

# STAHL UND EISEN

## ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein deutscher Eisenhüttenleute

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

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

HEFT 52

24. DEZEMBER 1936

56. JAHRGANG

### Entwicklung des Transformatorenstahles in Nordamerika.

Von Tryggve D. Yensen in East-Pittsburgh (V. St. A.).

[Bericht Nr. 361 des Werkstoffausschusses des Vereins deutscher Eisenhüttenleute<sup>1</sup>.]

(Zahlen über die Bedeutung der Forschung auf dem Gebiete der Transformatorenstähle und über die Ersparnisse durch ihre Verbesserung. Einfluß von Kohlenstoff, Sauerstoff, Schwefel, Phosphor, der Korngröße und Kornorientierung auf die Wärmeverluste bei reinem Eisen. Erzielung der günstigsten Kornorientierung im Transformatorenblech durch eine geeignete Verbindung von Kaltverformung und Glühung. Magnetische Güteverhältnisse des so erzeugten Siliziumstahles.)

Um einen rohen Ueberblick über die Entwicklung und die Bedeutung der Transformatorenindustrie und der damit verbundenen Forschungsarbeit auf dem Gebiete der Eisenlegierungen zu geben, sind in Abb. 1 die Leistungsfähigkeiten in den Vereinigten Staaten von Nordamerika vorhandenen Umspanner, die gesamten Umspannerverluste und der Anteil der Eisenverluste an ihnen für die Jahre 1900 bis 1935 zusammengestellt. Es ist dabei angenommen, daß die Leistungsfähigkeit der Umspanner

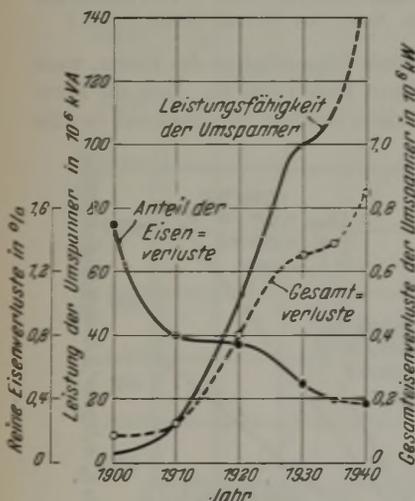


Abbildung 1. Leistungsfähigkeit der Umspanner in den Vereinigten Staaten von Nordamerika und ihre Wärmeverluste für die Zeit von 1900 bis 1940.

werte der Werkstoffe berechnet worden. Durch die Verbesserung der silizierten Transformatorenstähle wurden im Jahre 1935 gegenüber 1910 etwa 8 Mill. \$ gespart. Die Gesamtersparnis in den Vereinigten Staaten seit 1920 — seit dieser Zeit erfolgten die größten Verbesserungen — beträgt etwa 60 Mill. \$ oder jährlich 4 Mill. \$.

Die Bedeutung des Transformatorenstahles sei noch an anderen Zahlen klargemacht. In elektrischen Maschinen sind in Amerika gegenwärtig etwa 1,5 Mill. t Werkstoffe mit besonderen magnetischen Eigenschaften eingebaut, zu denen

<sup>1</sup>) Erstattet auf der 33. Vollversammlung des Werkstoffausschusses am 17. Juli 1936. — Sonderabdruck des Berichtes sind vom Verlag Stahlisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

jährlich etwa 150 000 t neu hinzukommen; diese machen etwa 5 % des Verkaufswertes der Blecherzeugung aus, von denen ungefähr der dritte Teil für Umspanner verwendet wird. Wenn man alle Umspanner in den Vereinigten Staaten nebeneinander aufreichte, so würden sie einen zusammenhängenden Zaun zu beiden Seiten der Lincoln-Straße von New York bis San Francisco oder von Lissabon bis Swerdlowsk bilden. Ihre gesamte jährliche Leistung beträgt gegenwärtig etwa  $100 \cdot 10^{12}$  kWh.

Mit der Einführung der Stähle mit höherem Siliziumgehalt zu Beginn des Jahrhunderts wurden die Schwierigkeiten durch die Alterung weitgehend behoben, Verbesserungen der Permeabilität und Verringerung der

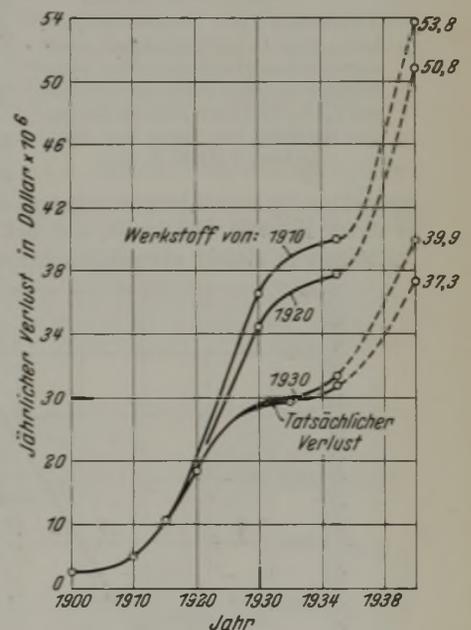


Abbildung 2. Wert der jährlichen Wärmeverluste durch die Umspanner in den Vereinigten Staaten von 1900 bis 1935.

