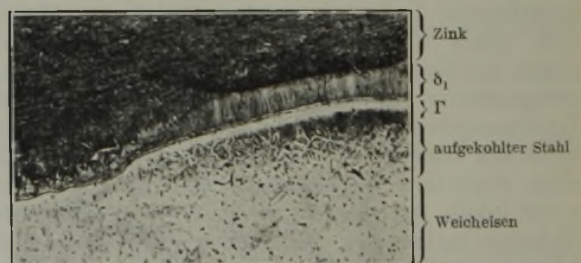


Bild 3. Angriff des Zinkbades auf aufgekohltes Weicheisen. (Schräg angeschliffen.) ($\times 20$.)

Bei Werkstoffen für Zinkwannen sind zweckmäßig Langzeitversuche, bei solchen für Verzinkungsgut Kurzzeitversuche durchzuführen. Die eigenen Versuche über den Einfluß der Legierungszusätze des Stahles wurden vor allem auf die für den Betrieb wichtigen Fragen abgestellt. Bei Untersuchung des Kohlenstoffeinflusses ist man in der günstigen Lage, den Kohlenstoffgehalt in einem Stahlstück durch Zementation stetig zu verändern. Dementsprechend wurden ein technisches Reineisen (mit 0,02 % C, Spuren Si und 0,02 % Mn) und ein weicher unsilizierter Stahl (mit 0,1 % C, Spuren Si und 0,5 % Mn) im Einsatz aufgekühlt und schräg angeschliffen, so daß der Kohlenstoffgehalt in einer Ebene von etwa 0,03 bzw. 0,10 auf 0,8 % zunahm. Die so vorbereiteten Proben wurden in

⁴⁾ Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 1413/46.

einen kleinen, mit Zink gefüllten Tiegel gehängt und 6 h einer Temperatur von 450 und 500° ausgesetzt. Danach wurde die Schmelze abgekühlt und mitsamt der Stahlprobe durchschnitten und zum Schliff verarbeitet. Senkrecht zu dieser Ebene wurden die in Bild 3 bis 5 dargestellten Schliffe gelegt. Bei beiden Stählen ist bei 450 und 500° ein deutlicher Einfluß der Aufkohlung vorhanden. In ihrem Bereich steht über der dünnen Γ -Schicht eine dicke Wand von δ_1 -Kristallen; die helle Zone auf der

Stahlseite ist lediglich eine Aetzerscheinung. Von einem gewissen Kohlenstoffgehalt ab nimmt die δ_1 -Wand schnell an Dicke ab. Zugleich stellt man an der Einknickung in der Grenzebene zwischen Stahl und Zink eine Beschleunigung des Zinkangriffes fest. Anstatt der δ_1 -Kristalle finden sich nur wenige ζ -Kristalle am Eisen; der größte Teil von ihnen ist auf den Boden des Tiegels gesunken. Man ersieht

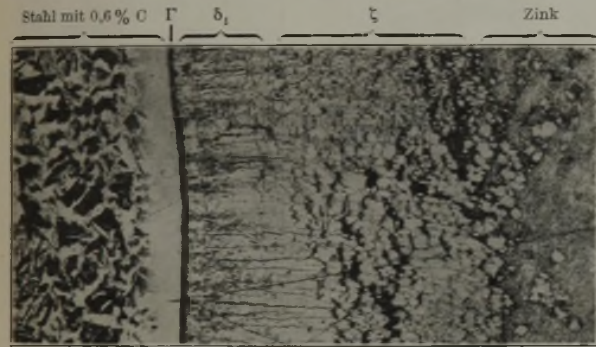


Bild 4. Aufgekohlter Teil.

Zahlentafel 1.
Angriff von Zink in 6 h bei 470° auf Armco-Eisen und silizierten Stahl.

Werkstoff	Zusammensetzung					Dicke der Hartzinkschicht mm	Einseitige Dickenabnahme des Bleches mm
	C %	Si %	Mn %	P %	S %		
Armco-Eisen	0,02	0,00	0,03	0,00	0,00	0,35	nicht meßbar
Siemens-Martin-Stahl	0,19	0,30	0,53	0,03	0,04	7,5	0,4

Zahlentafel 2. Versuche über den Einfluß von Silizium auf den Dickenverlust von Stahlblechen bei zweistündigem Aufenthalt in Zink.

Blech Nr.	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Ursprüngliche Dicke mm	Einseitige Abzehrung in mm nach 2 h bei				
							430°	460°	500°	540°	580°
1	0,05	0,00	0,45	0,06	0,05	0,58	0,15	0,07	0,07	> 0,19	> 0,19
2	0,02	0,68	0,32	0,02	0,05	0,55	0,10	0,11	0,07	> 0,28	> 0,28
3	0,03	2,25	0,25	0,01	0,05	0,53	0,08	0,10	0,11	0,02	0,04
4	0,02	2,74	0,12	0,01	0,02	0,57	0,02	0,11	0,22	0,01	0,01
5	0,03	3,07	0,11	0,01	0,02	0,57	0,04	0,12	0,25	0,01	0,01
6	0,03	3,65	0,05	0,01	0,02	0,38	0,03	0,11	0,20	0,01	0,01

Die in Bild 1 wiedergegebene Probe mit dem stärkeren Hartzinkansatz wurde nach einer 90 min langen Tauchdauer bei 480° erhalten. Der Stahl enthält 0,4 % Si.

Der starke Hartzinkansatz eines Stahles mit 0,7 % C, 0,4 % Si und 0,8 % Mn wurde schon erwähnt. Das Gefüge des Hartzinks besteht größtenteils aus ζ -Kristallen. Bei anderen silizierten Proben, die 5 h im Tiegel dem Zink-

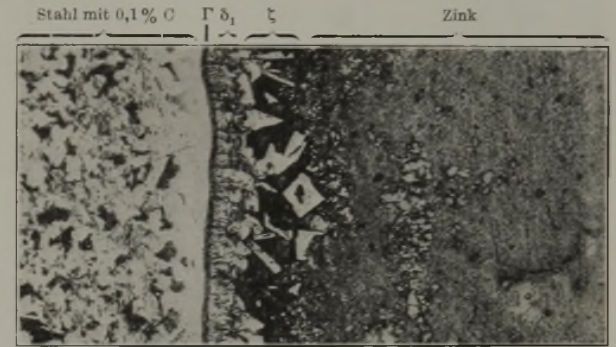


Bild 5. Unveränderter Kern.

Bild 4 und 5. Hartzinkbildung an unsiliziertem Stahl mit 0,1 % C nach Aufkohlung. (rd. $\times 70$.)

daraus, daß auch beim Weicheisen ein schnellerer Angriff eintritt, wenn anstatt des dichten δ_1 -Hartzinks die lockerere ζ -Form gebildet wird. Nun sollte das Weicheisen nach Schriftumsangaben⁵⁾ in dem untersuchten Temperaturgebiet die gedrosselte Hartzinkbildung aufweisen. Die Versuche geben keinen Anhalt, weshalb hier so ausgesprochene ζ -Bildung vorliegt. Auf jeden Fall beweisen sie, daß selbst bei Weicheisen noch eine Verlangsamung des Angriffes durch Legierungsmaßnahmen möglich ist.

Eine erhebliche Wirksamkeit auf die Hartzinkbildung übt auch der Siliziumgehalt des Stahles aus⁶⁾. Die älteren deutschen und amerikanischen Vorschriften⁶⁾, daß der Werkstoff von Stahlgußkesseln kein Silizium enthalten dürfte, beruhen auf berechtigten Erfahrungen. Leider reichen die in Betriebsstatistiken vorliegenden Unterlagen über die Abhängigkeit von Lebensdauer und Stahlzusammensetzung nicht aus, um großzahlmäßig eine in jeder Richtung eindeutige Auswertung zu ermöglichen. Unterschiedliche, durch die Betriebsweise bedingte Belastung bringt noch derartig zusätzliche Einflüsse, daß die Wirkung der Stahllegierung nicht immer klar in Erscheinung tritt. Jedoch können einige andere Beispiele für die Erhöhung der Hartzinkbildung durch Siliziumzusatz angeführt werden.

einfluß ausgesetzt waren, fand sich an der Probenoberfläche nur wenig Hartzink wieder, wogegen erhebliche Mengen den ganzen unteren Tiegelteil als ζ -Kristalle ausfüllten (Bild 2).

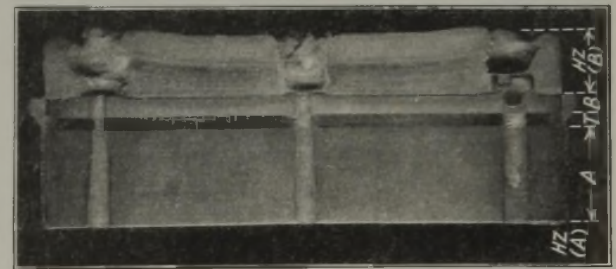


Bild 6. Hartzinkbildung an Blech aus Armco-Eisen (A) und siliziertem Stahl (B). (T = Trennschicht, HZ = Hartzinkschicht.) ($\times 1$.)

Ein weiteres, sehr deutliches Beispiel ist in Bild 6 wiedergegeben. Hier wurde ein Blech aus Armco-Eisen und eines aus siliziertem Stahl unter Anwendung einer Trennschicht miteinander verschraubt und 6 h in ein auf 470° erhitztes Zinkbad gehängt. Die darauf festgestellte Dickenabnahme des Bleches selbst und die Dicke der Hartzinkschicht sind in Zahlentafel 1 angegeben. Weiterhin wurde in der geschilderten Form eine Versuchsreihe über den Einfluß eines höheren Siliziumgehaltes bei verschiedenen Temperaturen durchgeführt, deren Ergebnisse Zahlentafel 2

⁵⁾ Pack: Drahtwelt 32 (1939) Nr. 5, S. 57/60.
⁶⁾ Bablik, H.: Grundlagen des Verzinkens. Berlin 1930. S. 124.

enthält. Bei kurvenmäßiger Darstellung dieser Ergebnisse findet man zwei deutlich voneinander unterscheidbare Gruppen: die eine mit 0,7% Si und darunter, welche im Temperaturbereich zwischen 460 und 500° einen Geringwert der Abzehrung aufweist (Bild 7), während die andere mit mehr als 2,3% Si hier ihren Höchstwert hat (Bild 8).

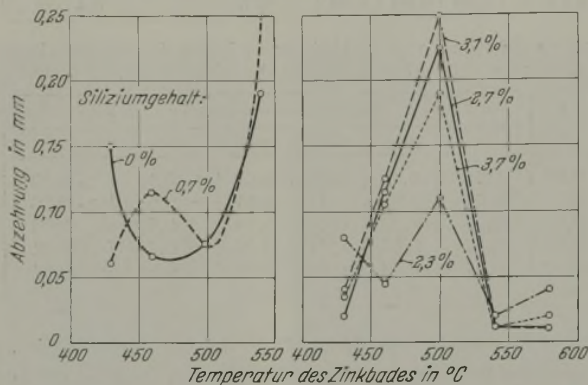


Bild 7 und 8. Einseitige Abzehrung siliziumlegierter Stahlbleche im Zinkbad in Abhängigkeit von der Temperatur. (Reaktionszeit 120 min.)

Es erzeugt einen Höchstwert des Angriffes zwischen 430 und 460°. Mit steigender Temperatur wächst die Größe der ζ-Kristalle auf Kosten ihrer Zahl. Wieder ist auf Nebenerscheinungen hinzuweisen, die auf die Güte der Verzinkung Einfluß ausüben können: An den Schliften in Bild 9 bis 12 erkennt man, daß die höhersilizierten Bleche starke Abspaltungen und Korngrenzenrisse aufweisen. Dies ist der Grund, weshalb solche Bleche überhaupt nicht sauber verzinkt werden können.

Neben den willkürlich beeinflussbaren Legierungselementen üben auch die zwangsläufig vorhandenen, z. B. Stickstoff, einen deutlichen Einfluß aus, wie aus Bild 13 und 14 hervorgeht. Für diesen Versuch wurde auf je eine Stahlplatte eine Deckschicht aus nebeneinanderliegenden Schweißraupen einmal mit einem blanken, einmal mit einem umhüllten Draht im Lichtbogen aufgetragen. Das Schweißgut der blanken Elektroden wurde bei fünfwöchigem Verweilen im Zinkbad erheblich stärker abgezehrt als das der ummantelten. Man erkennt dies besonders deutlich an der scharfen Abgrenzung gegen die Kanten, die in beiden Fällen mit ummantelten Elektroden hergestellt wurden. Erfahrungsgemäß unterscheiden sich die mit ummantelten



Bild 9. 2,7% Si; 430°.

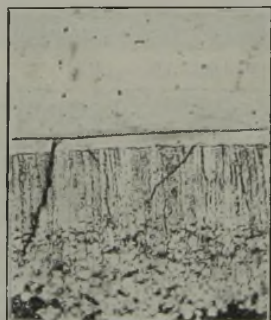


Bild 10. 0,0% Si; 460°.



Bild 11. 2,3% Si; 460°.



Bild 12. 3,1% Si; 540°.

Bilder 9 bis 12. Hartzinkgefüge der siliziumlegierten Proben. (rd. × 75.)

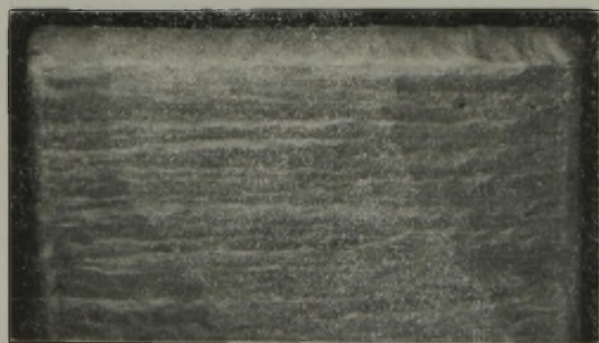


Bild 13. Ummantelte Elektrode.

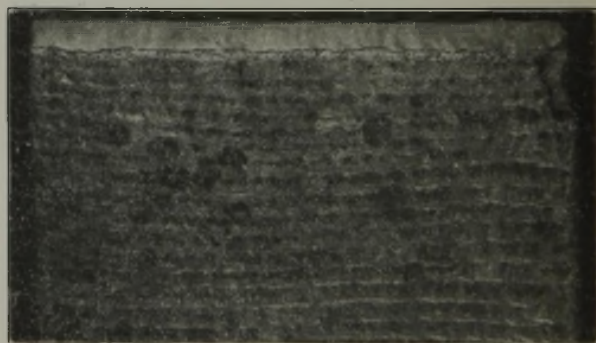


Bild 14. Blanke Elektrode.

Bild 13 und 14. Unterschiedliches Verhalten von Auftragschweißungen mit ummantelten und blanken Elektroden bei fünfwöchigem Verweilen im Zinkbad. (rd. × 0,4.)

Der bei unsiliziertem Werkstoff bei 430° liegende Höchstwert des Angriffes wandert mit steigendem Siliziumgehalt zu höheren Temperaturen — etwa 500° —. Die Stähle mit den höheren Siliziumgehalten — zwischen 2,7 und 3,7% — unterscheiden sich in ihrem Verhalten kaum noch wesentlich untereinander. Die Vergleiche zwischen dem Wert der Abzehrung und dem Aufbau der Hartzinkschicht ergeben nun keinen festen Zusammenhang zwischen beiden. Auch bei langsamem Angriff tritt Bildung von ζ ohne Γ- oder δ₁-Schicht auf. Einige kennzeichnende Gefügebilder sind in den Bildern 9 bis 12 wiedergegeben.

Das Ergebnis der gesamten Beobachtungen über die Wirkung des Siliziums ist folgendes. Silizium fördert die Umwandlung von Γ und δ₁ zugunsten von ζ-Kristallen.

Elektroden hergestellten Schweißnähte von den anderen durch einen erheblich niedrigeren Stickstoffgehalt, allerdings auch durch einen geringeren Sauerstoffgehalt⁷⁾. Ein hoher Gasgehalt wirkt sich somit in Richtung einer erhöhten Angreifbarkeit durch Zink aus. Das ist für alle an Zinkesseln durchgeführten Schweißarbeiten von Wichtigkeit. Immer wieder konnte im Betriebe festgestellt werden, daß porige und damit wahrscheinlich stickstoffhaltige Schweißen von Zink stark angefressen wurden.

Nichtmetallische Einschlüsse können, nur wenn sie in größeren Flächen im Blech vorhanden sind, einen Einfluß auf die Angreifbarkeit des Stahles durch Zink aus-

⁷⁾ Hackert, R., und K. L. Zeyen: Techn. Mitt. Krupp 5 (1937) S. 22/31; vgl. Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 526/27.

üben. Jedoch verhalten sich nicht alle Einschlüsse dem Zinkangriff gegenüber gleichartig. Die in *Bild 15 und 16* wiedergegebenen Schliffe entstammen Schweißstahlproben, die 120 h dem Angriff von Zink ausgesetzt waren. Offenbar werden Eisenoxyde vom Zink reduziert (*Bild 15*). Silikat-haltige Einschlüsse, die sich ebenfalls im Schweißstahl finden, werden nicht reduziert, sondern durchstoßen die Hartzinkschicht unverändert (*Bild 16*). Demnach würden solche Einschlüsse eine gewisse Schutzwirkung ausüben können, sofern sie parallel zur angegriffenen Oberfläche liegen.

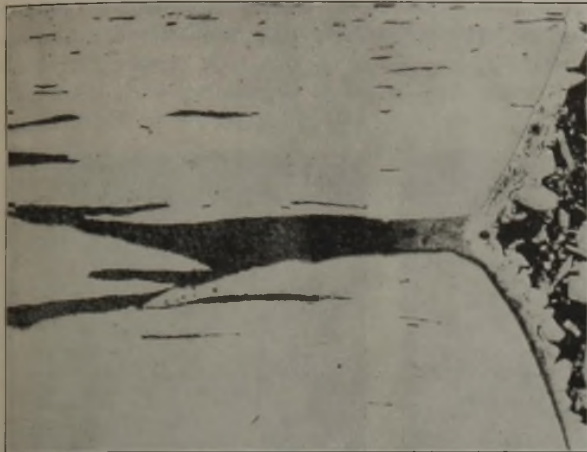


Bild 15. Oxydischer Einschuß in Schweißstahl, vom Zinkbad reduziert. (rd. $\times 75$.)



Bild 16. Silikatische Einschlüsse in Schweißstahl, vom Zinkbad nicht reduziert. (a—a' = Grenze Eisen-Hartzink.) (rd. $\times 75$.)



Fladen

Großer Pilz

Bild 17. Ausblühungen am unteren Teil eines Zinkessels.

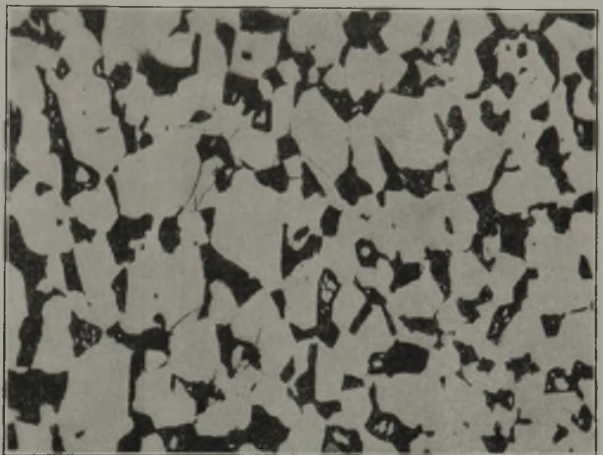


Bild 18.

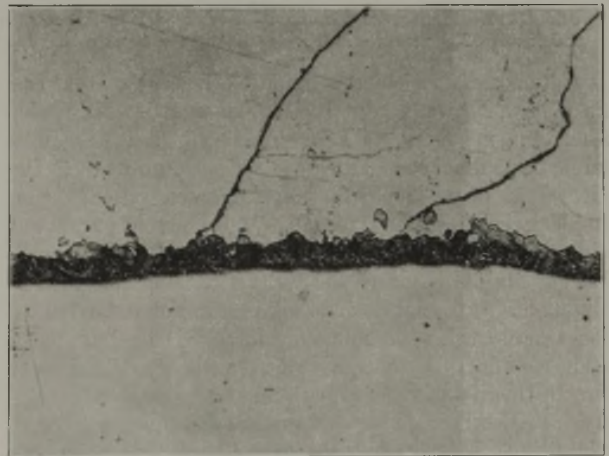


Bild 18 a.

Bild 18 und 18 a. Aufbau der Auswachsungen in Bild 17. [Unten Stahl, darüber Γ -Schicht (dunkel geätzt); anschließend δ_1 -Kristalle, die oben oxydisch zerfallen. (rd. $\times 80$.)]

Besonders wichtig ist die Frage der Reduzierbarkeit der Eisenoxyde für die Herstellung einwandfreier fleckenloser Verzinkungen. An sich sollen Oxydhäute durch Beizen von der Stahloberfläche entfernt sein. Jedoch findet man häufig Zunderschichten, die der Beizsäure außergewöhnlichen Widerstand entgegensetzen. Werden sie nicht vom Zink reduziert, so bilden sie nachher auf der Oberfläche schwarze Stellen, oder sie sind mit einem Zinkhäutchen überzogen, das bei mechanischer Beanspruchung leicht abgewischt wird. Die Schwierigkeiten, die im Betrieb gelegentlich mit derartigen Erscheinungen auftreten, sind nicht gering.

Durch eine vorausgegangene Kaltverformung des Metalles wird beim Angriff ionisierter Flüssigkeiten eine deutliche Erhöhung des Lösungsbestrebens bewirkt. Beim Angriff von flüssigem Zink auf Eisen ist eine ähnliche Wirkung wohl kaum zu erwarten, vor allem auch, weil bei der verhältnismäßig hohen Temperatur bereits ein Abbau der im Stahl herrschenden inneren Spannungen durch

Kristallerholung erfolgen muß. Einige Versuchsergebnisse bestätigen diese Annahme. So wurden auf Stahlproben Eindrücke mit der Brinell-Pressen oder durch Einschlagen von Buchstaben erzeugt und der Einwirkung flüssigen Zinks bei 500° ausgesetzt. Bei der nachherigen metallographischen Untersuchung war weder eine Veränderung in der Hartzinkmenge noch im Hartzinkaufbau zwischen dem verformten und nichtverformten Stahl zu beobachten.

Trotz dieser mehr im Kurzversuch gewonnenen Erkenntnisse könnten bestimmte Beobachtungen doch auf eine

Beeinflussung des Stahles durch Kaltverformung hindeuten. An den unteren Kantengrößeren, aus Stahlblech gebogener Kessel findet man häufig pilz- oder tropfsteinähnliche Auswüchse (Bild 17). Einige dieser Gebilde hatten die Zusammensetzung nach Zahlfentafel 3. Das Gefüge des Pilzes war schwammig (Bild 18), während die Zapfen und Fladen ziemlich dicht aufgebaut waren. Durch Auftropfen von Zink von außen her können diese Auswüchse nicht entstanden sein, denn sie sitzen mit Vorliebe am unteren Teil der Rundung. Auch eine Kondensation von Zinkdampf in dieser merkwürdigen Form ist kaum denkbar, zumal da die Gebilde nach außen zu durch

Zahlfentafel 3. Zusammensetzung von Ausblühungen an Stahlblech-Zinkkesseln.

	Zn %	Fe %	Fe : Zn	Unlösliche Bestandteile %	O ₂ %
Großer Pilz	88,7	6,88	7,2 : 100	0,4	Rest
Langer Zapfen	83,3	5,05	5,7 : 100	1,2	Rest
Fladen	80 ÷ 82	4,7 ÷ 6,1	5,7 ÷ 7,6 : 100	0,6	Rest

in letzter Zeit von H. Bablik und F. Götzl behandelt worden⁸⁾, welche nachwiesen, daß bei kurzen Tauchzeiten der Eisenangriff mit steigendem Aluminiumgehalt geringer, bei längeren größer wird und für Tauchtemperaturen bis 490° ein Aluminiumzusatz eine Erhöhung des Angriffes bewirkt. Abgesehen davon, daß noch manche Fragen der Legierungstechnik selbst zu beantworten sind, treten auch hier Begleitumstände auf, deren technische Beherrschung

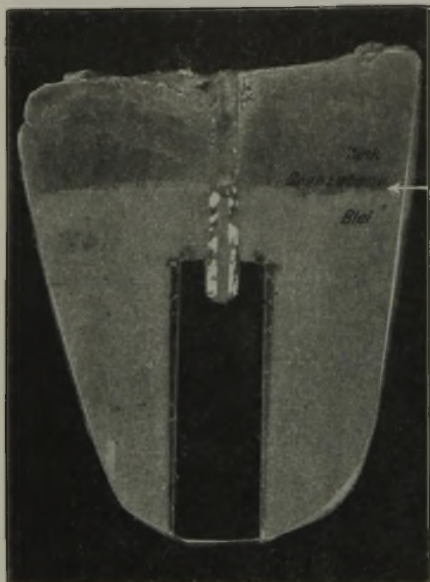


Bild 19. Stahlprobe im Blei-Zink-Bad 120 h auf 425° gehalten. (rd. × 1,2.)



Bild 20. Stahlprobe im Blei-Zink-Bad 120 h auf 450° gehalten. (rd. × 1.)



Bild 21. Stahlprobe im Blei-Zink-Bad 120 h auf 475° gehalten. (rd. × 1.)

Oxydation zerfallen sind, während sie nach der Stahlseite hin völlig dicht aufgebaut sind. Außerdem ist der Eisen-gehalt außen höher, ein Beweis, daß ein Teil des Zinks durch Oxydation oder Verdampfung entfernt wurde. Die teilweise deutliche Schichtung und die Verbreiterung zum Stahlkessel hin lassen auf ein Wachsen von unten her schließen. Man könnte demnach zu der Vermutung kommen, daß das Stahlblech durch die Kaltverformung eine gewisse kapillare Durchlässigkeit für Zink erhält, das unter hohem Flüssigkeitsdruck steht und sich durch feinste Oeffnungen hindurchzwängt. Es bot sich Gelegenheit, die Wand einer derartig ausgewachsenen Zinkwanne eingehend zu unter-suchen. Metallographisch waren unmittelbar mit Zink gefüllte Kanäle nicht zu beobachten. Auch eine Tiefätzung mit 50prozentiger Salzsäure führte zu keinem Ergebnis. Dann wurden aus einem Probestück, von dem die beiden Oberflächenschichten in Dicke von je 25% abgehobelt worden waren, an den Stellen Späne ausgebohrt, an denen besonders starke Auswüchse vorhanden waren. Auch hier war analytisch kein Zink nachzuweisen. Die Ent-stehungsursache dieser Auswüchse muß daher nach wie vor ungeklärt bleiben. Eine unmittelbare Gefährdung der Wannen an derartigen Stellen besteht nicht.

Einfluß des Zinkbades und der Verzinkungsbedingungen.

Die Frage, ob die Legierung des Zinkbades einen Einfluß auf seine Angriffsfähigkeit gegen Stahl ausübt, ist

schwierig ist. So gelang es z. B. lange Zeit nicht, für das durchlaufende Verzinken von Bandstahl aluminium-legierte Bäder anzuwenden, weil die eisernen Abstreif-walzen an der Austrittsfläche des Zinkbades oberflächlich schwarze Flecken ansetzten, die sich auf das Verzinkungs-gut übertrugen. Offenbar handelt es sich dabei um Reaktionserzeugnisse zwischen dem Flußmittel und Alu-miniumverbindungen. Erst der Uebergang auf einen nicht-metallischen Walzenwerkstoff schuf hier Abhilfe.

Unter den Maßnahmen, die durch Behinderung einer unmittelbaren Berührung zwischen Stahl und Zink eine Hartzinkbildung verringern sollen, ist das Blei-Zink-Verfahren⁹⁾ zu nennen, bei dem der größte Teil des Zinkkessels mit flüssigem Blei, auf dem nur eine verhält-nismäßig dünne Zinkschicht schwimmt, gefüllt ist.

Beobachtungen an Kesseln, die trotz dieser Maßnahme am Boden deutliche Hartzinkbildung aufwiesen, führten zu der Vermutung, daß das Zink auch im flüssigen Blei sich zu lösen und von hier aus mit dem Stahl unter Hartzinkbildung umzusetzen vermag. Laboratoriumsver-suche bestätigten diese Vermutung. Sie wurden in der Art durchgeführt, daß Stahlproben durch Porzellanstäbchen in eine Blei-Zink-Schmelze hineingedrückt und fünf Tage auf Temperatur (425, 450, 475 und 500°) gehalten wurden.

⁸⁾ Korrosion u. Metallsch. 14 (1938) S. 350/53.

⁹⁾ Haarmann, R., und W. Rädeker: Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 397/401 u. 405 (Werkstoffaussch. 413).

Bei einer Versuchsreihe waren die Probekörper nur vom Blei umgeben, bei der anderen ragten sie noch in das Zink hinein. Kennzeichnende Proben sind im Schnitt in *Bildern 19 bis 21* wiedergegeben. Im *Bild 19* erkennt man auf der Probefläche eine deutliche, einheitliche Hartzinkschicht, die mit wachsender Entfernung vom Zinkspiegel dünner wird. Das Schliffbild zeigte einen sehr dichten, völlig gleichartigen, von zahlreichen Sprüngen durchsetzten Aufbau; es handelte sich um eine sehr dichte Packung von δ_1 -Kristallen, unter denen eine dünne Γ -Schicht nachweisbar war. Mit steigender Temperatur wird die δ_1 -Schicht bei sonst gleichen äußeren Verhältnissen dicker (*Bild 22*).

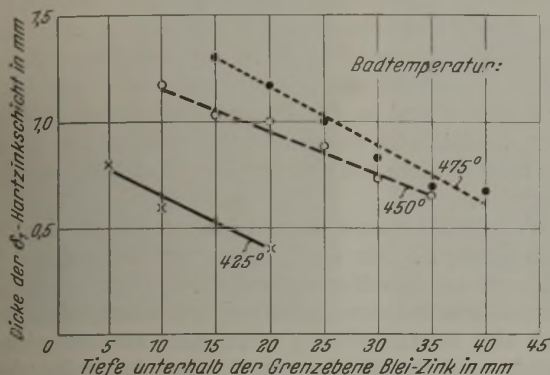


Bild 22. Abhängigkeit der Dicke der δ_1 -Hartzinkschicht von der Badtemperatur und der Tiefe unter der Grenzzebene Blei-Zink.

Ganz anders ist die Erscheinung jedoch, wenn die Stahlprobe in das Zinkbad hineinragt. Die Dicke der δ_1 -Schicht ist jetzt von oben bis unten völlig gleichmäßig (*Bild 20*). Auch hier wächst ihre Dicke mit der Temperatur (*Bild 23*).

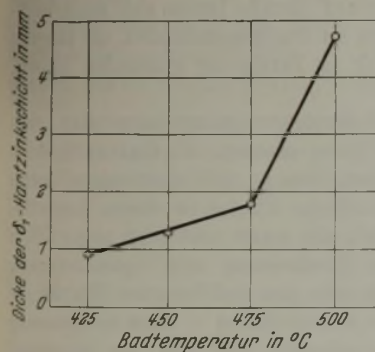


Bild 23. Abhängigkeit der Hartzinkschicht beim Blei-Zink-Verfahren von der Badtemperatur.

ζ -Kristallen (vgl. besonders *Bild 21*). Bei Umsatz der δ_1 -Haut mit der Schmelze zur ζ -Form scheint noch eine Auflockerung in der Packung einzutreten, denn anders ist die in *Bild 21* noch beobachtete Faltung der äußeren Schicht nicht zu erklären. Im Zinkbad werden die ζ -Kristalle durch die Volumenvergrößerung offenbar abgesprengt und sinken zu Boden; bei den vorliegenden Proben war dies wegen des gegendrückenden Bleies nicht möglich.

Durch diese Versuche ist somit bewiesen worden:

1. daß auch das im flüssigen Blei gelöste Zink sich mit Eisen unter Hartzinkbildung umsetzt;
2. daß die Menge des gebildeten δ_1 -Hartzinkes mit steigender Tiefe abnimmt, wenn das Eisen mit dem Zink keine unmittelbare Verbindung hat;
3. daß die Dicke der δ_1 -Hartzinkschicht erheblich zunimmt, wenn das Eisen mit dem Zink unmittelbare Verbindung hat;

4. daß im letzten Falle die Dicke der Hartzinkschicht unabhängig von der Tiefe ist und daß die δ_1 -Schicht sich bereits in erheblichem Umfange in ζ umzuwandeln beginnt;
5. daß bei der Umwandlung von δ_1 in ζ ein starkes Streben nach lockerer Packung entsteht.

Wenngleich laboratoriumsmäßig bei Untersuchung des Temperatur- und Zeiteinflusses auch in höheren Temperaturbereichen eine Verminderung des Zinkangriffes festgestellt wird, so kommt im Betrieb von Zinkesseln erschwerend das Temperaturspiel von Erwärmung und Abkühlung hinzu. Der fast doppelt so große Ausdehnungswert des Zinkes im Vergleich zu dem des Stahles muß beim Abkühlen stets eine Auflockerung der bei höherer Temperatur entstandenen Hartzinkdecke bewirken. Im Betriebe findet man denn auch häufig beschleunigten Angriff und Durchfressung im Bereich der Brenner bei stark beanspruchten Kesseln, zumal da hier erheblich höhere Temperaturen, als sie üblicherweise versuchsmäßig nachgeprüft wurden, möglich sind. Auch beim Verzinkungsgut selbst, das doch verhältnismäßig rasch durch das Zinkbad geführt wird, ist eine Abhängigkeit zwischen der Badtemperatur, Durchziehungsgeschwindigkeit, Abkühlungsgeschwindigkeit einerseits und der auf dem Stahl erzeugten Hartzinkmenge andererseits festzustellen.

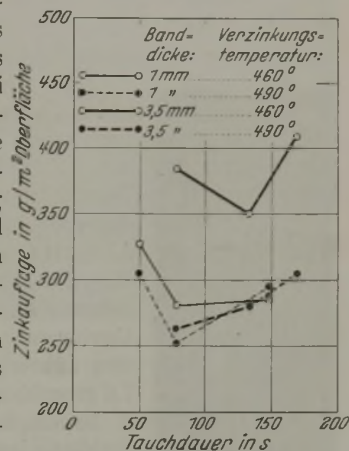


Bild 24. Abhängigkeit der Zinkauflage von der Tauchdauer und Badtemperatur.

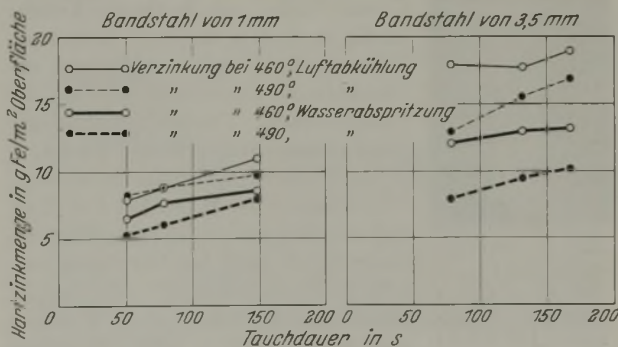


Bild 25 und 26. Abhängigkeit der Hartzinkmenge von Tauchdauer, Badtemperatur und Abkühlungsgeschwindigkeit.

Alle diese Einflüsse lassen sich gut beim Verzinken von Bandstahl, der stetig durch das Zinkbad geführt wird, nachprüfen. Bei entsprechenden Versuchen wurden gewählt:

1. zwei verschiedene Bandstahldicken — 1 und 3,5 mm — bei 40 mm Breite;
2. fünf verschiedene Durchziehungsgeschwindigkeiten von 6 bis 1,8 m/min, dementsprechend fünf verschiedene Verweilzeiten im Zinkbad: 50, 78, 132, 148 und 168 s;
3. zwei verschiedene Badtemperaturen: 460 und 490°;
4. zwei verschiedene Abkühlungsgeschwindigkeiten: Luftabkühlung und Abspritzen mit Wasser.

Das Ergebnis der Messungen ist in *Bild 24 bis 26* zusammengefaßt. Die gebildete Hartzinkmenge wird durch die an Zink gebundene Eisenmenge gekennzeichnet. Aus den Messungen sind folgende Feststellungen ableitbar.

Bei großer Durchziehgeschwindigkeit und dementsprechend kurzer Tauchdauer ist die Zinkauflage hoch. Sie hat bei mittlerer Tauchdauer einen Kleinstwert und steigt darüber hinaus wieder an. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß diese Gesetzmäßigkeit auch bei der Verzinkung von Gasrohren betriebsmäßig ermittelt wurde.

Die Verzinkung bei einer Temperatur von 460° führt sowohl zu höheren Auflagen als auch zu größerer Hartzinkauflage als die Verzinkung bei 490° . Damit ist nicht gesagt, daß bei 490° an sich weniger Hartzink gebildet wird; nur kann dies infolge der Umwandlung von δ in ζ in das Zinkbad abgeschwemmt sein.

Die gebildete Hartzinkmenge wächst im geraden Verhältnis mit der Tauchdauer. Dabei besteht kein wesentlicher Unterschied zwischen dickem und dünnem Bandstahl.

Auch nach dem Verlassen des Zinkbades findet, solange die Temperatur hoch genug ist, noch eine Fortsetzung der Hartzinkbildung auch im festen Zustand statt. Infolgedessen läßt sich die endgültige Hartzinkmenge durch Abspritzen mit Wasser verringern. Wegen des größeren Wärmeinhaltes des dickeren Bandes ist die hier erzielbare Verringerung erheblich höher als bei dem dünneren Band (durchschnittlich 7,6 gegenüber 2,1 g Fe/m² Oberfläche).

Soweit die Hartzinkkristalle auf der Stahlunterlage sitzenbleiben, verhindern sie nach Maßgabe ihres Aufbaues eine unbeschränkte Umsetzung zwischen Eisen und Zink. Jede weitere diffusionshemmende Maßnahme, wie z. B. Abdecken einzelner Flächen, muß daher eine geringere Abzehrung des Stahles zur Folge haben. Aus diesem Grunde findet man in älteren Kesseln häufig an Stellen, an denen Einbauten, Führungsbleche oder ähnliches die Pfannenwand innen berührt haben, die entsprechenden Umrisse erhaben auf der Blechoberfläche stehend wieder.

Im Gegensatz dazu führt das ständige Losschaben des Hartzinks, z. B. an Führungsblechen in Durchlaufkesseln, zu einem erheblich beschleunigten Verschleiß durch Zinkangriff. Als Beispiel sei ein Schnitt durch die obere Wandung eines Kessels ($2000 \times 1000 \times 800$ mm³, Wanddicke 30 mm) für Verzinkung von Kleiseisenzeug wiedergegeben (Bild 27), der bis zu der Ebene AA' mit Blei und zwischen AA' und BB' mit Zink gefüllt war. An einer Stelle in dem am stärksten abgetragenen Gürtel war die Wand so hauchdünn abgezehrt, daß sie vom Zink durchgedrückt wurde. Verursacht wurde dies durch Entlangschaben der mit dem Verzinkungsgut gefüllten Körbe, wodurch der Hartzinkbelag von der Kesselwand immer wieder abgestreift wurde.

Folgerungen.

Aus den Arbeiten von W. Püngel, E. Scheil und R. Stenkhoff sowie von E. Scheil und H. Wurst geht hervor, daß eine gedrosselte Hartzinkbildung mit dem Auftreten der Γ -Schicht zusammenfällt. Man könnte daraus den Schluß herleiten, daß diese Γ -Schicht auch den eigentlichen Diffusionsschutz darstellt. Die vorliegenden Beobachtungen zeigen eine hierüber hinausgehende Möglichkeit. In

Bild 3 bis 5 wurde gezeigt, wie lediglich durch den unterschiedlichen Kohlenstoffgehalt der Proben eine Aenderung im Aufbau der Hartzinkschicht vor sich geht. Dabei wird die Γ -Schicht noch am wenigsten beeinflusst. Dagegen findet am kohlenstoffärmeren Teil eine erheblich schnellere Umwandlung der δ_1 -Phase in ζ statt, und hiermit hängt eine schnellere Abzehrung des Eisens — kenntlich an der Einbuchtung der Probenbegrenzung — zusammen. Im allgemeinen lösen sich die ζ -Kristalle von ihrer Unterlage ab und sinken im Zinkbad zu Boden (Bild 2). Aber auch da, wo sie sich an der Probe halten (Bild 1), wirken sie in keiner Weise diffusionshemmend. Anders dagegen bei der δ_1 -Schicht. Diese stellt der Diffusion des Zinkes zum Eisen hin erhebliche Widerstände entgegen, wie die Zipfelbildung an den Ecken der Stahlprobe in Bild 19 beweist. Durch die streng senkrechte Wachstumsrichtung der δ_1 -Säulen sind an den Probenkanten Rinnen gebildet, denen das Zink auch von den Seiten her auf kürzerem Wege zum Eisen wandern und eine verstärkte δ_1 -Bildung bewirken konnte.

Welche Hartzink-Ausbildung muß nun der Betrieb fordern? Für die Erhöhung der Lebensdauer der Zinkkessel ist die diffusionsfeindliche δ_1 -Phase erwünscht, während man bei dem Verzinkungsgut selber, wenn man schon eine Hartzinkbildung nicht ganz vermeiden kann, möglichst auf die Bildung von ζ hinarbeiten sollte, denn δ_1 ist spröde und zerspringt vielfach schon unter Abkühlungsspannungen. Die ζ -Schicht dagegen ist erheblich verformungsfähiger, schon allein dadurch, daß sie stark mit gut verformbarem Zink (η) durchsetzt ist.

Lochfraß durch den Zinkangriff.

Unter ähnlichen Erscheinungsformen wie beim Angriff ionisierter Flüssigkeiten auf Metalle lassen sich auch lochfraßartige Erscheinungen an Stahlgegenständen, die längere Zeit mit flüssigem Zink in Berührung gestanden haben, beobachten.

Ueber ihren Entstehungsvorgang kann man sich die folgende Vorstellung machen. C. Carius¹⁰⁾ wies nach, daß an den Rändern eines an sich nicht angreifbaren Körpers, der eine metallische Fläche in einem Angriffsmittel teilweise abdeckt, die letzte verstärkt angegriffen wird; man hat diese Erscheinung mit Spaltkorrosion bezeichnet. Denkt man sich den indifferenten Körper — im weitesten Sinne eine Schutzschicht — über die gesamte metallische Fläche ausgebreitet und nur an einzelnen Punkten unterbrochen, so muß unter diesen die Spaltkorrosion lochfraßartige Formen annehmen. Undichtigkeiten oder Auflockerungen in einer Schutzschicht, also auch in einer natürlich gewachsenen Hartzinkhaut, können demnach zu Lochfraß führen.

Uebereinstimmend mit dieser Ueberlegung wurde vorwiegend an solchen Stellen Lochfraß beobachtet, über denen eine Hartzinkschicht lagerte, so die in Bild 28 wiedergegebenen Zerstörungen auf dem Boden von Zinkpfannen oder zeilenförmige Bildungen unter der Hartzinkhaut an den Wandungen einer Pfanne (Bild 29). Ein weiteres Beispiel ist in Bild 30 wiedergegeben. Die abgebildete Walze diente zum Abstreifen der Oxydhaut vom Spiegel eines Durchlaufkessels. Durch die dauernde Kühlwirkung der Luft ist der Verschleiß derartiger Walzen durch Abzehrung gering. Nur an vereinzelt Stellen, an denen das Zink offenbar leichter zum Stahl wandern konnte, haben sich Nester mit verstärktem Angriff gebildet, die mit einem Hartzinkpflock verschlossen sind. Gegenüber der gesamten

¹⁰⁾ Korrosion, Bd. V. Ber. Korrosionstagung Berlin 1935. Berlin 1936. S. 61/72.



Bild 27. Schnitt durch den oberen Teil einer ausgelaufenen Zinkwanne. (rd. $\times 0,3$.)

Schutzschicht stellt also der Hartzinkpflock kein Diffusionshindernis dar. Vor allem scheint die in *Bild 31* dargestellte Schraube, die einige Wochen in einem Hartzinksumpf gelegen hatte, als Beweis für die Lochfraßbildung bei örtlich begünstigter Diffusionsmöglichkeit anzusprechen sein. Vorher war bereits davon die Rede, daß beim Vorhandensein der an sich stark diffusionshemmenden δ_1 -Schicht eine bevorzugte Korrosion an scharfwinkligen Körperkanten wegen des kürzeren Diffusionsweges möglich ist; ähnliche Bedingungen scheinen auch hier vorgelegen zu haben.

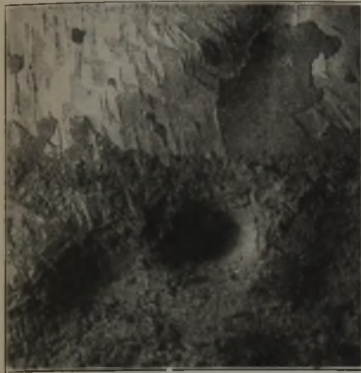


Bild 28. Lochfraßbildungen auf dem Boden eines Zinkkessels. (rd. $\times 0,3$.)



Bild 29. Lochfraß unter der Hartzinkdecke an einer Zinkkesselwand. (rd. $\times 0,6$.)

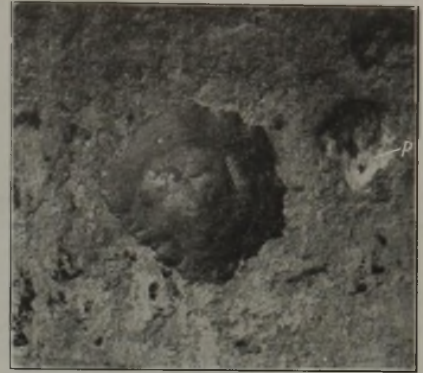


Bild 30. Abstreifwalze mit Lochfraßbildung. (P = nicht entfernter Hartzinkpfropf.) (rd. $\times 0,5$.)

Man ist naturgemäß zunächst beim Auftreten von Lochfraß durch Zink zu der Annahme geneigt, daß es sich hier um Stellen bevorzugter Angreifbarkeit handelt. Daß dies nicht der Fall ist und daß der Lochfraß auch beim Zink lediglich die Folge eines besonders gelagerten Reaktionsvorganges ist, geht deutlich aus *Bild 14* hervor. Hier erstrecken sich einige Löcher über zwei und mehrere Schweißraupen, ohne in ihrer Form beeinflußt zu werden; dies ist von der Werkstoffseite aus nicht zu erklären.

Korngrenzenzerstörung durch flüssiges Zink.

Korngrenzenzerstörung im Stahl durch Zink wurden zuerst an dickeren Band- und Stabstählen, welche in einem Durchlaufkessel verzinkt waren, beobachtet. Der Stahl brach nach dem Verzinken beim Richten oder Aufhaspeln spröde durch. Zuerst wurde die Ursache in Alterung oder Blaubrüchigkeit als Folge ungewöhnlicher Stahlzusammensetzung vermutet¹¹), zumal da sich die Fehler anfangs bei Bandstahl mit mehr als 0,07% P häuften. Dann trat der Fehler aber auch an Bändern von üblicher Zusammensetzung und offenbar guter metallurgischer Beschaffenheit auf. Schlibbilder durch derartige Fehlstellen bewiesen die unmittelbare Einwirkung des Zinks bis in den letzten feinen Rißauslauf. Das flüssige Zink vermag somit in ähnlicher Weise zerstörend auf die Korngrenzen einzuwirken, wie z. B. bestimmte wäßrige Lösungen bei Vorhandensein von Verformungen und elastischen Spannungen.

Nach diesem Beispiel ist es natürlich wichtig zu wissen, ob zur Entstehung des Korngrenzenangriffes durch Zink ebenfalls Verformungen und Spannungen notwendig sind. Die nachfolgenden Beobachtungen sprechen durchaus für diese Vermutung. Die geschilderten Brüche an Band- und Vierkantstahl traten nämlich vorwiegend bei dickeren Abmessungen auf. Da die Kessel verhältnismäßig kurz sind, werden die Bänder beim Durchgang gebogen, und die damit verbundenen Zug- bzw. Druckspannungen in der Außenfaser nehmen mit der Dicke des Bandes zu. Somit ist also ein Zusammenhang zwischen den Korn-

grenzenzerstörungen und Verformungen mit Spannungen durchaus möglich.

Bei der ersten Anwendung der Stumpfschweißung zur Herstellung größerer Gefäße pflegte man die Nähte durch Aufschweißen von Laschen zu verstärken. Im allgemeinen hat man neuerdings auf ihre Anwendung verzichtet, da durch Messungen eine ungünstige Häufung von Spannungen an ihrem Rande nachgewiesen wurden. In elektrisch geschweißten Zinkkesseln hat man ebenfalls versuchsweise zur Entlastung der Schweißnaht Laschen aufgeschweißt.

Und gerade an ihrem Rande, an dem auch nach den theoretischen Berechnungen die höchsten Spannungen auftreten müssen, wurde in mehreren Fällen ein Leckwerden des Kessels festgestellt (*Bild 32*). Verschiedentlich hatte sich die Lasche von ihrer Unterlage gelöst und fand sich im Hartzinksumpf wieder. In ihrem Gefüge waren interkristalline Auflockerungen durch Zink (*Bild 33*) nachweisbar. Beide Beobachtungen sprechen für eine Beschleunigung des Zinkangriffes und Erzeugung interkristalliner Zerstörungen durch Spannungen.

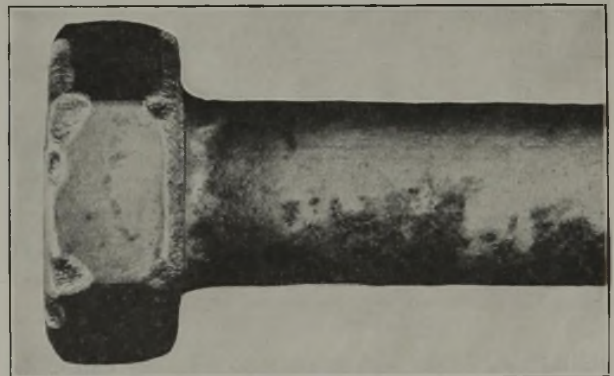


Bild 31. Schraube mit Lochfraß an den Kanten aus einem Zinkkessel. (rd. $\times 0,85$.)

Ganz kurz soll auf ähnliche Zerstörungen bei Barrierenblechen, welche bei der sogenannten Naßverzinkung¹²) die Salmiakschmelze auf einem Teil der Oberfläche zusammenhalten, hingewiesen werden. Dadurch, daß die Bleche unten heiß und oben kalt sind, entsteht im unteren Teil eine Art Wellenbildung mit zahlreichen interkristallin verlaufenden Rissen. Ein Flickern dieser Risse nützt wenig, da in kurzer Zeit auf oder neben den Schweißstellen neue Risse auftreten, wohl ein Beweis dafür, daß die zur Korngrenzenzerstörung notwendigen Spannungen nur gering zu sein brauchen.

¹¹) Vgl. auch Epstein, S.: Proc. Amer. Soc. Test. Mat. 32 (1932) II, S. 293/379.

¹²) Siebel, E.: Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 1382/85.

Zuletzt möge noch an einem Beispiel dargelegt werden, wie das Unbrauchbarwerden großer Zinkkessel mit derartigen interkristallinen Rissen zusammenhängen kann. Ein Stahlgußkessel von 6 m Länge und 80 mm Wanddicke wurde nach einer Gebrauchszeit von 53 Monaten plötzlich leck und zeigte dann im Innern so viel Risse, daß sich eine Instandsetzung nicht mehr lohnte. Das Aussehen einer Rißhälfte, vom Kesselinnern aus gesehen, zeigt



Bild 32. Leckstelle in der Schweißnaht eines Zinkkessels neben Verstärkungslasche.

Bild 34. Aufschlußreich für die Entstehungsursache ist die in etwa 25 mm Entfernung neben dem Riß liegende kreisrunde Oeffnung, die sich bei näherer Prüfung als eine mit Hartzink gefüllte Blase erwies. Bemerkenswert sind die am oberen und unteren Blasenrand auftretenden feinen interkristallinen Risse (R), die offensichtlich

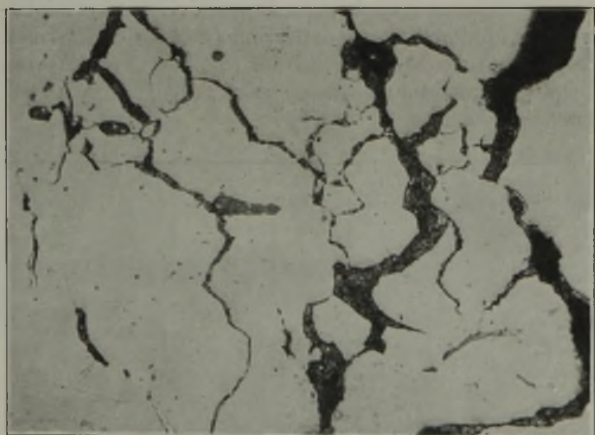


Bild 33. Zerstörung des Gefüges der in Bild 32 abgelösten Lasche. (rd. $\times 300$.)

parallel zu dem großen Riß verlaufen. Es war nun in der betreffenden Verzinkerei üblich, die Stahlgußkessel vor Inbetriebnahme längere Zeit mit Abfallbeize gefüllt stehen zu lassen und dann auszutrocknen. Auf diese Weise wurden alle Gußfehler, Undichtigkeiten und Spannungsrisse durch das nachfolgende Ausblühen von Rost erkennbar gemacht und konnten beseitigt werden. Da sich der vorliegende Kessel bei dieser Prüfung als einwandfrei erwiesen hatte, haben die später freigelegten Blasen offenbar ursprünglich keine Verbindung mit der Oberfläche gehabt. Erst als die Stahlschicht, die sich über den Blasen befand, durch flüchtige Abtragung im Betrieb abgenutzt war, konnte flüssiges Zink in die Oeffnungen eindringen, und von diesem Augenblick an setzte eine verhältnismäßig schnelle Zerstörung des Kessels ein. Die Entstehung der schon erwähnten Risse ist ebenfalls mit einer Korngrenzenbrüchigkeit des Stahl-

gusses zu erklären. Diese sowie alle anderen Risse erstrecken sich in senkrechter Richtung, und ihr paralleler Verlauf untereinander beweist auch hier wieder den maßgebenden Einfluß von Spannungen bei ihrer Entstehung. Verfolgt man die Risse bis in ihre letzten Verästelungen, so findet man in den umgebenden Ferritkörnern starke Verquet-



Bild 34. Rißbildung in einem Stahlguß-Zinkkessel. (rd. $\times 0,8$.)

schungserscheinungen (Bild 35). Der Zusammenhang zwischen den mit Hartzink gefüllten Spalten und den verquetschten Höfen ist so auffällig, daß demnach die Rißbildung von der Einwirkung starker mechanischer Kräfte begleitet gewesen sein muß. Das Bild ist ähnlich wie bei

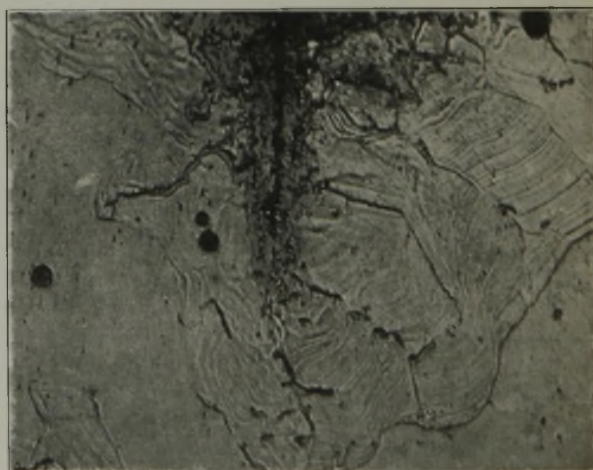


Bild 35. Kornverquetschung am Auslauf eines mit Hartzink gefüllten Spannungsrisses. (rd. $\times 360$.)

gewöhnlichen Spannungsrissen im Stahl, bei denen auch Zwillingbildungen zu beobachten sind; nur ist die Verquetschung im vorliegenden Falle bei der Anwesenheit von Zink viel umfangreicher.

Die Untersuchung eines anderen Stahlgußkessels, der nur kurze Zeit als Zinkwanne gedient hatte und danach mit einer schwachen Säure ausgebeizt wurde, führte zu weiteren Beobachtungen. Bei der Mehrzahl der Risse, die sich auf der Längswand befanden, war der Zusammenhang mit Blasen unverkennbar (Bild 36). Auch hier wieder liefen sämtliche Risse parallel und standen senkrecht zu der Kessellängsachse. Nur in den Ecken, in denen

es infolge der ungleichmäßigen Beheizung und Belastung verständlicherweise leicht zu Spannungshäufungen kommt, traten umfangreiche Risse auf, ohne daß sich Blasen in ihrem Verlauf nachweisen ließen (Bild 37).

Eine weitere Ueberlegung ist für die Erklärung der Rißursache wichtig. Bei den Temperaturen, die die Pfannenwand im laufenden Betrieb erreicht, müßten vom Guß herstammende Eigenspannungen längst ausgeglichen sein. Die Beanspruchungen, die zur Rißbildung führen, können also nur durch Unterschiede in der Temperaturverteilung (Wärmegefälle an der Wand) oder durch das Gewicht der Füllung hervorgerufen sein. Die Wirkung des Füllungs-gewichtes ist nicht unbedeutend, denn bei vielen größeren Wannen kann man nach längerer Gebrauchszeit eine Ausbauchung der Längswand feststellen. Und hierin scheint die Ursache für das gelegentliche Versagen von Zinkkesseln aus Armco-Eisen zu liegen, das für Zinkpfannen vor längerer Zeit, besonders von Amerika aus, empfohlen wurde¹³⁾, da es in der Tat von flüssigem Zink bei üblichen Betriebstemperaturen recht wenig angegriffen wird. Während nämlich üblicher unsilizierter Stahl mit etwa 0,15 % C und 0,5 % Mn eine Dauerstandfestigkeit von 4,5 kg/mm² bei 500° hat, wurde der entsprechende Wert (nach dem gleichen Prüfverfahren) für Armco-Eisen mit nur 3,5 kg je mm² ermittelt. Während Armco-Wannen wegen der geringen flächigen Angreifbarkeit durch Zink an sich eine größere Lebensdauer haben müßten, sind sie somit bei größeren Kesselabmessungen wegen der mit den Ausbauchungen zusammenhängenden Korngrenzenkorrosion gefährdet. Als Abhilfe käme ein Plattieren des Armco-Eisens mit Stahl höherer Warmfestigkeit oder eine Gestaltungsmaßnahme, z. B. eine Ummauerung des Kessels aus Armco-Eisen in Betracht, da die Verwendung höherlegierter Stähle für Zinkkessel wirtschaftliche und technische Schwierigkeiten zu ergeben scheint.

Es ist nun gelungen, die interkristallinen Risse auch künstlich zu erzeugen. Zu diesem Zweck wurden aus dem gesunden Teil der Stahlgußkessel-Wand Ringe ausgearbeitet, auf einen kegelförmigen Dorn aufgekeilt und eine Woche lang in ein Zinkbad eingehängt. An der oberen Seite, die durch die Verspannung eine Aufweitung von etwa 10 % erfahren hatte, waren Risse erkennbar, während auf der unteren Seite tiefe, lochartige Einfressungen entstanden waren.

Die in Bild 34 wiedergegebenen Blasen sind keineswegs mit Lochfraßerscheinungen gleichzusetzen und brauchen daher nicht von vornherein mit Gas gefüllte Hohlräume gewesen zu sein. Für ihre Entstehung genügt vielmehr die Anwesenheit von Stellen mit einer für Zink leichter löslichen Eisenlegierung. Tatsächlich ließen sich in der Nachbarschaft der geschilderten Hohlräume noch ähn-

liche Blasen nachweisen, in denen stark mit Stickstoff und Kohlenstoff angereicherte Gefügebestandteile vorlagen. Diese scheinen demnach von Zink besonders leicht angegriffen zu werden. Vielleicht besteht hier eine Verwandtschaft mit den vom Zink stärker angegriffenen Schweißraupen blanker Elektroden (Bild 14).

Nach diesen Ueberlegungen dürften Blasen und Risse in Kesseln, die aus Blechen zusammengeschweißt wurden, nicht gemeinsam auftreten, da das Gefüge eines Walzbleches weitaus gleichmäßiger als das Gußgefüge ist. Bei Besichtigung mehrerer aus Blech geschweißter Kessel, die im Betrieb leck geworden waren, wurden die geschilderten Fehler auch niemals beobachtet. Weitaus am häufigsten traten hier vielmehr in den geschweißten Ecken oder in der Mitte der Längswand und im Uebergang vom Boden zur Seitenwand Spannungsrisse neben lochfraß-



Bild 36. Zusammenhang zwischen Randblase und Spannungsriß an einem Zinkkessel aus Stahlguß. (rd. $\times 0,75$.)



Bild 37. Spannungsriß in der Ecke eines Stahlgußkessels. (rd. $\times 0,4$.)

artigen Zerstörungen auf. Die Ueberlegenheit des Blechkessels gegenüber dem Stahlgußkessel, die vorwiegend in seiner geringeren Wandstärke besteht, kann in das Gegenteil umschlagen, wenn die Blechdicke zu gering bemessen wird. Die Wand beginnt dann unter dem Gewicht des Zinks sich auszubauchen, in den Ecken treten Verformungen und Spannungen auf, und der Kessel reißt ein. In der Tat kann man Leckstellen an geschweißten Blechkesseln häufig in der Höhe der größten Ausbauchung beobachten.

Zusammenfassung.

Flüssiges Zink kann auf Stahl eine Zerstörung durch flächige Abtragung, Lochfraßbildung oder Korngrenzenzerstörung ausüben. Flächige Abtragung entsteht bei ungestörtem Angriff von Zink auf Eisen. Dabei können eine Reihe von beschleunigenden und verzögernden Faktoren mitwirken. Lochfraß entsteht wahrscheinlich, wenn der Stahl gegen allzu schnelle Abtragung durch Hartzink oder andere Abdeckungen geschützt ist und wenn diese Haut Stellen verminderter Schutzwirkung besitzt. Korngrenzenzerstörung entsteht offenbar durch die gleichzeitige Einwirkung von flüssigem Zink und mechanischen Zugspannungen auf Stahl.

¹³⁾ Imhoff, W. G.: Iron Age 125 (1930) S. 294/97, 633/36, 933/35 u. 1154/55; Hausmann, F.: Drahtwelt 23 (1930) S. 419/21.

Zuschriften an die Schriftleitung.

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

Die Gestaltfestigkeit von Walzen und Achsen mit Hohlkehlen.

In dem Aufsatz von W. Morgenbrod¹⁾ wird als Verbesserung der üblichen Hohlkehlenausrundung bei Querschnittsübergängen eine besondere Formgebung vorgeschlagen (vgl. Bild 5 des Morgenbrodschen Aufsatzes). Leider sind die Ueberlegungen, die zu der vorgeschlagenen Form führten, durch keinerlei Versuche oder Messungen bestätigt, so daß also der Nichtfachmann nicht ohne weiteres ein Urteil darüber fällen kann, ob sich eine solche Hohlkehle für die Anwendung in der Praxis empfiehlt.

Vom wissenschaftlichen Standpunkt aus betrachtet sind die in dem Aufsatz angestellten Ueberlegungen und Schlußfolgerungen als haltlos und unrichtig anzusehen. Verschiedene in der Werkstoffforschung übliche Begriffe, wie Kerbwirkung, Dehnlänge, Entlastungskerbe, Einspannstelle usw., werden in den Darlegungen zwar schlagwortartig ins Feld geführt, jedoch in mißverständlicher und sinnentstellender Weise. Leider kann hier aus Platzmangel nicht auf die einzelnen Punkte eingegangen und sie im einzelnen widerlegt werden. Der interessierte Leser sei darum auf das einschlägige Schrifttum²⁾ verwiesen.

Für den Praktiker seien jedoch zwei Stellen des Aufsatzes herausgegriffen, die nicht nur der wissenschaftlichen Ueberlegung, sondern auch jeder praktischen Erfahrung widersprechen. Dem erfahrenen Konstrukteur ist ohne weiteres klar, daß die am meisten gefährdete Stelle der vorgeschlagenen Form der scharfe Uebergang vom zylindrischen zum kegelförmigen Teil (Punkt A in Bild 5 des Aufsatzes) ist. In dem Aufsatz wird jedoch behauptet, daß die dort auftretende Spannungserhöhung „um so weniger Bedeutung hat, je kleiner r_2 (der Ausrundungsradius bei A) gewählt wird und praktisch von keinem Einfluß ist“.

Demgegenüber ist zu bemerken, daß verschiedene Forscher gefunden haben, daß gerade am Uebergang ein möglichst großer Ausrundungsradius die günstigsten Beanspruchungsverhältnisse ergibt. Als theoretisch beste Form des Querschnittsüberganges bei Zugbeanspruchung wurde von R. V. Baud³⁾ die Randkurve eines ausfließenden Wasserstrahles (Bild 1) ermittelt, die mit entsprechenden Korrekturen auch für Biege- und Verdrehbeanspruchung gilt⁴⁾. Ein der Praxis leichter zugänglicher Vorschlag wurde durch einen elliptischen Uebergang⁵⁾ gegeben, der ebenfalls an der Uebergangsstelle



Bild 1. Entlastungsübergang (Kurve des ausfließenden Wasserstrahls).

den größten Krümmungsradius aufweist. All diese Formen wurden versuchsmäßig erprobt, so daß der genau gegen-teilige Vorschlag, den Ausrundungsradius möglichst klein zu halten, recht wenig erfolgversprechend ist.

An einer anderen Stelle wird bei der Besprechung der Größenabmessungen die neue Hohlkehle gegenüber der normalen Hohlkehle bevorzugt, weil „bei einer Abrundung

mit Kreis mit der Vergrößerung des Halbmessers r... ihre gefährliche Wirkung wächst“. Auch hierüber liegt eine ganze Reihe von Versuchen vor⁶⁾, die im Gegensatz dazu alle gleichermaßen bestätigen, daß die Kerbwirkung an der Hohlkehle mit relativ größerem Ausrundungsradius sinkt.

Vertrautheit mit den heutigen Erkenntnissen der Werkstoffforschung oder ein Blick ins einschlägige Schrifttum hätten dem Verfasser zum Bewußtsein bringen müssen, daß das Problem der abgesetzten Welle so weit als geklärt gelten darf, daß man die neue Hohlkehle nicht als eine Verbesserung gegenüber anderen erprobten Uebergangsformen ansehen kann, worüber ihn auch ein einziger Versuch hätte belehren können.

Darmstadt, im September 1939.

August Thum.

* * *

Es ist nicht zu verstehen, daß der Grundgedanke meiner Vorschläge, den ich für mich in Anspruch nehme, dahingehend überhaupt nicht klar geworden ist, daß die Grundform der Uebergänge von Querschnitten doch erst einmal statisch nach den auftretenden Spannungen festgestellt werden muß, und daß in dem besonderen Falle diese Feststellung bereits zur Beseitigung einer für die Wechselbeanspruchung gefährlichen Kerbstelle in der Kreisabrundung bisheriger Ausführung führt. Die dann in der Konstruktion im Uebergang zum Ballen verbleibende unvermeidliche Kerbstelle muß nach Möglichkeit abgemindert werden. Statisch ist doch die Walze mit ihren Lagern nichts anderes als ein irgendwie belasteter Träger auf zwei Stützen, wobei die Lagerzapfen nur in ihrem zylindrischen Teil als tragend anzusehen sind. Es kann daher niemals einleuchten, daß die frei tragenden Hohlkehlen ihre Form nach anderen Gesichtspunkten finden als nach den Gesetzen der bisher und auch künftig gültigen Festigkeitslehre. Alle Ueberlegungen, die zu einer Formgebung der frei tragenden Hohlkehle führen, die darauf nicht Rücksicht nimmt, können daher unmöglich richtig sein. Die entgegengehaltenen Hohlkehlenformen mit größtem Krümmungsradius werden in der Entgegnung durch Versuchsergebnisse begründet, wie sie in dem Bericht von E. Lehr und R. Mailänder⁶⁾ angeführt sind. Eine Ueberprüfung hat ergeben, daß diese Ergebnisse für die Formgebung der Hohlkehlen an Zapfen von Walzen und gleichbeanspruchten Achsen nicht angewendet werden können.

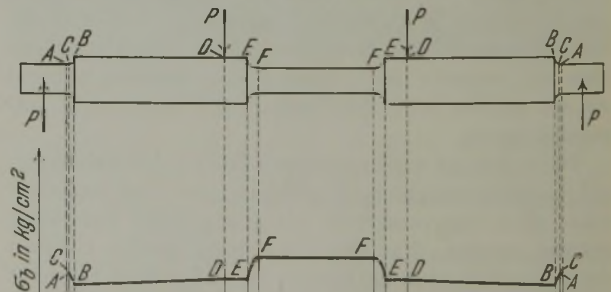


Bild 2. Probestab nach Lehr und Mailänder.

Der in Bild 2 dargestellte Probestab ist der unter Note 6 erwähnten Abhandlung von E. Lehr und R. Mailänder

⁶⁾ Arch. Eisenhüttenw. 9 (1935/36) S. 31/35 (Werkstoffaussch. 307). Peterson, R. E., und A. M. Wahl: J. applied. Mech. 3 (1936) S. A 15/22.

¹⁾ Stahl u. Eisen 59 (1939) Nr. 47, S. 511/14.

²⁾ Lehr, E.: Spannungsverteilung in Konstruktionselementen. Berlin 1934. — Neuber, H.: Kerbspannungslehre. Berlin 1937.

³⁾ Beiträge zur Kenntnis der Spannungsverteilung in prismatischen und keilförmigen Konstruktionselementen mit Querschnittsübergängen. Schweiz. Verb. f. d. Mat.-Prüf. d. Techn. Bericht Nr. 29. Zürich 1934.

⁴⁾ Thum, A., und W. Bautz: Forschg. Ing.-Wes. 6 (1935) S. 269/73.

⁵⁾ Deutler, H., und A. Havers: Jb. Dtsch. Luftf.-Forschg. 1937. Ausg.: Triebwerk. S. 132/36.

(Bild 6) entnommen. Darunter sind die in den einzelnen Querschnitten auftretenden Biegespannungen, wie sie in etwa den Verhältnissen entsprechen, in schematischer Weise angegeben. Die entgegengehaltenen Versuchsergebnisse betreffen die Hohlkehlen, die in der Abbildung mit E F bezeichnet sind. Ein Vergleich mit den zwischen A B an den Laufzapfen vorgesehenen Hohlkehlen zeigt, daß in diesen durch die Verstärkung auf den Ballendurchmesser ein Spannungsabfall erfolgt, während in den Hohlkehlen zwischen E F eine Spannungsanhäufung stattfindet. Die Nichtbeachtung dieses Unterschiedes ist der Fehler, der zu dem Trugschluß geführt hat, daß die sich bei den Versuchen für die zwischen E F liegenden Hohlkehlen ergebende, günstigste Form auch die der zwischen A B liegenden sein müsse. Da bei gleichbleibendem Durchmesser (ohne Absatz) zwischen den angreifenden Kräften P P das zwischen D D liegende zylindrische Stück wegen des konstanten Moments als Träger gleicher Festigkeit anzusehen wäre, ist es nicht möglich, bei bestehendem Absatz einen Träger gleicher Festigkeit vorzusehen, da damit der Absatz wegfallen müßte. Wenn die Querschnittsverringerung zwischen F F bestehen bleiben soll, dann führt jede für die Hohlkehlen zwischen E F gewählte Form zu einer Spannungsanhäufung, die sich je nach Ausführung nur durch ihre Plötzlichkeit unterscheidet. Wenn sich bei den in der Entgegnung von A. Thum erwähnten Versuchen zwischen E F eine elliptische Form oder auch die Berandungslinie des frei ausfließenden Wasserstrahls als günstige Hohlkehlenform ergeben hat,

dann ist das in keinem Zusammenhang mit einer Verbesserung der Form der Hohlkehlen an den Lagerzapfen zu bringen, es soll aber nicht bestritten werden, daß sich hier ein möglichst milder Uebergang mit allmählich ansteigender Spannung immer nur günstig auswirken kann. Es ist aber bei den Hohlkehlen der Lagerzapfen die Möglichkeit der Bildung eines Trägers gleicher Festigkeit gegeben, und an dieser Stelle muß diese Form als günstigste bezeichnet werden. Es kann daher nunmehr geschlossen werden, daß die Begründungen für eine Hohlkehlenform, wie sie sich bei den erwähnten Versuchen innerhalb des konstanten Moments bei Spannungserhöhung ergeben, für die Hohlkehlen der Lagerzapfen hinfällig sind, weshalb auch die daraus gezogenen Folgerungen richtiggestellt werden müssen.

Was die Ausbildung des Ueberganges am Zapfen (vgl. Punkt A in Bild 5 meines Aufsatzes) betrifft, so ist leicht nachzuweisen, daß dieser Uebergang statisch betrachtet scharfkeckig sein kann. Ich gebe aber zu, daß bei Wechselbeanspruchungen die Unstetigkeit dieses Einzelpunktes durch einen, wenn auch kurzen, stetigen Uebergang ersetzt werden muß.

Nachdem die in der Entgegnung gemachten Einwände richtiggestellt worden sind, bedarf es bei der an sich gerechtfertigten Bauart meines Vorschlages nur noch der Feststellung durch den Versuch, wie groß die erzielte Verbesserung gegenüber der Hohlkehle mit Kreisabrundung ist.

Vorst bei Krefeld, im September 1939.

Wilhelm Morgenbrod.

Umschau.

Untersuchung von Siemens-Martin-Oefen zur Verbesserung ihrer Bauart.

Die meisten Arbeiten zur Feststellung der verschiedenen Gasströmungen im Ofen wurden von N. Dobrochotow, G. Puchnarjewitsch und A. Lukaschkow¹⁾ an einem Modellofen vorgenommen. Nur die durch die Unterschiede in der Temperatur und dem spezifischen Gewicht hervorgerufene Gasbewegung im Herdraum mußte an einem in Betrieb befindlichen Ofen untersucht werden, weil sich an einem kleinen Modell keine befriedigenden Ergebnisse erzielen ließen.

Die ermittelten Linien dieser Gasbewegung läßt Bild 1 erkennen. Die in Richtung auf den abziehenden Kopf einströmenden Gas- (a) und Luftmengen (b) verwandeln sich in den Strom der Verbrennungserzeugnisse, dermit Wirbeln über dem Bade weiterzieht. Die Bewegung wird durch den Druck auf der einen und den Zug auf der anderen Seite, also durch Kräfte von außen, ausgeübt. Während der Bewegung des

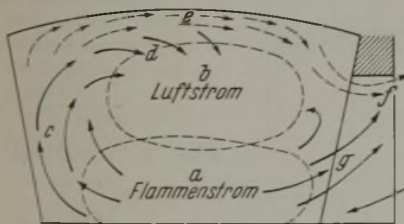


Bild 1. Gasbewegung im Herdraum des Siemens-Martin-Ofens.

Flammenstromes längs des Schmelzraumes steigen Teile davon infolge des Auftreffens auf das Bad und der Begrenzung der freien Ausdehnung des Gasstromes durch die Rückwand an dieser hoch (c). In halber Höhe des Herdraumes ungefähr vermengen sie sich (d) mit dem Luftstrom. Ein unbedeutender Teil dieser Gase geht unmittelbar zum Gewölbe (e), bewegt sich darunter zu den Türen, aus denen er nach außen entweicht (f). Wie nach der Rückwand, so werden nach der Vorderwand durch das Auftreffen des Gasstromes auf das Bad Gasteile abgezweigt, die durch die Türen nach außen schlagen (g). Im Gegensatz zu den sich träge unter dem Gewölbe nach der Tür wälzenden und dort abziehenden Gasen (f), die während der ganzen Schmelzzeit zu beobachten sind, treten die Gase bei (g) nur zeitweise auf.

Die durch die Unterschiede in der Temperatur und in dem spezifischen Gewicht hervorgerufenen Gasbewegungen in

dem Herdraum werden sichtbar bei Herd- und Rückwandausbesserungen, wenn nur kurze Flammen im Herdraum sind und besonders nach Hineinwerfen von ein wenig Teer-Dolomit-Masse auf den Abstich. Diese Gase breiten sich ohne Kraft auf dem Herde aus, ziehen an der Rückwand langsam hoch und wälzen sich unter dem Gewölbe in Kreis- und Wirbelbewegung zu den Türen. Gegen die mechanischen Kräfte der zugeführten Luft und des Gases sind sie für die Hauptbewegungen im Herdraum von untergeordneter Bedeutung. Dieser Umstand gibt die Möglichkeit, die Bewegung der Gase im Herdraum durch entsprechende bauliche Aenderung besonders in den Köpfen zu regeln.

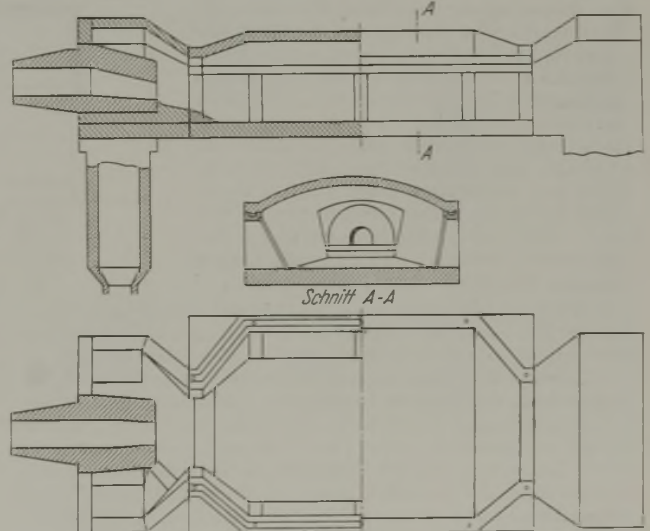


Bild 2. Modellzeichnung des 250-t-Standard-Siemens-Martin-Ofens.

Die Untersuchung der damit zusammenhängenden Fragen wurde, da sie an einem Betriebsofen mit großen Schwierigkeiten verknüpft ist, an einem Modellofen durchgeführt. Zu diesem Zwecke wurde ein zerlegbares, mit zahlreichen Meßstellen versehenes Modell eines üblichen 250-t-Siemens-Martin-Ofens mit Venturiköpfen aus Holz und Glas angefertigt im Maßstab 1:20. Bild 2 zeigt die Bauart des Modells. Für die Zufuhr

¹⁾ Stal 8 (1938) Nr. 8/9, S. 14/23.

und die Bewegung der Luftmassen im Modell sorgten zwei getrennt laufende Ventilatoren. Ein Ventilator von 125 m³/h förderte die Luft in die Wege des Gases, ein solcher von 300 m³ in die der Luft. Die geförderte Luftmenge gab die Möglichkeit, in dem Modell eine Gasbewegung wie in dem entsprechenden Betriebsofen zu erzeugen. Die Druck- und Zugmessungen unter dem Gewölbe im einströmenden und abziehenden Kopf, die Mengemessung der zugeführten Luft und die Luftregelung wurden mit den üblichen Geräten vorgenommen. In den Luftstrom eingeführte Papierschnitzel und am Gewölbe hängende Fäden zeigten die Richtung der Gasströme und ein besonders dafür entworfenes Windrad, das durch das Gewölbe zu allen gewünschten Punkten des Herdraumes geführt werden konnte, die Art und die Richtung der Wirbelhaftigkeit an der Vorderwand und an anderen Stellen an.

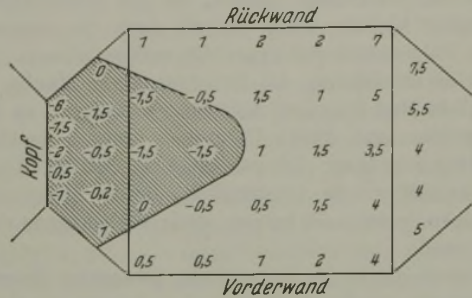


Bild 3. Verteilung des statischen Druckes unter dem Gewölbe in mm Wassersäule.

Die Verteilung des Druckes unter dem Gewölbe ist aus Bild 3 ersichtlich. Auf der einströmenden Seite befindet sich infolge der hohen Gasgeschwindigkeit ein Unterdruck, der sich nach der Austrittsseite zu durch den Uebergang der Geschwindigkeit in statischen Druck in Ueberdruck verwandelt. Undichte Stellen im Gewölbe geben also Anlaß zum Ansaugen kalter Luft an einem Teile und zum Herausdrücken heißer Gase an anderen Stellen des Gewölbes.

Die Untersuchung einer Aenderung des Gaszugneigungswinkels im Ofenkopf, der Gaszugsohlenhöhe über dem Bade, der Gewölbehöhe und der Herdbreite gegenüber der Betriebsausführung brachte folgende Ergebnisse: 1. Wird der Neigungswinkel des Gaszuges von 5° auf 17° steiler gestellt, so liegt die Flamme im zweiten Meßabschnitt durch das Abprallen des Gasstromes vom Bade nicht mehr auf dem Bade, sondern hoch über ihm. 2. Dasselbe tritt bei zu hoch liegender Gassohle einfach durch die zu hohe Lage des Gasstromes ein. 3. Weder durch eine Aenderung der Gewölbehöhe noch der Herdbreite wird die Eigenart der Gasströme geändert; aber es wird der Verschleiß der feuerfesten Steine mit der Verringerung der Schmelzraummasse steigen, wie das auch in den Fällen 1 und 2 unausbleibbar ist. In der Mitte des Herdraumes wird die Flamme gegen die Rückwand abgelenkt. Ein Ansaugen kalter Luft durch die Türen kam als Ursache dafür nicht in Frage, da die Türen am Modell luftdicht verschlossen waren. Klar ersichtlich zeigte sich, daß an den Türpfeilern entstehende und mit großer Energie wirkende Wirbel die Schuld daran tragen.

Wie S. Schleicher und F. Lüth¹⁾ und andere nachwiesen, wird im Herdraum nach der Rückwand zu hauptsächlich Gas abgezweigt, weshalb auch in der Gasschicht unter dem Gewölbe in der Nähe der Rückwand weniger Sauerstoff vorhanden ist als im Durchschnitt des übrigen Herdraumes. Bisweilen sind an der Rückwand sogar unverbrannte Gase zu finden. Dieser Mangel an Sauerstoff in der Gasschicht an der Rückwand ruft durch Zutritt von Luft die allgemein bekannte Erscheinung des Abschmelzens des Gewölbes längs der Rückwand hervor. Um diesem Uebel abzuhelfen, wurden eine Reihe von Versuchen angestellt. Ein Teilerfolg wurde mit einer Schrägstellung des Gaszuges oder der Gas- oder Naphtheadüsen nach der Vorderwand zu erzielt. Entsprechende Versuche wurden an einem Betriebsofen vorgenommen. Sie zeigten jedoch, daß das Mittel nur bei solchen Oefen angewendet werden kann, die einen sehr starken Kaminzug besitzen. War er ungenügend, wurde die Vorderwand von den Flammen bald angegriffen. Einen vollen Erfolg brachte eine Vergrößerung des vorderen, senkrechten Luftschaftes um das

¹⁾ Ber. Stahlw.-Aussch. VDEh. Nr. 124 (1927).

1,2fache des hinteren Luftschaftes. Der Luft- und Flammenstrom verändert sich dadurch in der Weise, daß im ersten Teil des Herdraumes eine größere Luftmenge als vorher nach der Rückwand befördert wird. Bemerkenswert dabei ist, daß diese Aenderung der Luftschaftquerschnitte die Strömungsverhältnisse am abziehenden Kopf nicht beeinflusst. Schon von der Mitte des Herdes ab hört die Einwirkung auf den Flammenstrom auf, nachdem vorher so viel Luft nach der Rückwand geführt worden ist, daß ein Sauerstoffüberschuß an der Rückwand und an dem Gewölbe gewährleistet ist. Statt einer Vergrößerung des vorderen Luftschaftes können auch Prellsteine in der Schlackenammer so angeordnet werden, daß dem vorderen Luftschaft eine größere Luftmenge zugeführt wird. Doch erscheint dieses Hilfsmittel bei einem Betriebsofen unsicher im Erfolg. Die Versuche am Modell-oberofen ließen erkennen, daß eine Verbreiterung des Herdraumes unter sonst gleichen Verhältnissen zu einer erhöhten Haltbarkeit der Wände und des Gewölbes führt. Eine Isolierung des Hauptgewölbes ist zweckmäßig. Außer einer Verminderung der Wärmeverluste, außer dem Temperatenausgleich in der Masse der Steine und somit einem Ausgleich in der Gewölbspannung führt die Isolierung zu einer Abdichtung des Gewölbes. Sie beseitigt bei undichten Gewölben die regelmäßige Wiederkehr des Herausdrückens heißer Gase und des Einsaugens kalter Luft durch die Steinfugen und trägt zu erhöhter Haltbarkeit des Gewölbes bei.

Die Untersuchung an den Schlackenammermodellen verschiedener Bauart wurde mit folgenden Mitteln durch-

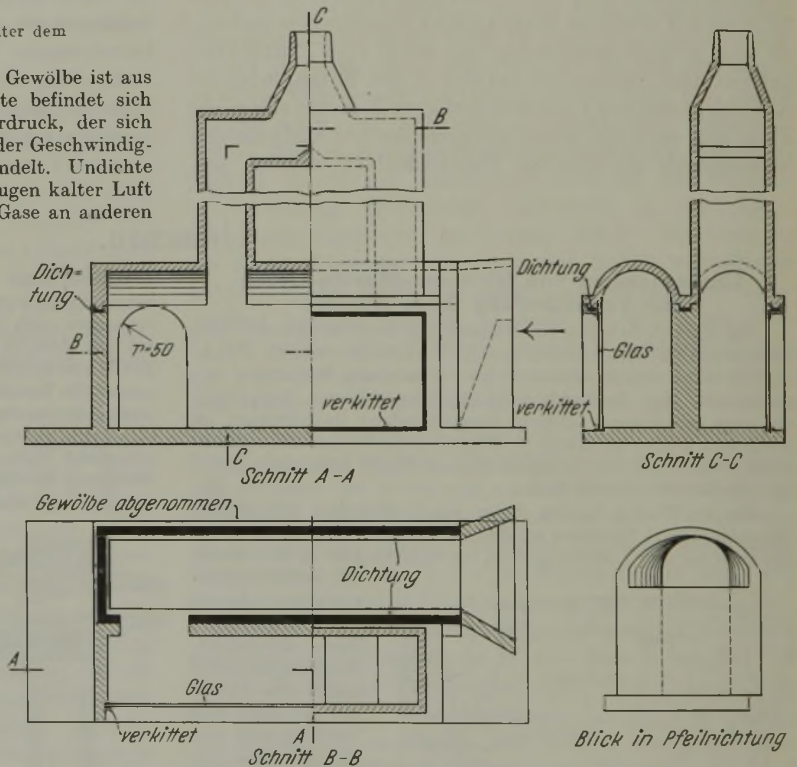


Bild 4. Modell der zweigeteilten Schlackenammer in 1/20 nat. Größe.

geführt: 1. Dem Luftstrom wurden weiße Salzsäure-Ammoniak-Dämpfe zugesetzt. 2. Vom Boden der Schlackenammern wurden trockene Sägespäne und Sand fortgeblasen. 3. An die Wände und Böden der Kammern wurde Papier geklebt, an dem die mit dem Luftstrom eingeblasenen Papierschnitzel hängen blieben. 4. Die Geschwindigkeit der Gasströme wurde mit Pitot-Prandtl-Röhren gemessen.

Die Versuche ergaben, daß mit Verlängerungen, mit Geschwindigkeits- und Richtungsänderungen der Abgaswege sich die besten Ergebnisse für die Schlackenabscheidung erzielen ließen. Eine Zerteilung der Schlackenammer durch Einbau einer Scheidewand mit ausgesparten Durchgangsöffnung (Bild 4) erwies sich als besonders wirksam. Die Abgasbewegung in der unterteilten Luftschaft veranschaulichen die Bilder 5 bis 8. Die Abscheidung des Staubes und der Schlackenteilchen ist mit der Bewegung der Abgase und vor allem mit ihrer Geschwindigkeitsverteilung verbunden. Die größte Staubmenge setzt sich an Teilen ab, die unter den senkrechten Schächten liegen, und an Stellen, an denen sich starke Wirbel bilden. Hier verlieren die Schlackenteilchen an Geschwindigkeit, kommen gegenseitig und

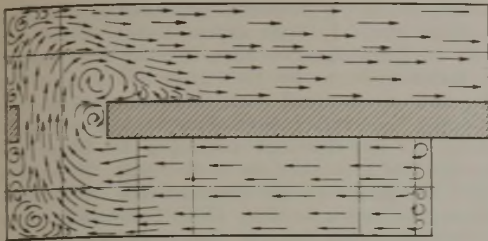


Bild 5. Schema der Abgasbewegung in der Schlacken-kammer.

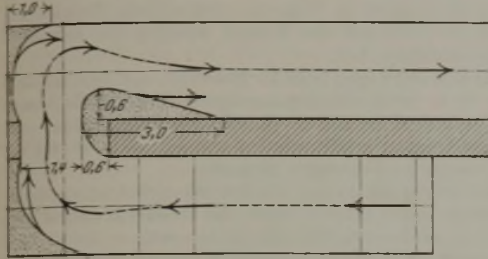


Bild 6. Schema der Abgasbewegung auf dem Boden der Schlacken-kammer. (Maße in m.)

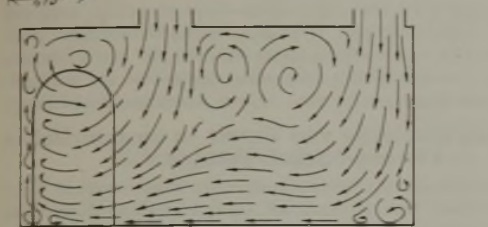


Bild 7. Schema der Abgasbewegung in der ersten Hälfte der Schlacken-kammer.

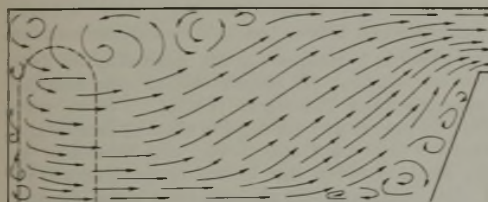


Bild 8. Schema der Abgasbewegung in der zweiten Hälfte der Schlacken-kammer.

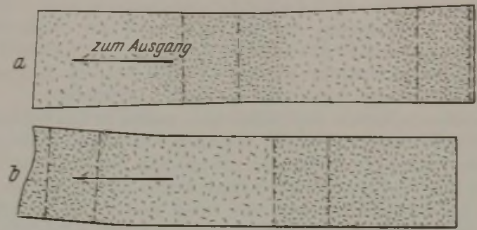


Bild 9. Schema des Anklebens der Papierschnitzel auf dem Boden einer ungeteilten Schlacken-kammer.

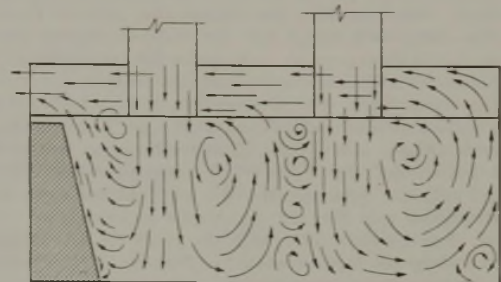


Bild 10. Schema der Gasbewegung in der einfachen Luftschlackenkammer mit einem toten Raum nach der Gießhallenseite zu.

Linie ausgenützt. Eine Verlängerung der Kammer vom Schacht nach der Gitterwerkskammer ist auch hier von Vorteil, aber eine bedeutend bessere Schlackenabscheidung wird durch eine Verlängerung nach der Gießhallenseite zu erreicht.

Die aus der Untersuchung der Schlacken-kammern gezogenen Schlüsse sind folgende: 1. Wenn in anderen Verhältnissen Wirbel- und Umkehr- richtung dem Ausfallen von Staub entgegen- arbeiten, so ist das in der Kammer nicht der Fall, weil hier die Ausscheidung in der Hauptsache durch Haf- tenbleiben der Schlak- ken- und Staubteile geschieht. 2. Die Arbeit

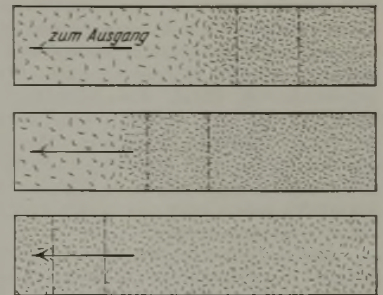


Bild 11. Schema des Anklebens von Papierschnitzeln auf dem Boden der einfachen Gas-Schlacken-kammer bei verschiedener Lage des Schachtes.

mit dem Boden und den Wänden der Schlacken-kammern in Be- rührung. Nach Eintritt in den zweiten Teil der Schlacken-kammer zieht der Gasstrom, in seiner Richtung um 180° gedreht, zum Ausgangsfenster nach der Gitterwerkskammer. Hierbei verliert er an Geschwindigkeit, außerdem wechselt er am Ende der Kammer durch das Aufsteigen zur Feuerbrücke noch einmal seine Richtung. Die zweiteilige Luft- schlacken-kammer stellt eine zuverlässige Lösung für die Schlacken-kammerarbeit dar. Wird aus ihr die Zwischenwand entfernt, so daß ein einziger Raum mit den gleichen Außenmaßen entsteht, ist die Schlacken- abscheidung geringer. Bild 9 zeigt zwei Fälle der Schlackenarbeit auf dem Boden der ungeteilten Kammer. Im Falle a tritt der hintere Luftschacht in die Kammer am äußersten Ende ein, wie es bei den meisten Oefen üblich ist, im Falle b sind beide Schächte mehr nach der Gitterwerkskammer zu versetzt, wodurch ein toter Raum nach der Gießhallenseite zu entsteht. Aus der Abbildung ist die stärkere Schlackenab- scheidung im Falle b zu ersehen. Die Bewegung der Abgase in einer einfachen Luftschlackenkammer mit einem toten Raum an der Gießhallenseite zeigt Bild 10. Bei einem Hüttenwerk wurden die Schächte der Luftschlackenkammern ähnlich wie bei Bild 10 umgebaut mit dem Erfolg, daß die Luftgitterwerkskammern weniger stark als vorher verschlackten.

Bild 11 zeigt schematisch die Ab- lagerung der Papierschnitzel bei drei verschiedenen Lagen des Schachtes in der Gasschlacken-kammer. Im Falle 1 und 2 liegt die Hauptmenge auf der kurzen Strecke nach der Gießhallenseite zu. Näher der Austritts- öffnung nach der Gitterwerkskammer zu ist der Boden im Falle 1 wenig, im Falle 2 etwas besser und nur im Falle 3 auf der ganzen

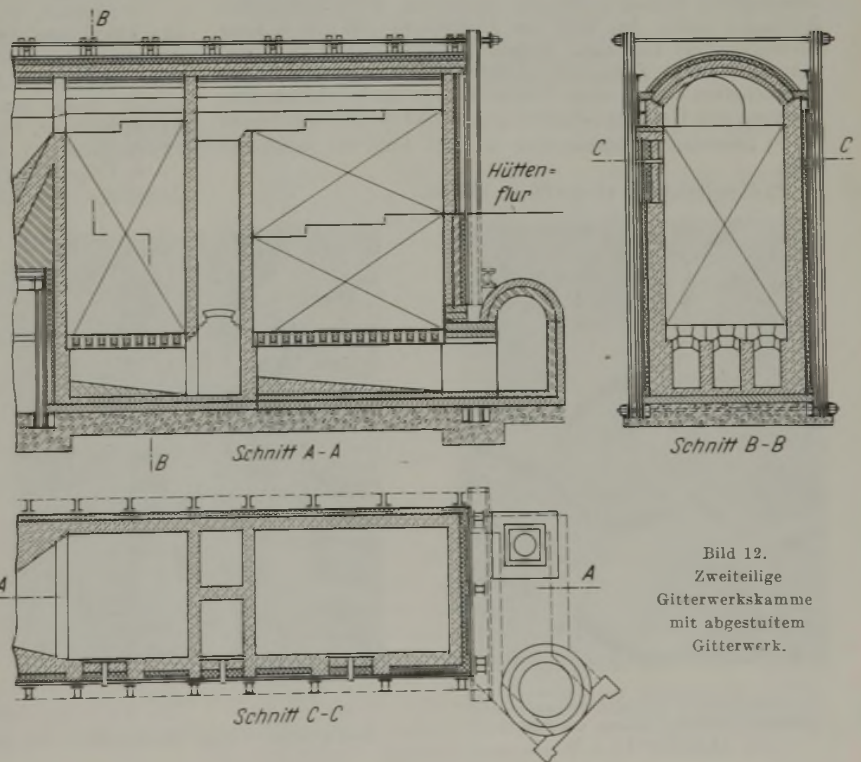


Bild 12. Zweiteilige Gitterwerkskammer mit abgestuimtem Gitterwerk.

der einfachen Gas- und Luftschlackenkammern wird verbessert durch eine Verlängerung der Kammern nach der Gießhallenseite zu. 3. Bei gleicher Größe arbeitet die zweiteilige Kammer besser als die einteilige, weil die großen Wandflächen, die langen Wege und die Wirbel das Ankleben von Staub begünstigen.

Die oberen Reihen des Silikamauerwerkes in den Gitterwerkskammern, besonders in denen der Luft, schmelzen leicht ab und verstopfen durch das Abtropfen die unteren Lagen. Eine Unterteilung der Luftgitterwerkskammern in eine an der Feuerbrücke liegende kleinere und eine durch senkrechte Schächte mit ihr verbundene größere bringt gute Abhilfe (Bild 12). Die kleinere und heißere wird mit großen, dicken Steinen ausgegittert, die so weite Schächte bilden, daß ein Verstopfen nicht so bald eintreten kann. Die Verteilung der Abgase über und der Frischluft unter dem Gitterwerk hängt von der Geschwindigkeit und der Richtung der Gasbewegung ab. Infolge der Beharrungsvermögenkräfte haben die Abgase sowie die Luft das Bestreben, weit in die Kammern vorzustoßen. Um zu erreichen, daß die heißen Abgase und die kalte Frischluft auf möglichst gleichen Wegen durch das Gitterwerk ziehen, sind große Eintrittsöffnungen anzuordnen. Ebenso leisten auf der Feuerbrücke aufgemauerte, richtunggebende Prellböcke gute Dienste, wie auch Abstufungen in der Gitterwerkshöhe vom Eingang der Abgase an ansteigend vorteilhaft sind. Für die Luft sind gleichfalls große Eintrittsöffnungen und eine ansteigende Kammer- und Bodenplatte von Nutzen. Fritz Boettcher.

Verwendung von Aluminium zur Desoxydation und Legierung von Eisen und Stahl.

Die Reichsstelle für Metalle hat vor kurzem eine Anordnung 47 herausgegeben¹⁾, durch die die Verwendung von Aluminium, Magnesium und deren Legierungen in jeder Form und jedem Verarbeitungsgrad, auch in Form von Plattierungen, Ueberzügen und sonstigen Deckschichten für alle Erzeugnisse und Zwecke verboten wird, soweit nicht die Reichsstelle für Metalle ausdrücklich Ausnahmen bewilligt. Zu den in der Anordnung selbst erwähnten Ausnahmen, die die Eisenindustrie angehen, gehören Schlackenformen, Windformen und die Desoxydation von Stahl. Die Leichtmetalllegierungen dürfen für diese Zwecke nur durch solche Betriebe verwendet werden, die für die gleichen Erzeugnisse oder Zwecke nachweislich den gleichen Werkstoff in der Zeit vom 1. April 1939 bis zum Inkrafttreten der Anordnung — 1. Oktober 1939 — erlaubtermaßen verwendet haben oder die hierfür eine besondere Genehmigung der Reichsstelle erhalten.

Aus Erläuterungen, die H. Hertrich zu dieser Anordnung 47 der Reichsstelle für Metalle gibt²⁾, sei folgendes hier erwähnt. Die Entwicklung der letzten Jahre ließ eindeutig erkennen, daß die großzügige Art der Verteilung des Aluminiums, das neben Magnesium als einziges Metall in Deutschland noch nicht bewirtschaftet wurde, nicht ausreichte, um die Deckung nationalwirtschaftlich wichtigen Bedarfs zu sichern. Zwei Verbraucherrichtungen haben den Weg des Aluminiums und damit seine Versorgungslage bestimmt. Einmal verlor es immer mehr den Charakter eines Austauschwerkstoffes. Die Kenntnis seiner Eigenschaften wurde nicht zuletzt infolge der wirkungsvollen Beratung und Werbung Allgemeiner, so daß es sich immer mehr

¹⁾ Deutscher Reichsanzeiger Nr. 225 vom 26. September 1939.

²⁾ Metallwirtsch. 18 (1939) S. 853/56.

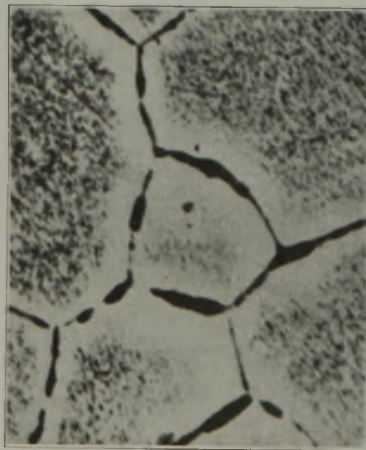


Bild 1. Niederschlag von Eisenoxyd an den Korngrenzen und im Korninnern eines bei 600° geglühten Stahles mit 0,09 % C, 18 % Cr und 8 % Ni.



Bild 2. 50 % Kaltverformt.

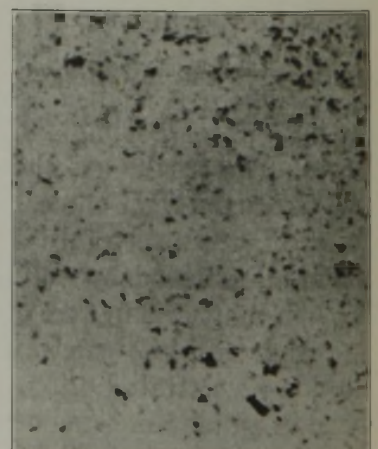


Bild 3. 50 % kaltverformt und 144 h bei 600° angelassen.

Bild 2 und 3. Gefüge von Stahl mit 18 % Cr und 8 % Ni nach Aetzung mit Eisenoxydlösung.

seine ureigensten, durch die Werkstoffeigenschaften bedingten Anwendungsgebiete erschloß. Zum andern freilich wirkte sich die Werbung für das Aluminium, vor allem aber das Wort von den unbegrenzten Rohstoffmengen bei Uebergang auf Ton als Erz sehr nachteilig aus. So entstand nach Hertrich auch die unsinnige Auffassung, man müsse Aluminium wählen, weil seine Devisenbelastung nur ein Bruchteil derjenigen des Eisens sei. Viele Fehlleitungen von Aluminium waren die Folgen. Es mußten daher über kurz oder lang auch hier weitergehende Bewirtschaftungsmaßnahmen vorgesehen werden. Diese Feststellung möge lediglich der Begründung der Tatsache dienen, daß die Lenkung des Leichtmetalleinsatzes im Zuge der natürlichen Entwicklung liegt und daß der Ausbruch des Krieges lediglich den Zeitpunkt ihres Beginns bestimmt hat.

In seinen Erläuterungen hebt H. Hertrich ausdrücklich hervor, daß über die in der Anordnung angeführten Ausnahmen hinaus auf Antrag für zahlreiche andere Gebiete ebenfalls laufend oder einzeln Genehmigungen erteilt werden können, so z. B. für die Herstellung von hitzebeständigen Stählen.

In Beantwortung der Frage, welcher Werkstoff an die Stelle der Leichtmetalle treten könnte, wird von Hertrich neben Zink und Zinklegierungen ausdrücklich das Eisen erwähnt, das vielfach als Austauschstoff in Betracht komme. Wo seine chemische Beständigkeit gegenüber dem Aluminium nicht ausreicht, muß von Email- oder Lacküberzügen Gebrauch gemacht werden. Auch Plattierungen und Ueberzüge anderer Metalle auf Eisen kommen in Frage, wenn es notwendig sein sollte, besonders der Verbundwerkstoff Eisen-Aluminium bzw. Eisen-Aluminiumlegierungen.

Die Sichtbarmachung von Ferrit in austenitischen Chrom-Nickel-Stählen.

Wie aus zahlreichen Untersuchungen an Stählen mit 18 % Cr und 8 % Ni über den Kornzerfall (interkristalline Korrosion) durch Ausscheidung von Chromkarbid hervorgeht¹⁾, ist die Ausscheidung des Chromkarbids mit der Bildung einer neuen magnetischen Phase, des α -Eisens, verbunden.

J. Wulff²⁾ gibt ein Verfahren an, um mikroskopisch dieses α -Eisen sichtbar zu machen. Er benutzt hierzu eine kolloidale Lösung von magnetischem Eisenoxyd (Fe_2O_3). Die zu untersuchende Probe wird poliert und auf den Pol eines kleinen Elektromagneten gebracht. Gibt man nun, bevor der Stromkreis geschlossen wird, einen Tropfen der kolloidalen Eisenoxydlösung auf die polierte Probenfläche, dann erscheint diese Stelle bräunlich, ohne daß aber die einzelnen Eisenoxydteilchen erkennbar sind. Schließt man aber den Strom, dann scheiden sich die Eisenoxydteilchen an den Stellen der Probe aus, die magnetisch sind, also an den Stellen, an denen sich α -Eisen gebildet hat. Man läßt nun den Tropfen eintrocknen und beobachtet dann ein Gefüge, wie es beispielsweise in Bild 1 wieder-

¹⁾ Strauß, B., H. Schottky und J. Hinnüber: Z. anorg. allg. Chem. 188 (1930) S. 309/24; vgl. Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 1473. Aborn, R., und E. C. Bain: Trans. Amer. Soc. Steel Treat. 18 (1930) S. 837/93. Krivobok, V. N., und M. A. Grossmann: Trans. Amer. Soc. Steel Treat. 18 (1930) S. 808/36. Schafmeister, P.: Arch. Eisenhüttenw. 10 (1936/37) S. 405/13 (Werkstoffaussch. 370).

²⁾ Progr. Rep. Corr. Res. Comm., Mass. Inst. Techn. Nr. 1, Cambridge, Mass. (1936) und Nr. 3 (1937).

gegeben ist. Längs den Korngrenzen sind die Eisenoxydteilchen zur Abscheidung gelangt. Aber auch im Korninneren hat sich Eisenoxyd niedergeschlagen. Dies hängt damit zusammen, daß durch das Polieren eine gewisse Kaltverfestigung eingetreten ist, wodurch ebenfalls die Bildung von α -Eisen hervorgerufen wird. Um daher nur die Stellen kenntlich zu machen, an denen sich durch die Chromkarbidausscheidung α -Eisen gebildet hat, poliert man die Proben nach dem Eintrocknen des Tropfens schwach ab. Das gewonnene Gefüge hat große Ähnlichkeit mit dem Gefüge, das nach üblicher Aetzung an der gleichen Probe erhalten wird und das die Ausscheidung des Chromkarbids an den Korngrenzen erkennen läßt. Durch die Abscheidung des kolloidalen Eisenoxyds werden nur die Stellen gekennzeichnet, die magnetisch sind, also das α -Eisen selbst, und nicht die Chromkarbide, die ja, wie anderweitige und eigene Untersuchungen von Wulff gezeigt haben, unmagnetisch sind.

Bild 2 zeigt das Gefüge eines Stahles, der um 50 % kaltverformt und mit der kolloidalen Eisenoxydlösung geätzt wurde, wobei zunächst poliert, dann geätzt und nochmals schwach poliert wurde. Die gleichen Proben wurden dann 144 h bei 600° geblüht, wodurch das Chromkarbid unabhängig von den ursprünglichen Korngrenzen zur Ausscheidung gelangt. Gleichzeitig hat sich an diesen Stellen α -Eisen gebildet, das durch die Eisenoxydlösung sichtbar gemacht werden kann (Bild 3).

Dieses Aetzverfahren gestattet, die Bildung von Ferrit in austenitischen Chrom-Nickel-Stählen zu verfolgen und die magnetischen Sättigungsmessungen, die üblicherweise zum Nachweis von α -Eisen herangezogen wurden, zu ergänzen.

Hans Hougardy.

Eisengewinnung in Norwegen.

Zur selbstverständlichen Grundlage jeder Großmacht gehört auch eine Eisenindustrie. Aber auch für die Unabhängigkeit der kleineren Staaten ist eine eigene Eisengewinnung von wesentlicher Bedeutung. Manche dieser Länder hatten in früheren Zeiten in beträchtlichem Umfange Eisen gewonnen, konnten diese Industrie aber gegen Ende des vorigen Jahrhunderts in Anbetracht der in Mitteleuropa und England aufstrebenden Groß-eisenindustrie nicht mehr aufrechterhalten.

Auch Norwegen ging diesen Weg¹⁾. Die früheren Holzkohlenhochöfen mußten ausgeblasen werden. Das wasser-kraftreiche Land hat die Wiedererhebung seiner Eisengewinnung auf der elektrischen Energie aufgebaut und in dieser Richtung auch Pionierarbeit geleistet, deren Ergebnis vor allem der Tysland-Hole-Ofen ist²⁾. Nach Ch. Roestad³⁾ befinden sich 15 derartige Öfen in Betrieb oder in Bau (zwei davon arbeiten in Norwegen). Der norwegische Staat hat einen Ausschuß ernannt zur Prüfung der Frage, ob die Errichtung eines Hüttenwerkes (Roheisenanlage, Stahl- und Walzwerk) für Norwegen zweckmäßig sei. Dieser Ausschuß hat im März dieses Jahres

das Ergebnis seiner Studien bekanntgegeben. Es ist in den Arbeiten von H. Martinsen¹⁾ und T. C. Hagemann²⁾ gekennzeichnet. Der Vorschlag geht dahin, ein Hüttenwerk mit einer Leistung von jährlich 110 000 t Walzzeugnissen zu errichten. Der Ausbau soll in zwei Stufen erfolgen; die erste Stufe soll eine Erzeugung von 55 000 t je Jahr besitzen. Der fertige Ausbau soll unmittelbar 600 Mann und 1200 mittelbar beschäftigen. Das Hüttenwerk soll ein Kernpunkt für eine weitere Industrie, ein „Eisenzentrum“, sein. Das Roheisen soll in vier (für den ersten Ausbau in zwei) Tysland-Hole-Öfen von je 12 000 kVA Leistung und 30 000 t Roheisenerzeugung jährlich gewonnen werden. Als Energiequelle soll das Kraftwerk Glomfjord (Nord-Norwegen) dienen, das für 54 000 kW ausgebaut ist und nur etwa 12 000 kVA abgibt. Für die erste Stufe stände also genügend Energie zur Verfügung; eine Erweiterung des Kraftwerkes ließe sich billig durchführen.

Das Roheisen soll verblasen und zur Erreichung besonderer Güte im elektrischen Lichtbogenofen behandelt werden. Hierfür sind zwei Konverter von 18 000 t und ein Elektroofen von 30 000 t Jahresleistung vorgesehen. Für den zweiten Ausbau ist ein Roheisenmischer in Aussicht genommen. Für die Anlagekosten werden folgende Angaben gemacht:

	Erster Ausbau	Gesamter Ausbau
Roheisenanlage	Mill. norweg. Kr 4,2	7,0
Stahlwerk	Mill. norweg. Kr 3,0	3,5

Für das Grobwalzwerk (Block-, Profil- und Blechwalzwerk) wird ein Anlagekapital von 9,5 Mill. Kr angegeben, für das Feinwalzwerk — dessen Errichtung aber nur von einer Minderheit im Ausschuß vorgeschlagen wird — ein solches von 3 Mill. Kr. Die Zusatzbetriebe sollen im ersten Ausbau 2,8, insgesamt 3,8 Mill. Kr kosten. Die Gesamtanlagekosten würden also (beim ersten Ausbau ohne das Feinwalzwerk), aber unter Berücksichtigung eines Betriebskapitals von 3 Mill. Kr für den ersten, von 5 Mill. Kr für den gesamten Ausbau, rd. 23 Mill. Kr für den ersten, rd. 32 Mill. Kr für den gesamten Ausbau betragen.

C. W. Karsten³⁾ gibt eine Uebersicht über die norwegischen Eisenerze und kommt zu dem Schluß, daß sie für die Verhüttung auf Grund ihres niedrigen Eisengehaltes einer Anreicherung bedürfen. Er gibt an, daß seit den Feststellungen des internationalen geologischen Kongresses 1910 keine wesentlichen neuen Erzvorkommen gefunden worden seien, und daß deshalb noch heute mit den damaligen Angaben gerechnet werden könne: etwa 175 Mill. t, umgerechnet auf Schlich, entsprechend etwa 110 Mill. t Eisen. In einer früheren Veröffentlichung⁴⁾ ist der Erzzvorrat (Roherz) zu etwa 350 Mill. t angegeben, der unter der Annahme eines Eisengehaltes zu einem Drittel etwa die gleiche Eisenmenge ergibt. Darüber hinaus besitzt Norwegen noch große Mengen eisenhaltiger Mineralien, die aber heute noch nicht zu verwerten sind.

Robert Durrer.

¹⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 273/74.

²⁾ Stahl u. Eisen 45 (1925) S. 631/33; 57 (1937) S. 273/74; 58 (1938) S. 413/14; 59 (1939) S. 576/77.

³⁾ Tekn. Ukebl. 86 (1939) S. 179/80.

¹⁾ Tekn. Ukebl. 86 (1939) S. 185/89.

²⁾ Tekn. Ukebl. 86 (1939) S. 189/91.

³⁾ Tekn. Ukebl. 86 (1939) S. 195/96.

⁴⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 273/74.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen.

(Patentblatt Nr. 44 vom 2. November 1939.)

Kl. 1 a, Gr. 7, G 94 628. Vorrichtung zur ununterbrochenen Naßscheidung schwererer Bestandteile von leichteren aus körnigen Gemengen. Erf.: Dipl.-Ing. Felix Rauschenbusch, Kirchen (Sieg). Anm.: Gutehoffnungshütte Oberhausen, A.-G., Oberhausen (Rhld.), Carl Theodor Rauschenbusch und Felix Rauschenbusch, Kirchen (Sieg).

Kl. 7 a, Gr. 27/01, S 124 080. Weichenartige Zuführungsvorrichtung für die aus einem Ofen austretenden Knüppel zu den Kalibern eines mehrkalibrigen Walzwerks. Siegener Maschinenbau, A.-G., Siegen, und Hermann Buch, Dahlbruch i. W.

Kl. 18 c, Gr. 10/03, G 96 311. Tiefofen mit ringförmigem Ofenraum. Josef Gassen, Potsdam.

Kl. 24 c, Gr. 5/01, K 146 481. Turmartiger Erhitzer (Cowper) für gasförmige Stoffe. Erf.: Willy Lindner, Essen. Anm.: Heinrich Koppers, G. m. b. H., Essen.

Kl. 31 c, Gr. 18/01, D 76 824. Verfahren zur Herstellung von Muffenrohren. Erf.: Albrecht von Frankenberg und Ludwigsdorf, Gelsenkirchen. Anm.: Deutsche Eisenwerke, A.-G., Mülheim (Ruhr).

Kl. 31 c, Gr. 18/02, St 55 959. Verfahren zur Herstellung von Hohlkörpern aus Metall in einem umlaufenden Hohlzylinder. Erf.: Otto Schaun, Wetzlar. Anm.: Stahlwerke Röchling-Buderus, A.-G., Wetzlar.

Kl. 40 a, Gr. 2/60, R 101 703. Verfahren zum Gewinnen von Zink und zink- und eisenoxydreichen Resterzeugnissen aus Filterstaub, insbesondere der Hochofengasreinigung. Erf.: Dr.-Ing. Heinrich Pieper, Hattingen (Ruhr). Anm.: Ruhrstahl, A.-G., Witten (Ruhr).

Kl. 40 a, Gr. 46/40, R 101 716. Verfahren zur Herstellung einer vanadinreichen Schlacke. Erf.: Dr.-Ing. Hans Zieler, Völklingen (Saar). Anm.: Röchling'sche Eisen- und Stahlwerke, G. m. b. H., Völklingen (Saar).

Kl. 40 c, Gr. 16/01, S 131 280. Geschlossener Lichtbogenofen für die Verarbeitung von Erzen und Mineralien. Erf.: Dr. Michael Kauchtschischwili und Paul Sernitz, Berlin-Siemensstadt. Anm.: Siemens & Halske, A.-G., Berlin-Siemensstadt.

Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 44 vom 2. November 1939.)

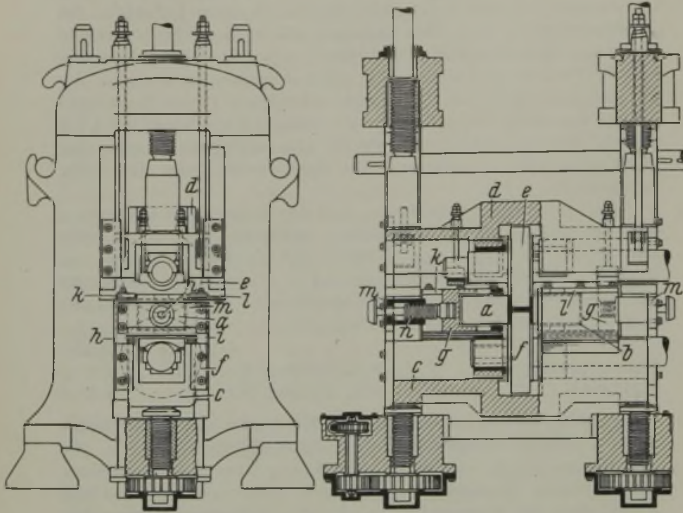
Kl. 21 h, Nr. 1 476 253. Heizelement für Hochtemperaturöfen mit hochschmelzendem Metall, insbesondere Molybdän, als Heizleiter. Deutsche Edelstahlwerke, A.-G., Krefeld.

Kl. 31 c, Nr. 1 476 328. Vorrichtung zur Verankerung des Gießtrichters beim Vergießen von Stahl in Flaschenhalskokillen. Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf.

Kl. 42 b, Nr. 1 476 460. Vorrichtung zum Ausmessen und Ausrichten von längeren Hohlkörpern, insbesondere von Schleudergußkokillen. Deutsche Eisenwerke, A.-G., Mülheim (Ruhr).

Deutsche Reichspatente.

Kl. 7 a, Gr. 7, Nr. 677 324, vom 11. April 1937; ausgegeben am 23. Juni 1939. Fried. Krupp Grusonwerk, A.-G., in Magdeburg-Buckau. (Erfinder: Dipl.-Ing. Christian Scheibner in Magdeburg.) *Universalwalzgerüst mit in der gleichen Ebene liegenden Waagrecht- und Senkrechtwalzen.*



Die unangetriebenen Senkrechtwalzen a, b sind in einem der beiden in der Höhe verstellbaren Tragbalken c, d der Waagrechtwalzen e, f gegeneinander so verschiebbar gelagert, daß sie durch die Ständerfenster hindurch unabhängig von den Waagrechtwalzen ausgebaut werden können; dabei sind die Lagerkörper g der Senkrechtwalzen z. B. im U-förmigen Querhaupt c für die untere Waagrechtwalze f angeordnet und dessen Seitenwangen h, i haben obere Führungsleisten k, l für die Lagerkörper g. Das Gehäuse m für Stellspindel n ist lösbar und nach der Seite herausnehmbar am Walzenständer befestigt.

Kl. 7 a, Gr. 27₀₃, Nr. 677 325, vom 22. August 1934; ausgegeben am 23. Juni 1939. Fried. Krupp Grusonwerk, A.-G., in Magdeburg-Buckau. *Hebetisch für Walzwerke.*

Die Schubstangen a der Verschiebeleisten b sind innerhalb der senkrechten Führungen c, d des Führunggehäuses e auf Rollen f kippbar oder schwenkbar gelagert. Die Schubstangen werden oben durch Rollen g geführt; diese lagern auf Zapfen h, die außenmittig auf Welle i angeordnet sind. In das Zahnrad k greift das Zahnsegment l eines doppelarmigen Hebels n um die Achse m schwenkbaren Hebels n ein, dessen freies Ende o den in der Führung p liegenden Stein q trägt. Beim Kippen oder Schwenken der Stange a in der Pfeilrichtung r werden das Zahnrad k und die Welle i in Pfeilrichtung s gedreht. Da-

durch hat die Rolle g wegen ihrer außenmittigen Lagerung das Bestreben, sich von der oberen Ebene der Stange a abzuheben, so daß diese kippen kann. Damit die Leiste b beim Hub des Hebetisches sich der jeweiligen Schräglage des Tisches entsprechend einstellen kann, ist das Gehäuse e, das die Antriebswelle t für die zugehörige Stange a trägt, um die Achse u, die gleichgerichtet zur Schwenkachse des Hebetisches verläuft, schwenkbar, und

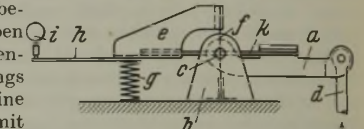
zwar in Abhängigkeit vom Hebetisch durch einen Lenker v, der mit der Hubwerkswelle x durch den Kurbelarm y verbunden ist.

Kl. 18 d, Gr. 2₁₀, Nr. 677 403, vom 24. Mai 1930; ausgegeben am 24. Juni 1939. Deutsche Edelmetallwerke, A.-G., in Krefeld. (Erfinder: Dr. phil. Werner Köster in Stuttgart.) *Temperaturbeständiger Dauermagnet.*

Der Magnet besteht aus einer durch Ausscheidung gehärteten ferromagnetischen Legierung, z. B. mit 15% W, 30% Co, Rest Eisen.

Kl. 42 k, Gr. 20₀₂, Nr. 677 436, vom 26. August 1937; ausgegeben am 26. Juni 1939. Carl Schenck, Eisengießerei und Maschinenfabrik Darmstadt, G. m. b. H., in Darmstadt. (Erfinder: Dr.-Ing. Edwin Erlinger in Darmstadt.) *Dauerbiegemaschine.*

Die Einspannklaue a ist beiderseits in Böckchen b gelagert und kann um die Achse c durch die sich auf- und abbewegende Stange d in Schwingungen versetzt werden. Die Einspannklaue e ist an Lenkerfedern f befestigt, die das Nachgeben der Klaue gegenüber Längenänderungen des Prüflings gestatten, und kann um eine Achse schwingen, die mit der Achse c annähernd übereinstimmt. Das rückwärtige Ende der Einspannklaue e wirkt auf ein Federmanometer g, und die Verlängerung h überträgt die Schwingungen auf die Meßuhr i. Bei den Schwingungen wird der Prüfling k in Gestalt eines Kreisbogens abwechselnd hin und her gebogen.



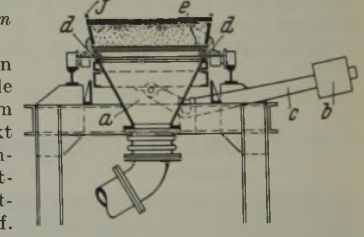
Kl. 42 k, Gr. 21₀₃, Nr. 677 495, vom 10. Dezember 1936; ausgegeben am 27. Juni 1939. Maybach-Motorenbau, G. m. b. H., in Friedrichshafen, Bodensee. (Erfinder: Otto Dietrich in Friedrichshafen, Bodensee.) *Verfahren zum Feststellen des Spannungsverlaufs an der Oberfläche eines belasteten Bauteils.*

Die Oberfläche des Bauteils wird in unbelastetem Zustand mit einer unter Last unterhalb der Elastizitätsgrenze des Stoffes quer zur Spannungsrichtung einreißenden Masse überzogen, z. B. zonenweise, a, b, c, entsprechend der Höhe der zu erwartenden Beanspruchung, mit unter sich verschiedenen Anstrichmitteln bedeckt, die stufenweise bei verschiedenen hohen Beanspruchungen einreißen.



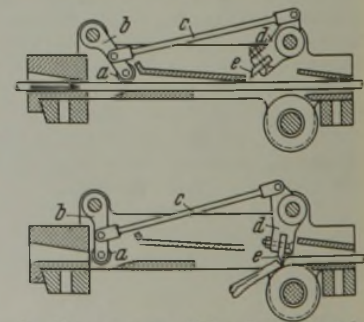
Kl. 40 a, Gr. 3₆₀, Nr. 677 557, vom 30. Dezember 1937; ausgegeben am 28. Juni 1939. August-Thyssen-Hütte, A.-G., in Duisburg-Hamborn. (Erfinder: Eduard Schiegries in Duisburg-Meiderich.) *Vorrichtung zum Abdichten von Sinterbändern.*

Das mittig an den Saugtrichtern a angreifende Gegengewicht b auf dem zweiarmigen Hebel c drückt die auf den Saugtrichtern angebrachten Gleitschienen d gegen die Gleitflächen e der Rostwagen f.



Kl. 49 c, Gr. 13₀₃, Nr. 677 564, vom 8. Mai 1936; ausgegeben am 28. Juni 1939. Neunkircher Eisenwerk, A.-G., vormals Gebr. Stumm, in Neunkirchen a. d. Saar. *Selbsttätige Schere zum Abtrennen des Endes von laufendem Walzgut.*

Wenn das vordere Ende des Walzgutes gegen die Rolle a stößt, legt sich diese danach auf das Walzgut, zugleich wird aber durch die Hebel und Lenker b, c, d das Messer e entgegengesetzt der Walzrichtung ausgeschwenkt, so daß das Walzgut frei unter ihm hindurchlaufen kann. Hat das Walzgut die Rolle a freigegeben, so schwingen die Hebel b und d in ihre ursprüngliche Lage zurück, wobei sich das Messer e in das Walzgut eingrät und dessen Ende abtrennt. Die Länge des Endes kann durch Verändern der Länge des Lenkers c etwas geregelt werden.



Statistisches.

Die Nichteisenmetalle im Jahre 1938.

Die allgemeine wirtschaftliche Entwicklung in der Welt hat, wie die Metallgesellschaft, A.-G., Frankfurt a. M., in dem 40. Jahrgang ihrer Zusammenstellungen über Nichteisenmetalle ausführt, auch den Verbrauch an Nichteisenmetallen weitgehend bestimmt. Der Bedarf an Nichteisenmetallen in der Welt hat von Anfang 1933 bis 1937 eine starke Ausweitung erfahren. An Aluminium, Blei, Kupfer, Zink und Zinn insgesamt wurden im Jahre 1937 in der Welt 96 % mehr verbraucht als im Jahre 1932, und der Bedarf an diesen Metallen überstieg im Jahre 1937 die bisher höchsten Verbrauchszahlen — die im Jahre 1929 erreicht wurden — um 14 %.

Zahlentafel 1. Metallgewinnung und -verbrauch in der Welt.

In 1000 t	1937						1938					
	Europa	Afrika	Amerika	Asien	Australien	Welt	Europa	Afrika	Amerika	Asien	Australien	Welt
Bergwerksgewinnung (Metallinhalt)												
Bauxit . . .	2348,5	—	1129,4	227,4	7,9	3713,2	—	1112,3	296,6	8,0	3703,5	
Blei . . .	293,7	50,3	929,8	149,9	250,0	1673,7	332,0	63,9	924,0	171,8	278,8	
Kupfer . . .	226,1	378,1	1523,8	137,4	19,4	2284,8	238,8	363,2	1225,9	144,7	1992,4	
Zink . . .	508,1	35,2	980,7	122,7	206,7	1853,4	561,5	34,7	904,1	115,3	223,3	
Zinn . . .	3,5	21,5	28,1	155,8	3,7	212,6	3,5	17,7	28,2	99,6	3,4	
Hüttenerzeugung												
Aluminium . . .	307,3	—	175,0	10,5	—	492,8	368,3	—	194,6	17,0	—	
Blei . . .	423,7	29,6	874,6	140,1	228,8	1696,8	457,4	27,3	774,5	155,8	227,3	
Kupfer . . .	247,1	373,2	1506,4	115,9	16,5	2259,1	269,8	351,3	1211,6	128,9	17,0	
Zink . . .	777,3	14,3	685,7	87,3	70,9	1635,5	790,4	10,4	596,8	94,5	70,9	
Zinn . . .	76,1	2,3	1,1	124,2	3,0	206,7	79,4	1,8	1,1	85,6	3,3	
Rohmetallverbrauch												
Aluminium . . .	312,7	0,1	162,9	23,5	0,4	498,6	383,4	0,1	89,8	41,3	0,5	
Blei . . .	1018,5	6,0	545,7	137,5	24,7	1732,4	1049,1	6,0	408,0	118,2	26,0	
Kupfer . . .	1118,5	4,5	719,7	208,7	17,7	2069,1	1213,5	5,0	449,4	227,1	17,4	
Zink . . .	895,1	5,0	554,7	119,8	31,0	1605,6	888,6	5,0	384,9	116,2	32,0	
Zinn . . .	84,3	1,4	87,8	16,5	2,5	192,5	84,6	1,4	56,4	19,8	2,4	

Im Jahre 1938 wurde der seit fünf Jahren zu beobachtende Anstieg des Metallverbrauches in der Welt unterbrochen, und der Verbrauch der fünf Metalle zusammen ging gegenüber dem Vorjahr um 9 % zurück (s. Zahlentafel 1). Ausschlaggebend hierfür war der rückläufige Metallbedarf der Vereinigten Staaten von Amerika sowie von Großbritannien, Frankreich und Belgien, die im Jahre 1938 ein Nachlassen der industriellen Tätigkeit zu verzeichnen hatten. In einer Reihe von Ländern, vor allem in Deutschland, hat der Metallverbrauch auch im Jahre 1938 weiter kräftig zugenommen und einen neuen Höchststand erreicht.

Allein bei Aluminium ergibt sich auch im Jahre 1938 eine weitere Erhöhung des Gesamtverbrauches in der Welt. Die Verminderung des Aluminiumbedarfs der Vereinigten Staaten von Amerika wurde durch die Erhöhung des Verbrauches in fast allen anderen Ländern mehr als ausgeglichen. Die besonders starke Zunahme des Aluminiumverbrauches der letzten Jahre erscheint noch bedeutsamer, wenn man berücksichtigt, daß das spezifische Gewicht des Aluminiums wesentlich geringer ist als das der anderen hier behandelten Metalle, und daß infolgedessen aus der gleichen Gewichtseinheit Aluminium erheblich mehr Erzeugnisse hergestellt werden können als bei den Schwermetallen. In Volumeneinheiten gemessen ist der Anteil des Aluminiumverbrauches an dem Gesamtverbrauch der fünf Metalle in der Welt von 15 % im Jahre 1929 auf 25 % im Jahre 1938 gestiegen. Für die Anteile der übrigen Metalle am Gesamtverbrauch ist ein entsprechender Rückgang festzustellen. Die Verarbeitung von Aluminium wurde nur von Kupfer und Zink, die einen Anteil von je etwa 27 % am Gesamtverbrauch der fünf Metalle hatten, unwesentlich übertroffen. Im Jahre 1938 wurden also in der Welt erstmals ungefähr die gleichen Mengen Aluminium, Kupfer und Zink verbraucht, während der Bedarf an Blei und Zinn wesentlich geringer war.

Die Erzeugung von Aluminium, Blei, Kupfer, Zink und Zinn, insgesamt betrachtet, zeigt die gleiche Entwicklung wie der Verbrauch dieser Metalle. Einer Zunahme der Erzeugung in den letzten fünf Jahren steht im Jahre 1938 zum erstenmal ein Rückgang gegenüber. Ausschlaggebend war wie beim Verbrauch die rückläufige Entwicklung in den Vereinigten Staaten von Amerika, während sich in der übrigen Welt die Metallerzeugung etwa auf dem gleichen Stand wie im Jahre 1937 hielt.

Im abgelaufenen Jahre wurde in der Welt mehr als doppelt soviel Aluminium wie im Jahre 1929 erzeugt und die Vorjahresleistung noch um 18 % übertroffen. Deutschland war im Jahre 1938 mit einer Erzeugung von 160 000 t weitaus der bedeutendste Aluminiumhersteller der Welt. Die deutsche Aluminiumerzeugung war beinahe fünfmal so groß wie im Jahre 1929 und überstieg die Erzeugung der Vereinigten Staaten von Amerika, des nächst-

größten Aluminiumherstellers, um 30 000 t. Neben dem Bestreben Deutschlands, die eigene Bergwerksförderung zu fördern und nach Möglichkeit Metalle in Form von Vormaterial einzuführen und die Verhüttung und Raffination im eigenen Lande vorzunehmen, ist es wohl vor allem der Umstellung auf Aluminium zu verdanken, daß trotz der Verdoppelung des deutschen Metallbedarfes im Jahre 1938 gegenüber dem Jahre 1929 der Anteil der Einfuhr von Fertigmetallen am Verbrauch von 45 % im Jahre 1929 auf 22 % im Jahre 1938 vermindert werden konnte.

Während in den Vereinigten Staaten von Amerika im Jahre 1938 infolge des stark verminderten Bedarfes nur etwa halb soviel

Blei erzeugt wurde wie im Jahre 1929, ergibt sich für die übrige Welt eine Zunahme um 18 %. Die Bestrebungen für einen weiteren Ausbau der nationalen Hüttenindustrie in den bergbaulich begünstigten Ländern nahmen ihren Fortgang. So werden nunmehr auch in Jugoslawien bedeutende Hüttenwerke auf Grund der eigenen Bleierze entstehen mit dem Ziel, im Laufe der Zeit die gesamte jugoslawische Bleierzförderung, die in den letzten Jahren erheblich zugenommen hat, zu verarbeiten. Der Bleiinhalt der jugoslawischen Erzförderung stieg von rd. 12 000 t im Jahre 1929 auf rd. 77 000 t im Jahre 1938. Die jugoslawischen Bleierze wurden zu knapp 90 % ausgeführt. Der Wegfall dieser

Exportterze wird natürlich von großer Bedeutung für die Rohstoffversorgung der auf Käuferze angewiesenen europäischen Bleihütten sein.

Die Zinkgewinnung weist in den Vereinigten Staaten von Amerika im Jahre 1938 ebenfalls einen Rückgang gegenüber dem Vorjahr und dem Jahr 1929 auf. Bei der Zinkerzeugung ist jedoch der Rückgang bei weitem nicht so stark wie bei der Bleierzeugung. Außerhalb der Vereinigten Staaten von Amerika war im Jahre 1938 die Zinkherstellung 30 % höher als im Jahre 1929, was auf erhöhten Bedarf an Feinblei zurückzuführen ist.

Die Entwicklung der Kupfergewinnung in der Welt wird wesentlich beeinflusst durch eine Erzeugungsverstärkung, die zwischen den bedeutendsten Kupferherstellern außerhalb der Vereinigten Staaten von Amerika besteht. Die dieser Vereinbarung beigetretenen Länder verfügen über etwa 70 % der Kupfergewinnung außerhalb der Vereinigten Staaten von Amerika. Die Erzeugerrechte, die auf Grund einer jährlichen Gesamterzeugung von 600 000 t festgelegt wurden, schwankten während des Jahres 1938 zwischen 95 und 105 %. Auch bei Kupfer ging die amerikanische Erzeugung im Jahre 1938 gegenüber dem Vorjahr und insbesondere gegenüber dem Jahre 1929 scharf zurück. In den übrigen Teilen der Welt war dagegen die Kupfergewinnung im Jahre 1938 mehr als doppelt so groß wie im Jahre 1929. Gegenüber dem Vorjahr ist allerdings auch hier ein leichter Rückgang eingetreten. Die Steigerung der Kupfererzeugung außerhalb der Vereinigten Staaten von Amerika, die in dem Zeitraum von 1929 bis 1938 um 740 000 t zunahm, ist auf die Entwicklung der rhodesischen Erzeugung, die von 6000 t im Jahre 1929 auf 216 000 t im Jahre 1938 stieg, sowie auf die Zunahme der kanadischen Gewinnung um 150 000 t, der russischen um 65 000 t, der chilenischen um 30 000 t, der jugoslawischen um 20 000 t und der japanischen um 25 000 t sowie auf den verstärkten Einsatz von Alt- und Abfallstoffen, vor allem in Deutschland, zurückzuführen. Die Steigerung der rhodesischen Gewinnung führte zu einer beträchtlichen Erhöhung der Erzeugung der europäischen Raffinerien, da das rhodesische Kupfer in großem Umfang in Europa raffiniert wird. Auch ein erheblicher Teil des in Chile hüttenmännisch erzeugten Kupfers geht an europäische Raffinerien. Dagegen wird das in Kanada erzeugte Kupfer fast vollkommen im Lande selbst raffiniert. Während im Jahre 1929 80 % der gesamten Kupfererzeugung der Welt in Amerika raffiniert wurden, waren es im Jahre 1938 nur 60 %, dagegen stieg der Anteil der europäischen Raffinerien von 15 % im Jahre 1929 auf 32 % im Jahre 1938.

Die Zinnerzeugung — auf der Grundlage der Zinnerzförderung gerechnet — erfuhr im Jahre 1938, sowohl im Vergleich mit dem Vorjahr als auch mit dem Jahr 1929, einen starken Rück-

Zahlentafel 2. Großdeutschlands Erzeugung, Außenhandel und Verbrauch an Metallen.

In 1000 t	Altreich		Ostmark		Insgesamt	
	1937	1938 ¹⁾	1937	1938 ¹⁾	1937	1938
Aluminium						
Hüttenerzeugung	127,6	—	4,4	—	132,0	165,6
Einfuhr von Rohaluminium ²⁾	2,7	14,5	0,015	0,002	2,7	14,5
Ausfuhr von Rohaluminium ²⁾	1,3	2,8	3,1	0,8	4,4	3,6
Einfuhr von Alt- und Abfallaluminium ²⁾	3,5	4,3	0,008	0,023	3,5	4,3
Ausfuhr von Alt- und Abfallaluminium ²⁾	—	—	0,12	0,014	0,12	0,014
Aluminiumversorgung	128,6	—	0,9	—	129,5	176,6
Blei						
Bergwerksgewinnung, Bleihalt	75,0	—	8,7	—	83,7	96,0
Hüttenerzeugung insgesamt (Fertigblei)	166,4	—	10,8	—	177,2	185,2
Einfuhr von Rohmetall ³⁾	73,3	75,3	0,9	9,0	74,2	84,4
Ausfuhr von Rohmetall ³⁾	0,4	0,5	5,1	2,9	5,5	3,5
Bleiversorgung ⁴⁾	248,6	—	6,6	—	255,2	282,5
Kupfer						
Bergwerksgewinnung, Kupferinhalt	29,5	—	—	—	29,5	30,0
Hüttengewinnung ⁵⁾	65,4	—	2,1	—	67,5	68,8
Einfuhr von Rohmetall	169,9	272,4	19,2	26,2	189,1	298,6
Ausfuhr von Rohmetall	7,2	0,4	1,8	1,1	9,0	1,5
Kupferversorgung	228,1	—	19,5	—	247,6	366,0
Raffinadegewinnung ⁶⁾	289,4	—	—	—	289,4	313,4
Einfuhr von raffiniertem Kupfer	50,7	—	—	—	50,7	134,9
Ausfuhr von raffiniertem Kupfer	7,2	—	—	—	7,2	1,4
Versorgung mit raffiniertem Kupfer	332,9	—	—	—	332,9	446,9
Zink						
Bergwerksgewinnung, Zinkinhalt	190,0	—	3,0	—	193,0	220,0
Hüttengewinnung ⁷⁾	163,3	—	—	—	163,3	194,4
Einfuhr von Rohmetall ³⁾	70,6	74,9	8,7	7,0	79,3	81,9
Ausfuhr von Rohmetall ³⁾	0,1	6,9	0,1	—	0,2	6,9
Zinkversorgung ⁷⁾	233,8	—	8,6	—	242,4	269,4
Gewinnung an Umschmelzzink ³⁾	12,0	—	—	—	12,0	15,2
Zinkversorgung insgesamt	245,8	—	—	—	245,8	284,6
Zinn						
Bergwerksgewinnung, Zinninhalt	0,1	—	—	—	0,1	0,3
Hüttengewinnung ⁸⁾	7,7	—	—	—	7,7	7,9
Einfuhr von Rohmetall	10,3	12,1	0,7	0,8	11,0	12,9
Ausfuhr von Rohmetall	0,1	0,2	—	—	0,1	0,2
Zinnversorgung ⁸⁾	17,5	—	0,7	—	18,2	20,2

¹⁾ Für das Jahr 1938 wurde der Warenverkehr zwischen dem Altreich und der Ostmark nicht erfaßt. — ²⁾ Einschließlich Aluminiumlegierungen. — ³⁾ Einschließlich Alt- und Abfallmengen. — ⁴⁾ Einschließlich Umschmelzblei. — ⁵⁾ Ohne die aus Altkupfer gewonnenen Mengen. — ⁶⁾ Einschließlich der aus Altkupfer gewonnenen Mengen. — ⁷⁾ Ohne Umschmelzzink. — ⁸⁾ Geschätzt.

gang. Bei den dem Kartell angeschlossenen Ländern macht dieser Förderrückgang rd. 30 % gegenüber beiden Jahren aus, während in den Außenseiterstaaten nur eine unwesentliche Verminderung der Zinnengewinnung gegenüber 1937, dagegen eine Erhöhung gegenüber 1929 um 57 % zu verzeichnen ist.

Die Preisentwicklung war während des Jahres 1938 bei sämtlichen hier näher behandelten Metallen rückläufig. Bei Blei

und Zink setzte sich diese Bewegung auch im ersten Halbjahr 1939 noch fort. Bei Kupfer war im ersten Halbjahr 1939 ein leichtes Ansteigen der Preise zu verzeichnen und bei Zinn eine starke Erhöhung. Die Ursache des Rückganges der Metallpreise im Jahre 1938 ist vornehmlich darin zu suchen, daß es nicht möglich war, die Metallherzeugung durch eine entsprechende Erzeugungseinschränkung schnell genug dem verminderten Bedarf anzupassen. Infolgedessen ergab sich ein Ueberangebot an den Metallmärkten, das eine Zunahme der Vorräte zur Folge hatte.

Ueber Großdeutschlands Erzeugung, Außenhandel und Verbrauch an Metallen unterrichtet *Zahlentafel 2*.

Belgiens Bergwerks- und Eisenindustrie im September 1939.

	Juli 1939	August 1939	September 1939
Kohlenförderung t	2 321 170	2 291 790	2 408 790
Kokserzeugung t	471 430 ¹⁾	470 380 ²⁾	419 220 ³⁾
Brikettherstellung t	96 200	109 760	125 800
Hochöfen in Betrieb Ende des Monats	46	45	38
Erzeugung an Roheisen t	295 010	280 340	206 140
Rohstahl t	291 130	276 510	205 680
Stahlguß t	5 360	5 760	6 080
Fertigerzeugnisse t	197 590	186 970	155 320

¹⁾ Davon Hüttenkoks 228 690 t. — ²⁾ Davon Hüttenkoks 225 650 t. — ³⁾ Davon Hüttenkoks 195 840 t.

Die Kohlenförderung hat im September gegenüber dem August zugenommen, doch nur geringfügig, wenn man berücksichtigt, daß der August 22 Arbeitstage gegen 25 im September hatte. Demgegenüber ist die Koksgewinnung nicht unbedeutend gesunken. Im Vergleich zum September 1938 ist die Kohlenförderung im Berichtsmonat um 123 310 t, die Koksgewinnung um 91 280 t und die Brikettherstellung um 37 600 t zurückgegangen.

Die Erzeugung von Eisen und Stahl weist im September eine verhältnismäßig große Einbuße auf. Die Abnahme der unter Feuer befindlichen Hochöfen entfällt hauptsächlich auf die Provinz Hennegau. Bei den Fertigerzeugnissen sind ausschließlich diejenigen aus Flußstahl in Mitleidenschaft gezogen worden, die von 184 520 t im August auf 144 720 t im September zurückgingen; dagegen haben sich die Fertigerzeugnisse aus Schweißstahl von 2450 auf 10 600 t vermehrt. Trotz dem allgemeinen Erzeugungsrückgang im September ist die Entwicklung bei Roheisen, Rohstahl und Schweißstahlfertigerzeugnissen gegenüber dem entsprechenden Monat des Vorjahres günstig gewesen. Bei Roheisen ist eine Zunahme um 8640 t zu verzeichnen, bei Rohstahl um 25 280 t und bei Schweißstahlfertigerzeugnissen um 7800 t. Dagegen haben sich die Fertigerzeugnisse aus Flußstahl um 11 280 t vermindert. Für die ersten 9 Monate 1939 im Vergleich zu 1938 betrug die Zunahme an Roheisen 422 370 t, an Rohstahl 587 950 t, an Schweißstahlfertigerzeugnissen 10 250 t, an Stahlguß 1690 t und an Flußstahlerzeugnissen 384 380 t.

Wirtschaftliche Rundschau.

Die italienische Eisenindustrie im dritten Vierteljahr 1939. — Die jüngsten politischen Ereignisse in Europa haben auch in den Ländern, die nicht unmittelbar in den Krieg hineingezogen wurden, eine heikle Lage geschaffen und die Regierungen zu verschärfte Ueberwachungsmaßnahmen auf allen Gebieten der Betätigung im Innern, insbesondere bei den verschiedenen Industriezweigen veranlaßt. So ist es in Italien streng verboten, irgendwelche statistischen Angaben zu verbreiten, so daß eine zahlenmäßige Darlegung des Geschäftsganges der italienischen Eisenindustrie nicht möglich ist. Im allgemeinen hatte die Stahlerzeugung im Berichtsvierteljahr jedoch keinerlei sprunghafte Veränderungen zu verzeichnen, sondern hielt sich auf dem Stande des ersten Halbjahres. Die Herstellung an Fertigerzeugnissen paßte sich der Rohstahlerzeugung an. Eine deutliche Besserung zeigte die Roheisenerzeugung, die weit höhere Zahlen als im ersten Halbjahr 1939 erreichte. Die Versorgung mit Rohstoffen ging bisher ungehindert vor sich.

Am 9. August 1939 hat das Generalkommissariat für Heereslieferungen eine allgemeine Preiserhöhung für Hütten-erzeugnisse um 90 bis 150 L je t je nach Art der Erzeugnisse beschlossen. Die neuen Preise stellen sich wie folgt:

	In Lire je t
Hämatit-Roheisen aus dem Elektroofen	775—805
Gießerei-Roheisen	705—715
Gewöhnlicher Rundstahl	1235
Gewöhnlicher Formstahl	1285
Siemens-Martin-Rundstahl	1275
Siemens-Martin-Formstahl	1325

	In Lire je t
Siemens-Martin-Bandstahl	Frachtgrundlage Chiasso 1325
Doppel-T- und U-Stahl und Zoresstahl	Frachtgrundlage Chiasso 1255
Knüppel	Frachtgrundlage Chiasso 1235
Rundstahl mit Zugfestigkeit von 50 kg/mm ²	Frachtgrundlage Chiasso 1375
Bandstahl mit Zugfestigkeit von 50 kg/mm ²	Frachtgrundlage Chiasso 1495
Knüppel mit Zugfestigkeit von 50 kg/mm ²	Frachtgrundlage Chiasso 1295
Grobblech (6 mm)	Frachtgrundlage Mailand 1520
Mittellech (4 mm)	Frachtgrundlage Mailand 1499
Weißblech in Kisten (Normalkiste 20 x 14) je Kiste	Frachtgrundlage Mailand 132,50
Geschweißte Röhren, 1/4", schwarz	Frachtgrundlage Mailand 3130
Nahtlose Röhren, 1/4", schwarz	Frachtgrundlage Mailand 4535
Roher blanker Draht	Frachtgrundlage Mailand 1675
Verzinkter Draht	Frachtgrundlage Mailand 1979

Terni S. A., Rom (Kapital 645 Mill. L). — Der Reingewinn des Jahres 1938 belief sich auf 48 400 867 L, wovon 45 150 000 L Gewinnanteile und 300 000 L an den Verwaltungsrat gezahlt sowie 2 420 043 L der Rücklage zugewiesen wurden.

Soc. An. Fiat, Turin (Kapital 400 Mill. L). — Diese wichtige Gesellschaft schloß das Jahr 1939 mit einem Reingewinn von 43 663 203 L, wovon 40 Mill. L an die Aktionäre, der Rest an den Verwaltungsrat und an die satzungsmäßige Rücklage gingen.

Acciaierie e Ferriere del Caleotto, Lecco (Kapital 12,5 Mill. L). — Die Gesellschaft stellt hauptsächlich Brammen her. Das Betriebsjahr 1939 schloß mit einem Reingewinn von 2 124 688 L.

Acciaierie e Tubificio di Brescia, Brescia (Kapital 25 Mill. L). — Die Gesellschaft ist bekannt durch die Herstellung von großen wasserstoffgeschweißten Röhren für Rohrleitungen. Reingewinn 2 251 050 L.

Die Acciaierie elettrica di Sesto S. Giovanni, Mailand (Kapital 4 500 000 L), erzielten einen Reingewinn von 219 189 L.

Industria lamiere speciali S. A., Mailand (Kapital 7 200 000 L). — Reingewinn 514 341 L.

Acciaierie di Susa, S. A., Turin (Kapital 3 060 000 L). — Reingewinn 76 511 L.

Aus der luxemburgischen Eisenindustrie. — Das dritte Vierteljahr 1939 stand im Zeichen einschneidender außenpolitischer Ereignisse, die auch der Entwicklung der luxemburgischen Eisenindustrie ihr Gepräge gaben. Nachdem im Juli und August die Ferienpause und auch schon die weltpolitische Spannung die beginnende Erholung etwas abgedämpft hatten, stellten die Ereignisse von Septemberbeginn die luxemburgische Eisenindustrie vor völlig neue Aufgaben.

Der plötzlich entstandenen Unsicherheit, insbesondere bei den Verkehrs- und Absatzbedingungen, begegneten die Werke vorerst durch eine gewisse Zurückhaltung in Erzeugung und Versand. Diese Einstellung kommt denn auch in der Erzeugung des Monats September zum Ausdruck. Auf Grund der verhältnismäßig raschen Wiederaufnahme der Rohstoffzufuhren, der Anpassung an die erhöhten Kostenanteile und der Beruhigung über die internationale Lage des Landes suchten die luxemburgischen Werke nach einem sehr kurzen Zeitraum eine geregelte Durchführung der Erzeugung und des Absatzes zu erreichen. Als Richtlinie diente, nach Maßgabe des Möglichen, die Erhaltung der vor dem Kriege geltenden Verhältnisse. Diese unentwegten Bemühungen hatten in dem Sinn Erfolg, daß trotz der zeitweiligen Außerkräftsetzung der internationalen wirtschaftlichen Bindungen und eines regen Wettbewerbs amerikanischer Erzeuger schon gegen Vierteljahresschluß eine gewisse Regelmäßigkeit des Geschäftes erzielt wurde.

In der Entwicklung des Arbeitsmarktes spiegelten sich dieselben bestimmenden Ereignisse: Die im Juli und August beibehaltenen Feierschichten mehrten sich im September, wenn auch nicht im Maße des Erzeugungsrückgangs. Den hierdurch bedingten Lohnausfall der Arbeiterschaft begleitete ein gewisser Abzug an den Beamtengehältern.

Die Roheisenerzeugung betrug im dritten Vierteljahr 442 517 t gegen 521 899 t im zweiten Vierteljahr 1939. Die Rohstahlerzeugung belief sich auf insgesamt 427 994 t (517 497) t. Hiervon entfielen 416 440 (503 399) t auf Thomasstahl, 11 378 (13 743) t auf Elektrostahl und 176 (355) t auf Siemens-Martin-Stahl.

Am 30. September waren im Großherzogtum Luxemburg folgende Hochöfen vorhanden oder in Betrieb:

	Bestand	In Betrieb		
		30. 9. 1939	30. 6. 1939	31. 3. 1939
Arbed				
Düdelingen	3	1	2	2
Esch	3	2	2	2
Belval	6	2	4	4
Terre Rouge	5	2	4	3
Hadir				
Differdingen	10	4	5	6
Rümelingen	3	—	—	—
Rodingen	5	2	3	3
Steinfurt	3	—	—	—

Die Zahl der in Betrieb befindlichen Hochöfen betrug somit 13 und hat sich, im Vergleich zum 30. Juni 1939, um 7 vermindert.

Die Nachfrage nach Thomasmehl war durchweg sehr gut in Anbetracht der geringen Vorräte und der mäßigen Erzeugung.

Die Durchschnittspreise ab Werk der hauptsächlichen Erzeugnisse stellten sich wie folgt:

	30. 9. 1939		30. 6. 1939	
	in belg. Fr je t			
Roheisen	Keine neuen Verkäufe		450	
Knüppel	Keine neuen Verkäufe		700	
Platinen	Keine neuen Verkäufe		725	
Formstahl		1350	900	
Stabstahl		1400	940	
Walzdraht		1400	920	
Bandstahl		1500	960	

Gutehoffnungshütte, Aktienverein für Bergbau und Hüttenbetrieb, zu Nürnberg. — Die der Gesellschaft angeschlossenen und nahestehenden Unternehmungen waren im Geschäftsjahr 1938/39 bis an die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit beschäftigt. Die Umsätze haben sich dementsprechend gegenüber dem Vorjahre nochmals erhöht. Der Ausfuhranteil der Werke stieg im Rahmen dieser Entwicklung erfreulicherweise stärker als der Wert der Gesamterzeugung. Alles in allem betrug die Ausfuhr

trotz rückläufiger Weltausfuhr im Berichtsjahre 275,0 Mill. *RM* gegen 246,3 Mill. *RM* im Vorjahre. Ertragsmäßig haben, wie im Vorjahre, die weiterverarbeitenden Werke am günstigsten gearbeitet. Die Wirtschaftlichkeit der Betriebe ist durch weitere Vervollkommnung der Arbeitsverfahren verbessert worden. Die Kostensteigerung im Bergbau setzte sich fort. Erneute zusätzliche Belastungen ergaben sich insbesondere aus der Verlängerung der Arbeitszeit und der damit zusammenhängenden Lohnregelung. Die Ergebnisse der eisenschaffenden Industrie wurden vor allem durch erhöhte Ausgaben für die Verhüttung heimischer Eisenerze beschnitten. Die Handels- und Vertriebsgesellschaften warfen befriedigende Gewinne ab.

Im einzelnen ist folgendes zu berichten:

Die

Gutehoffnungshütte Oberhausen, Aktiengesellschaft, erzielte für das abgelaufene Geschäftsjahr nach erfolgter Abschreibung auf Anlagen und Beteiligungen in Höhe von 11 750 553 Reichsmark einen Ueberschuß von 4 011 346 *RM*. Die Steinkohlenzechen und die Eisenerzgruben der Gesellschaft konnten im Berichtsjahr ihre Förderung weiter erhöhen. Der verstärkten Inanspruchnahme der Anlagen wurde durch Ausbau der Tagesbetriebe und durch planmäßige Aus- und Vorrichtung unter Tage wie bisher Rechnung getragen. Die Rohstahlerzeugung der Hütten- und Stahlwerke erreichte eine neue Höchstleistung. Umfangreiche Neubauten, die vor allem einer Anpassung der Betriebsverhältnisse an den wachsenden Verbrauch heimischer Erze dienen sollen, stehen kurz vor der Fertigstellung. Die weiterverarbeitenden Betriebe der Abteilung Sterkrade waren im Berichtsjahr in allen Gruppen voll beschäftigt. Der Auftrags-eingang war wesentlich höher als im Vorjahre. Trotz zunehmender Schwierigkeiten bei der Bearbeitung mancher Auslandsmärkte konnten umfangreiche Aufträge auf Industrieanlagen für fremde Länder übernommen werden. Der Umsatz der Abteilung Düsseldorf ist mengen- und wertmäßig weiter gestiegen. Das Auslandsgeschäft in Schmiedestücken hat — besonders in den letzten Monaten des Geschäftsjahres — stark abgenommen. Bei der Abteilung Gelsenkirchen ist der Umsatz nach dem In- und Ausland gestiegen. Bei der Nietenfabrik in Schwerte war der Gesamtumsatz höher als im Vorjahre; dagegen ist die Ausfuhr zurückgegangen.

Die Erfolgsgesellschaft ist im Berichtsjahre vermehrt worden. Die Wohlfahrtseinrichtungen wurden in den bewährten Formen weiterbetrieben und ausgebaut. Die Pflege des Nachwuchses wurde in verstärktem Maße fortgesetzt. Auf Grund der im Rahmen des Vierjahresplanes verordneten Lehrzeitverkürzung wurde bei einer größeren Zahl von Lehrlingen die Ausbildung vorzeitig beendet.

Bei der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, A.-G., stand das Geschäftsjahr weiter im Zeichen einer erheblichen Steigerung des Auftragseingangs und der Umsätze. Der hohe Beschäftigungsgrad stellte an alle Betriebe große Anforderungen. Die Forschung wurde in alter Ueberlieferung des Werkes tatkräftig gefördert. Die Ertragslage war befriedigend und gestattete die Ausschüttung einer Dividende von 8 %. Die Deutsche Werft, A.-G., in Hamburg erhöhte im Geschäftsjahre 1938 gleichfalls ihren Umsatz. Sie erreichte die größte Erzeugung aller Handelsschiffbau treibenden Werften der Welt. An der deutschen Ausfuhr von Seeschiffbauten war das Unternehmen führend beteiligt. Für das Geschäftsjahr 1938 wurde eine Dividende von 8 % ausgeschüttet. Das Osnabrücker Kupfer- und Drahtwerk erzielte bei wesentlich erhöhtem Verbrauch inländischer Roh- und Austauschstoffe eine erneute Steigerung des Ausbringens. Wie im Vorjahre gelangte eine Dividende von 8 % zur Verteilung. Bei der Maschinenfabrik Eßlingen stieg im Geschäftsjahre 1938 der Umsatz auf fast allen Fertigungsgebieten erheblich. Trotzdem hat sich der in das Geschäftsjahr 1939 übernommene unerledigte Auftragsbestand weiter erhöht. Es wurde ein Gewinn von 6 % verteilt.

Die Hackethal-Draht- und Kabel-Werke, Aktiengesellschaft, in Hannover nahmen im Geschäftsjahre 1938 ebenfalls an der allgemeinen Aufwärtsentwicklung teil. Für Entwicklungsarbeiten und den Ausbau der Versuchsanstalten sind erhebliche Mittel aufgewandt worden. Gewinnanteil 8 %. Auch die Kabel- und Metallwerke Neumeyer, Aktiengesellschaft, in Nürnberg verzeichneten im Geschäftsjahre 1938 eine weitere Umsatzsteigerung. Bei den Schwäbischen Hüttenwerken, G. m. b. H., in Wasserafingen verlief das Geschäftsjahr 1938/39 befriedigend. Der nach Bildung von weiteren Rückstellungen verbliebene Reingewinn wurde auf neue Rechnung vorgetragen. Das Eisenwerk Nürnberg, A.-G., vorm. J. Tafel & Co., konnte im Berichtsjahr Erzeugung und Umsatz erneut steigern. Es ist ein Gewinn von 4 % ausgeschüttet worden. Bei der Zahn-

räderfabrik Augsburg vorm. Joh. Renk (Akt.-Ges.) hat die Beschäftigung weiter zugenommen. Dividende 5%. Für die Degendorfer Werft und Eisenbaugesellschaft m. b. H. läßt der zunehmende Güteraustausch mit dem Südosten auch für die Zukunft eine gute Beschäftigung erwarten. Bei der Schloemann Aktiengesellschaft in Düsseldorf lag der Auftragseingang im Jahre 1938 über den günstigen Zahlen des Vorjahres. Auch der Eingang an Auslandsaufträgen war trotz der bekannten vielfachen Erschwerungen des Auslandsabsatzes höher als im Jahre 1937. Es wurde ein Gewinn von 10% verteilt. Sämtliche Abteilungen der Firma Haniel & Lueg, G. m. b. H., in Düsseldorf-Grafenberg waren voll beschäftigt. Besondere Schwierigkeiten ergaben sich bei der Versorgung der zahlreichen Außenbetriebe mit geschulten Arbeitskräften. Trotzdem gelang es, die übernommenen Arbeiten zufriedenstellend abzuwickeln. Die Vergasungs-Industrie A.-G. in Wien, die infolge der politischen Lage vor dem Anschluß ausschließlich in das Ausland lieferte, hat nunmehr auch Aufträge aus dem Reich übernommen und ist gut beschäftigt. Gewinnausteil 8%. Bei der Ferrostaal Aktiengesellschaft in Essen war die Entwicklung, vor allem auch im Ausfuhrgeschäft, im Berichtsjahr zufriedenstellend. Die Fränkische Eisenhandels-gesellschaft m. b. H. in Nürnberg hat ebenfalls befriedigend gearbeitet. Bei der Firma Franz Haniel & Cie., G. m. b. H., in Duisburg-Ruhrort haben sich im Ergebnis der Rheinschiffahrt die gute Beschäftigungslage und die bessere Frachtenlage auf dem Rhein günstig ausgewirkt. Der Rhein-See-Dienst nahm eine erfreuliche Entwicklung. Auch in der Seeschiffahrt wurde mit Erfolg gearbeitet.

* * *

Ueber den Abschluß der Gutehoffnungshütte, Aktienverein für Bergbau und Hüttenbetrieb, Nürnberg, und der Gutehoffnungshütte Oberhausen unterrichtet die folgende Zusammenstellung.

	Geschäftsjahr			
	1. 7. 35 bis 30. 6. 36 <i>R.M.</i>	1. 7. 36 bis 30. 6. 37 <i>R.M.</i>	1. 7. 37 bis 30. 6. 38 <i>R.M.</i>	1. 7. 38 bis 30. 6. 39 <i>R.M.</i>
Gutehoffnungshütte Nürnberg:				
Aktienkapital	80 000 000	80 000 000	80 000 000	80 000 000
Vortrag aus dem Vorjahre	301 607	331 669	408 991	423 779
Betriebsgewinn einschl. des Gewinnes der G.H.H. Oberhausen	8 858 504	11 489 078	12 759 936	11 164 210
Aufwendungen für Ge- hälter, Abschreibungen, Zinsen, Steuern usw.	5 628 442	5 611 755	7 945 148	5 187 405
Ueberschuß	3 531 669	6 208 991	5 223 779	5 976 805
Gewinnausteil	3 200 000	4 800 000	4 800 000	4 800 000
Gewinnausteil %	4	6	6	6
Vortrag auf neue Rech- nung	331 669	408 991	423 779	1 176 805
Gutehoffnungshütte Oberhausen:				
Aktienkapital	60 000 000	60 000 000	60 000 000	60 000 000
Rohgewinn	107 425 094	126 610 328	128 112 444	149 681 396
Aufwendungen	103 850 805	121 846 201	123 311 562	145 670 050
Ueberschuß	3 574 289	4 764 127	4 800 882	4 011 346

¹⁾ Hiervon 81 970 656 *R.M.* Löhne und Gehälter, 15 618 279 *R.M.* soziale Aufwendungen, 11 856 633 *R.M.* Abschreibungen, 1 100 706 *R.M.* Zinsen, 31 738 671 *R.M.* Steuern und Abgaben, 385 105 *R.M.* Beiträge an Berufsvertretungen sowie 3 000 000 *R.M.* zur Bildung einer Sonderrücklage, so daß ein Reingewinn von 4 011 346 *R.M.* verbleibt, der an die Gutehoffnungshütte Nürnberg abgeführt worden ist.

Klöckner-Werke, Aktiengesellschaft, Duisburg. —

Im Geschäftsjahre 1938/39 sind die an die Industrie im Rahmen der deutschen Wirtschaft gerichteten Anforderungen trotz der schon im Vorjahr erreichten Höchstleistungen noch weiter gestiegen. In welchem Maße die deutsche Erzeugung dabei, auch im Vergleiche zur übrigen Welt, zugenommen hat, zeigt der Umstand, daß sich der deutsche Anteil an der industriellen Welt-erzeugung seit 1932 im Altreich um zwei Drittel erhöht, mit Einschluß der hinzugekommenen Gebiete sogar nahezu verdoppelt hat. Für die Montanindustrie war das Berichtsjahr gekennzeichnet durch ein weiteres Wachsen der Neubau-Aufgaben bei gleichzeitiger äußerster Ausnutzung der vorhandenen Betriebsanlagen und Heranziehung aller noch verfügbaren Erzeugungsreserven. Einheimische Rohstoffe wurden in noch höherem Maße als bisher aufgeschlossen und verarbeitet. Die Erfüllung dieser großen nationalpolitischen Aufgaben, darunter nicht zuletzt die der Erhaltung und Steigerung der Ausfuhr, erforderte äußerste Anstrengungen auf allen Gebieten. Dies war um so mehr der Fall, als zugleich der aus der fortgesetzten Zunahme des Beschäftigungsgrades sich ergebende Mangel an Arbeitskräften, besonders an Facharbeitern und Bergleuten, zu überbrücken war. Die Schwierigkeit dieser Aufgabe erhellt schon daraus, daß sich die Zahl der im alten Reichsgebiete beschäftigten Arbeiter und Angestellten seit 1932 auf über 21,5 Millionen, das ist um 65% vergrößert hat.

Im Steinkohlenbergbau bewegte sich die Förderung etwa im Rahmen des Vorjahres. Gleichzeitig wurde die für die

angestrebte Erhöhung der Förderung notwendige Aus- und Vorrichtung mit Nachdruck betrieben, so daß eine weitere Steigerung der Kohlenförderung nunmehr lediglich eine Frage des Arbeits-einsatzes ist. Für die Unterbringung zusätzlicher Arbeitskräfte ist bereits entsprechende Vorsorge getroffen. Die Belieferung des Auslandes mit Kohlen ging im Berichtsjahre zurück; die dadurch freigewordenen Mengen wurden ganz zur Befriedigung des wachsenden Bedarfes der inländischen Verbraucher verwendet.

Der Eisenmarkt war im abgelaufenen Geschäftsjahre, was das Inland betrifft, wie bisher davon beherrscht, die Erzeugung mit der Deckung des auf allen Gebieten weiter gestiegenen Bedarfes in Einklang zu bringen. Auch hier standen die staatspolitischen Aufgaben im Rahmen des Vierjahresplans, an deren Erfüllung die Eisenindustrie maßgeblich beteiligt ist, an vorderster Stelle. Sie erforderten oft kurzfristige Lieferungen von großen Stahlmengen und Stahlerzeugnissen aller Art. Trotz reger Bautätigkeit in sämtlichen Betriebsanlagen zum Zwecke der Erneuerung und Verbesserung der Leistungsfähigkeit konnten von den Hüttenwerken und Maschinenfabriken die bisherigen Höchstleistungen abermals, und zwar nicht unbedeutend überschritten werden. Auf dem Welteisenmarkt war das Geschäft mit vorübergehenden Schwankungen ruhig.

Auch im Berichtsjahre konnte der Rohstoffbedarf der Berg- und Hüttenwerke bei wiederum gestiegenen Anforderungen ausreichend gedeckt werden. Bei den der Gesellschaft nahestehenden Erzgruben schritten die Aufschlußarbeiten planmäßig fort; die Gewerkschaft Porta konnte die Förderung weiter steigern.

Im Berichtsjahre hat sich die eigene Gefolgschaft sowie die der verbundenen Unternehmungen gegenüber dem Vorjahre wiederum erhöht. 33% der Gefolgschaft sind über 10 Jahre und 10% über 25 Jahre bei dem Unternehmen beschäftigt. Es zeigt sich hieraus, daß, obwohl in den letzten Jahren ein nicht unerheblicher Wechsel stattgefunden hat, die alte Stammgefolgschaft seßhaft blieb, wobei noch zu berücksichtigen ist, daß die Gefolgschaftszahl sich seit 1932 mehr als verdoppelt hat. Die Bemühungen um die Ausbildung der Lehrlinge wurden erfolgreich fortgesetzt. Die Schulung von Jungarbeitern und auch von Erwachsenen wurde gepflegt, um die Leistungsfähigkeit zu steigern und die Fortkommensmöglichkeiten zu verbessern.

Am 1. Oktober 1938 wurde die Hauptverwaltung nach dem Sitze der Gesellschaft in Duisburg verlegt.

Zur Finanzierung der gestellten großen Aufgaben wird im neuen Geschäftsjahre eine Anleihe von 12 Mill. *R.M.* aufgenommen; bisher sind hierauf 8 Mill. *R.M.* ausgegeben worden.

Die Hochofenanlagen des Werkes Haspe wurden den erhöhten Anforderungen sowie der gesteigerten Verhüttung inländischer Erze angepaßt. Der Neubau einer leistungsfähigen Sinteranlage wurde beendet. Zur Aufnahme der erhöhten Stahlerzeugung erfolgten Verbesserungen in den Walzwerken. Beim Werk Osnabrück wurde im Oktober 1938 ein weiterer Hochofen fertiggestellt und angeblasen. Eine erhebliche Betriebsverbesserung, vor allem in der Wärmewirtschaft, brachte die im Frühjahr 1939 fertiggestellte Kokerei. Zur Deckung des erhöhten Strombedarfes wurde eine neue Turbine mit zugehöriger Kesselanlage in Betrieb genommen. Der Dolomitbedarf der Osnabrücker Stahlwerke wird aus eigenen Vorkommen gedeckt. Die Erneuerung und Erweiterung des Maschinenparks wurde in den Fertigungsbetrieben planmäßig fortgesetzt.

In den Fertigungsanlagen des Werkes Troisdorf sind für die neuen Aufgaben, die von der Reichsautobahn, dem Eisenbahnwagen-, Kraftwagen- und Fensterbau gestellt werden, Neueinrichtungen geschaffen worden. Im Werk Düsseldorf wurde das Siemens-Martin-Stahlwerk wieder in Betrieb genommen. Der Maschinenpark für die Drahtverarbeitung konnte im Laufe des Berichtsjahres weiter verbessert werden. Im Werk Quint und bei den Piesberger Steinbruchbetrieben blieben Beschäftigung und Absatzverhältnisse gegenüber dem Vorjahr unverändert.

Die Gewinn- und Verlustrechnung weist wegen der gestiegenen Erzeugung sowohl auf der Aufwand- als auch auf der Ertragsseite höhere Beträge auf. Die anhaltend starke Beanspruchung der Anlagen hatte in zunehmendem Maße Kosten-erhöhungen, auch in Gestalt von vermehrten Ausbesserungen und Erneuerungen, zur Folge. Auf der Erlösseite hielten die Preisrückgänge in der Ausfuhr an. Hierdurch und durch die erhöhten Steuern und Abgaben kam die gesteigerte Erzeugung in den Ergebnissen nicht zur Auswirkung. Einschließlich 1 340 296 Reichsmark Vortrag aus dem Vorjahre, 2 064 856 *R.M.* Einnahmen aus Beteiligungen und 682 813 *R.M.* außerordentlichen Einnahmen erbrachte das Berichtsjahr einen Gesamtertrag von 139 671 713 Reichsmark. Nach Abzug von 71 186 985 *R.M.* Löhnen und Gehältern, 10 714 067 *R.M.* sozialen Aufwendungen, 17 685 528 *R.M.* Abschreibungen, 1 314 817 *R.M.* Zinsen, 28 340 789 *R.M.* Steuern, 2 093 533 *R.M.* sonstigen Ausgaben und 2 000 000 *R.M.* Zuweisung

an die Rücklage verbleibt ein Reingewinn von 6 335 994 *RM*. Hieraus werden 6 300 000 *RM* Gewinn (6 % wie im Vorjahre auf 105 Mill. *RM* Aktienkapital) ausgeschüttet. Der Restbetrag von 35 994 *RM* dient zur Zahlung einer Dividende in gleicher Höhe an die außenstehenden Aktionäre der Klöckner-Humboldt-Deutz A.-G.

Mit dem Tochterunternehmen, der Klöckner-Humboldt-Deutz A.-G., ist eine Interessengemeinschaft auf die Dauer von 50 Jahren eingegangen worden. Die Klöckner-Werke übernehmen den Gewinn oder Verlust dieser Gesellschaft. Der Interessengemeinschaftsvertrag wurde in der letzten ordentlichen Hauptversammlung der Klöckner-Humboldt-Deutz A.-G. genehmigt. Den außenstehenden Klöckner-Humboldt-Deutz-Aktionären wurde ein Umtausch ihrer Aktien in Klöckner-Werke-Aktien angeboten mit dem Ergebnis, daß sich mit Einschluß von Zukäufen nunmehr 98,2 % der Aktien dieser Gesellschaft im Besitze des Berichtsunternehmens befinden. Den noch außen-

stehenden Aktionären ist ein Gewinnanteil in Höhe der jeweiligen Klöckner-Werke-Dividende gewährleistet worden. Die Bilanz der Geisweider Eisenwerke, A.-G., vom 30. Juni 1938 schließt mit einem Gewinn von 177 750 *RM* ab, aus dem eine Dividende von 8 % auf die Vorzugsaktien und von 5 % auf die Stammaktien verteilt wurde. Die Gesellschaft ist vollbeschäftigt. Die Rheinischen Chamotte- und Dinas-Werke weisen in ihrer Bilanz vom 31. Dezember 1938 einen Gewinn von 166 597 *RM* aus. Hieraus wurden 5 % an die Aktionäre ausgeschüttet. Die Werke sind unverändert gut beschäftigt. Die Gewerkschaft Victor hat zum 31. Dezember 1938 nach Abschreibungen von 2,9 Mill. *RM* einen Reingewinn von 1,09 Mill. *RM* erzielt und mit diesem den Verlust aus dem Vorjahr abgedeckt. Die Stickstoffbetriebe arbeiteten nach wie vor entsprechend der Nachfrage unter guter Ausnutzung der Anlagen. Die Benzinwerke konnten ihre Erzeugung in Primärbenzin erhöhen, nachdem Ergänzungen, auch in den Nebenbetrieben, durchgeführt waren.

Buchbesprechungen.

Rheinländer, Paul, Dr.-Ing.: Die deutsche Eisen- und Stahlwirtschaft im Vierjahresplan. (Mit 6 Textabb.) Berlin: Junker und Dünnhaupt, Verlag, 1939. (40 S.) 8°. 0,80 *RM*.

(Schriften der Hochschule für Politik. Hrg. von Paul Meier-Benneckenstein. I. Idee und Gestalt des Nationalsozialismus. H. 51.)

Der Verfasser hat zur Inbetriebnahme der ersten beiden Hochöfen der Hermann-Göring-Werke in Watenstedt seinen vor Monaten in der Hochschule für Politik gehaltenen Vortrag im Druck erscheinen lassen. Die Bedeutung der Schrift liegt darin, daß hiermit erstmals in der Öffentlichkeit eine zahlenmäßige Begründung für die Richtigkeit der deutschen Eisenplanung in Mitteldeutschland gegeben wird. Das Heft hat den Vorzug, in gemeinverständlicher Sprache geschrieben und damit jedermann verständlich zu sein. Nach einer geschichtlichen und rohstoffwirtschaftlichen Einleitung geht die Schrift auf die Gründung und Zielsetzung der Reichswerke Hermann Göring ein. Alsdann werden die Standorts- und Erzaufbereitungsfragen erörtert. Es schließt sich an eine Darlegung der Kosten der Verhüttung der deutschen Erze mit den Gutschriften für die verschiedenen Betriebe. Im Schlußabschnitt über die Auswirkung der neuen Rohstoffgrundlage auf die deutsche Eisen- und Stahlwirtschaft wird ein Hinweis auf die Unabhängigkeit gegeben, die das großdeutsche Reich durch die Verhüttung eigener Erze auf dem Weltrohstoffmarkt erlangen kann. Die Schrift kann angelegentlich empfohlen werden.

Die Schriftleitung.

Rötscher, F., Dr.-Ing., Professor an der Technischen Hochschule Aachen, und **Dr.-Ing. R. Jaschke,** Assistent an der Technischen Hochschule Aachen: **Dehnungsmessungen und ihre Auswertung.** Mit 191 Abb. im Text u. 1 Taf. Berlin: Julius Springer 1939. (VI, 121 S.) 8°. 16,80 *RM*.

Die Festigkeit der Bauteile ist bedingt durch Spannungszustände, die neben den Betriebsbeanspruchungen von der Gestalt abhängen. Das vorliegende Buch behandelt die Ermittlung solcher Spannungszustände mit Hilfe von Dehnungsmessungen und die Entwicklung einfacher Verfahren zur Auswertung der Messungen. Es dient damit der Beurteilung der Beanspruchungen und der Sicherheit der Konstruktionen. Langjährige und besondere Erfahrungen aus dem Institut der Werkstoffkunde in Aachen haben hier eine Zusammenfassung zu einem geschlossenen Ganzen gefunden.

Wie die Verfasser mit Recht sagen, ist die Schrift für den Studierenden und den praktischen Ingenieur geschrieben. Die Darstellung ist anschaulich, die theoretische Begründung elementar und ausführlich, die Anwendungen sind durch zahlreiche Beispiele belegt. Das Buch entspricht einem regen Bedürfnis der Praxis.

Wilhelm Kuntze.

Bernt, Walther: Altes Werkzeug. Mit 228 Abb. auf 83 Taf. München: Verlag Georg W. Callwey (1939). (197 S.) 4°. Kart. 10,50 *RM*, geb. 12 *RM*.

Das vorliegende Buch bildet eine vorzügliche Ergänzung zu Büchern ähnlicher Art. Es ist ein wertvolles Handbuch für Leiter und Betreuer von Sammlungen, besonders der vielen in den letzten Jahren entstandenen kleineren Heimatmuseen; es gibt über den Zweck manchen Gegenstandes eine willkommene Aufklärung und schützt dadurch unter Umständen unscheinbare Geräte vor Nichtachtung und somit vor Vernichtung.

Beim Durchblättern des Buches fallen besonders verschiedene Werkzeuge wie Tür- und Wagenheber, Universalwerkzeuge u. a. m. auf, die den Erfindungsgeist und die technische Ausführung in den früheren Jahrhunderten immer wieder beweisen. Vor allem zeugen die äußerst zweckgerechten und kunstvoll, teils mit den edelsten Metalltechniken geschmückten Gegenstände von der Gesinnung, von der vorbildlichen Liebe der alten Meister zu ihrem Handwerkszeug und zu dessen Pflege, mögen sie nun das Werkstück konstruktiv oder künstlerisch gestaltet oder es erworben und benutzt haben.

„Altes Handwerkszeug“ ist eine lange Zeit fast vergessenes Gut gewesen. Die Quellen hierüber fließen fast so sparsam wie diejenigen über Bestecke, obgleich doch beide Gegenstände für uns so viel nicht nur Wissenswertes, sondern auch Anziehendes bieten.

Das Vorwort und die Bildbeschreibungen geben in ihrer klaren Sprache wertvolle Einblicke in das Gebiet des Handwerkszeuges und seiner Benutzung in früheren Jahrhunderten. Die zeitliche Bestimmung der Gegenstände ist, soweit diese nicht durch Angaben auf dem Gegenstand selbst oder Begebenheiten ersichtlich ist, auf Grund der häufig in Handwerker-Grabschriften angebrachten Werkzeuge erfreulicherweise genau festgelegt.

Dem Werke liegen eingehende Studien über die verschiedenen behandelten Gebiete, selbst über die Verzierungstechniken, Eisenchnitt, Tausia oder Aetzung zugrunde. Das Werk, das auch auf die Schneidwaren übergreift, ist anzuspähen als wohlgelegenes Gegenstück zu dem Buche: „Knives and forks“, das eingehend das alte Besteck behandelt, und zu den verschiedenen in der Solinger Fachzeitschrift „Die Klinge“ in den letzten Jahren erschienenen reich bilderten Aufsätzen über die Entwicklung der Schneidwaren. Auch die bildliche Bearbeitung ist in allen ihren Teilen als gut gelungen zu bezeichnen. Alles in allem bedeutet das Werk eine willkommene Gabe für die Hand des Sammlers und für den Handwerker. Dem Buche ist eine recht große Verbreitung zu wünschen.

Franz Kurek. Paul Woenne.

Vereins-Nachrichten.

Verein Deutscher Eisenhüttenleute.

Änderungen in der Mitgliederliste.

Besuch, Josef, Ingenieur, Fa. Josef Besuch's Nachf. G. m. b. H., Nikolai (Oberschles.), Gleiwitzer Str. 6.	99 001
Besuch, Walter, Dipl.-Ing., Fa. Josef Besuch's Nachf. G. m. b. H., Nikolai (Oberschles.), Gleiwitzer Str. 6.	37 030
Domalski, Helmut, Dipl.-Ing., Rheinmetall-Borsig A.-G., Martin-stahlwerk, Düsseldorf-Rath; Wohnung: Düsseldorf 10, Lichtstraße 29.	37 081
Drieschner, Wolfgang, Dr.-Ing., Patentanwalt, Düsseldorf 1, Charlottenstr. 58.	37 083

Der I. Vorsitzende des Vereins, Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Fritz Springorum, Dortmund, hat vor einiger Zeit den Wunsch geäußert, mit Rücksicht auf seinen Gesundheitszustand von seinem Amt entbunden zu werden. An Stelle des ausscheidenden Vorsitzenden ist Professor Dr.-Ing. Dr. phil. h. c. Paul Goerens, Essen, zum I. Vorsitzenden des Vereins gewählt worden, der zu seinem I. Stellvertreter Hüttendirektor Dr.-Ing. E. h. Hugo Klein, Siegen, zum II. Stellvertreter Bergrat h. c. Dr. mont. Dr. techn. Ing. Hans Malzacher, Wien, berufen hat.

Haupt, Rudolf, Dipl.-Ing., Abteilungsvorstand, Landesregierung Niederdonau, Wien I, Herrengasse 11; Wohnung: Wien 40, Landstraßer Hauptstr. 1. 37 058
Höhle, Heinz, Dr.-Ing., Betriebschef, Hoesch A.-G., Abt. Drahtverfeinerung, Dortmund; Wohnung: Oesterholzstr. 120. 34 090
Kellermann, Hermann, Dipl.-Ing., Düsseldorf-Grafenberg, Rolandenberg 66. 07 043
Kerpely, Koloman Ritter von, Dipl.-Ing., Hüttenoberinspektor, Ganz-Werke A.-G., Budapest; Wohnung: Budapest XI (Ungarn), Horthy Miklos körter 4. 18 050
Köster, Otto, Dipl.-Ing., Betriebsdirektor i. R., Düsseldorf 10, Prinz-Georg-Str. 100. 12 123
Krems, Werner, Dipl.-Ing., Eisenwerk Wanheim G. m. b. H., Duisburg-Wanheim; Wohnung: Römerstr. 193. 35 293
Kurz, Rudolf, Dr. mont., Ing., Chef des Feinblechwalzwerkes der Friedenshütte, Friedenshütte (Oberschles.). 32 042

Schmidt, Wilhelm, Ingenieur, Chefkonstrukteur, Vorsteher der Techn. Abt. der Deutsche Röhrenwerke A.-G., Werk Thyssen, Mülheim (Ruhr); Wohnung: Goetheplatz 3. 37 398
Schnaase, Horst, Dr. phil., Chemiker, Mineraloge, Gebr. Giuliani G. m. b. H., Werk Mundenheim, Ludwigshafen (Rhein); Wohnung: Ludwigshafen-Rheingönheim, Adolf-Hitler-Str. 5½. 38 165
Tunder, Siegfried, Dipl.-Ing., Regierungsbaur a. D., Reichswerke A.-G. für Erzbau u. Eisenhütten „Hermann Göring“, Hütte Braunschweig, Watenstedt über Braunschweig; Wohnung: Braunschweig, Cyriaksring 38, I. 30 156

Gestorben:

Becker, Ernst, Hüttendirektor i. R., Mülheim (Ruhr). * 18. 3. 1866, † 28. 10. 1939.
Mühe, Richard, Hüttendirektor i. R., Wiesbaden. * 22. 6. 1858, † 30. 10. 1939.

Adolph Nägel †.

Mit Professor Dr. Adolph Nägel, der am 17. September 1939 im Alter von 63 Jahren einem Herzleiden erlag, ist einer unserer bekanntesten Lehrer und Forscher des Maschinenbaues dahingegangen; sein Tod bedeutet für die deutschen Hochschulen und die deutsche Wissenschaft einen schweren Verlust.

Nägel, der am 16. Dezember 1875 in Döhlen bei Dresden als Sohn des damaligen Direktors der Gußstahlwerke Döhlen geboren war, wuchs von Kind an in hüttenmännischer und maschinen technischer Umgebung auf, die für ihn eine Heimat bedeutete. An der Technischen Hochschule Dresden hat er unter Mohr, Zeuner und Mollier studiert, wurde 1902 Assistent Molliers am neugegründeten Maschinenlaboratorium, 1906 begann seine Tätigkeit als Privatdozent mit einer Veröffentlichung über den „Einfluß des Mischungsverhältnisses auf den Betrieb von Gasmaschinen“ und promovierte 1907 zum Dr.-Ing. mit einer Arbeit über die „Zündgeschwindigkeit explosibler Gasgemische“, Abhandlungen, die beide wegen der geistvollen Versuchstechnik und der zuverlässigen Auswertung der Ergebnisse in den Fachkreisen Aufsehen erregten. Auch seine 1912 begonnenen, durch Weltkrieg und Inflation lange unterbrochenen Forschungsarbeiten über den „Wärmeübergang zwischen Dampf und Zylinderwand“ (1928), die den genauen örtlichen und zeitlichen Verlauf des Wärmedurchgangs in einer Gleichstromdampfmaschine erkennen ließen und durch die Messung rasch verlaufender Vorgänge vorbildlich wurden, seine „Versuche an schnelllaufenden Dieselmotoren im Maschinenlaboratorium der Technischen Hochschule Dresden“ (1932), seine „Neueren Versuche über die Entstehung und den Ablauf der dieselmotorischen Verbrennung“ (Luftfahrtakademie 1939) sowie die zahlreichen, immer wieder von ihm angeregten und geförderten Versuchsarbeiten seiner Mitarbeiter, die stolz darauf sind, in der Schule Mollier-Nägel gearbeitet zu haben, trugen dazu bei, den Ruf des Dresdener Maschinenlaboratoriums als neuzeitlicher Versuchsstelle ersten Ranges über die Grenzen Deutschlands hinausdringen zu lassen.

Ebenso wie als Forscher war Nägel, von dem Mollier vor seiner Berufung zum Hochschullehrer (1908) mit Recht rühmte, daß er „in seltenem Maße Vielseitigkeit mit Gründlichkeit verband“, als Lehrer für das Gesamtgebiet der Kolbenmaschinen von weitragendem Einfluß. Er war ein Meister des Wortes, und seine Vorträge wurden nicht nur von seinen Schülern, sondern auch bei Hochschulfeiern und bei großen wissenschaftlichen Tagungen immer wieder mit Begeisterung gehört. Seine Veröffentlichungen über die „Dieselmaschine der Gegenwart“ (1923), die „Dieselmaschinen in Amerika“ (1926), den „Dieselmotor als Kraftfahrzeugmaschine“ (1927) u. v. a. legten Zeugnis ab von tiefem Verständnis aller theoretischen und praktischen Fragen, die der Konstrukteur bei der Gestaltung seiner Motoren zu berücksichtigen hat.

So war es verständlich, daß Nägel als Wissenschaftler und Forscher schon frühzeitig von zahlreichen Firmen und Verbänden im Inlande wie im Auslande als Berater und Mitarbeiter herangezogen wurde, aber ebenso auch von den Reichsbehörden, sei es während des Weltkrieges vom Reichsmarineamt und von der Inspektion der Kraftfahrtruppen, sei es später als Mitglied des Reichsforschungsrates des Reichsverkehrsministeriums, als Mit-

glied der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung und des Senates der Lilienthalgesellschaft, besonders aber als leitender Berater bei der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt in Adlershof, die sich lange bemühte, ihn als Direktor ganz für sich zu gewinnen.

Aber auch außerhalb der eigentlichen Fachkreise lernte man immer mehr seinen Geist, seine Arbeitskraft und seinen weiten Blick für die Wechselbeziehungen zwischen Technik und Kultur schätzen. Wo man einen tätigen und überragenden Vertreter der technischen Hochschulen brauchte, griff man gern auf ihn zurück, sei es im Verbands der Deutschen Hochschulen, sei es in der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, sei es in der Leitung des großen Vereins deutscher Ingenieure, in dem er seit 1930 Kurator und Vorsitzender des Wissenschaftlichen Beirates war.

So ergaben sich auch vielfache Beziehungen zum Verein Deutscher Eisenhüttenleute, dem er sich stets, schon vom Elternhaus her, verbunden gefühlt hat. Seine schon erwähnten Erstellungsarbeiten auf dem Gebiete der Gasmaschinen, deren Schwerpunkt in der damaligen Verwendung bei den Hüttenwerken lag, brachte für ihn auch persönlich die weitere Anknüpfung.

Der Dank für seine selbstlose und nie erlahmende Mitarbeit in der technischen Forschung blieb nicht aus. Aber alle Ehrungen, die ihm zuteil wurden und deren er sich niemals rühmte, die Ernennung zum Mitgliede der Deutschen Akademie in München und der Preußischen Akademie der Wissenschaften in Berlin, zum Ehrendoktor der Universität Berlin und der Technischen Hochschule München, die Verleihung des goldenen Museumsringes durch das Deutsche Museum in München, der De-Laval-Medaille durch die Ingenieur-Akademie in Stockholm, der Goethe-Medaille durch das Reichsministerium des Innern, und so viele andere beeinflussten seinen vornehmen Sinn ebensowenig wie etwaige Zeichen neidischer Verkenning. Er war und blieb für jeden seiner Mitarbeiter, Freunde und

Schüler der gleich gütige, hilfsbereite und kluge Berater.

Für ihn war es naturgemäß, daß er seine ganz besondere Sorge der Ausbildung unseres Ingenieurwachstums widmete, also den Fragen des Unterrichts und der technischen Erziehung, in denen er bald führend und klärend tätig war, als sie nach dem Weltkriege von neuem aufgeworfen und mit Heftigkeit erörtert wurden. Seine Gedanken „Zur Reform der Technischen Hochschule“ (in den Jahrgängen 1919 und 1920 der „Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure“) und über die „Aufgabe der akademischen Jugend für Deutschlands Wiedergeburt“ (im Jahrgang 1923 derselben Zeitschrift) verdienen noch immer unsere vollste Beachtung.

So erblicken wir heute in Nägel, der die Ueberlieferung seiner Lehrer Zeuner und Mollier auf den heutigen Maschinenbau übertrug, das Bild eines deutschen Hochschullehrers, der gleichzeitig ein geborener Ingenieur und ein geborener Forscher war, und eben in der Durchdringung von gründlicher Forschung und genialer Gestaltung das Hochziel der deutschen Technik erblickte, in dessen Verwirklichung er sich verzehrte.

Möge sein Geist in unseren Hochschulen weiterwirken!

Karl Kutzbach, Dresden.



Nägel