Zahlentafel 1. Güteverhältnisse aus dem Jahre 1900 von Umspannerblechen mit 0,35 mm Dicke.

Eigenschaft	Schwedisches Holzkohlen-eisen	Stahl mit 2,5 % Si
Maximalpermeabilität in Gauß/Oersted	2500	5000
Elektrischer Widerstand in $\frac{\text{Ohm} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$	0,105	0,40
Hysteresisverlust in $\text{Erg/cm}^3 \cdot \text{Periode}$		
für $\mathfrak{B} = 15\,000$ Gauß	6000	4700
für $\mathfrak{B} = 10\,000$ Gauß	3000	2200
Gesamtverlust in W/kg ( $\mathfrak{B} = 10\,000$ Gauß, 60 Perioden)	3,5	2,2

Verluste erreicht, wie aus Abb. 3 und 4 sowie aus Zahlen-  
 tafel 1 eindeutig hervorgeht. Im allgemeinen begriff man  
 zunächst die Ursachen dieser Verbesserungen nicht. Man  
 stellte auch an Eisen-Silizium-Legierungen mit anscheinend  
 gleicher Zusammensetzung und gleichem Gefüge große

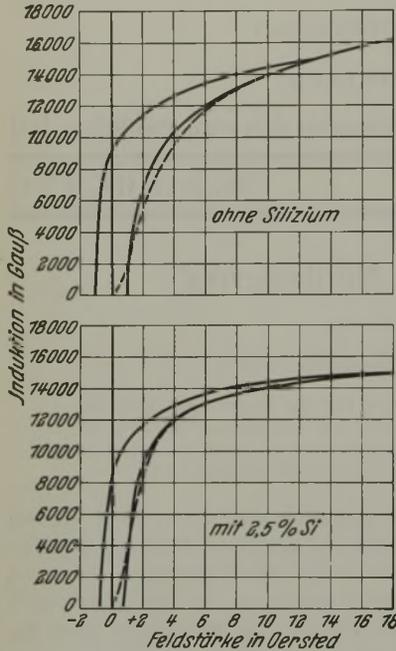


Abbildung 3 und 4. Magnetisierungskurve und Induktionsschleife eines schwedischen Holzkohleneisens ohne Silizium und eines Umspannerbleches mit 2,5 % Si. [Nach Barrett, Brown und Hadfield: Sci. Trans. Roy. Soc., Dublin, 7 (1900) S. 67.]

Unterschiede in den magnetischen Eigenschaften fest. Um diese Erscheinungen zu klären, wurden 1912 an der Universität Illinois

Untersuchungen aufgenommen, die später in der Versuchsanstalt der Westinghouse Electric and Manufacturing Company, der American Rolling Mill Company sowie in vielen anderen Forschungsstätten aufgegriffen und bis zur Gegenwart fortgeführt wurden.

Zum Verständnis der Erscheinungen muß man zunächst die magnetischen Eigenschaften des Eisens und die verschiedenen Einflüsse, von denen sie abhängen,

betrachten. Es ist seit langem bekannt, daß der Kohlenstoff in dieser Hinsicht wichtig ist, und daß man den Kohlenstoffgehalt so niedrig wie möglich halten muß, wenn man

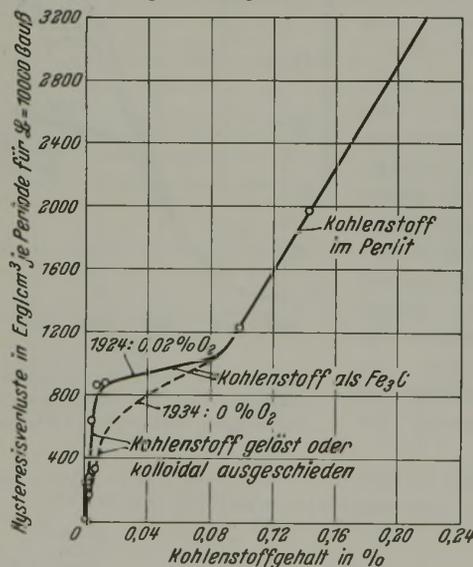


Abbildung 5. Abhängigkeit der Hysterisverluste vom Kohlenstoffgehalt.

eine hohe magnetische Durchlässigkeit erreichen will; aber erst nach der Entwicklung von Verfahren zur genauen Bestimmung des Kohlenstoffes wurde festgestellt, daß sogar weniger als 0,01 % C großen Einfluß auf die magnetischen Eigenschaften des Eisens hat (Abb. 5). Heute ist man der Ansicht, daß dies auf die geringen Anteile an Kohlenstoff zurückzuführen ist, die entweder in Lösung oder als aus-

geschiedene, kolloidale Teilchen von Zementit vorliegen und den gleichartigen Aufbau des Kristallgitters, von dem die magnetischen Eigenschaften abhängen, verhältnismäßig stark stören. In ähnlicher Weise und aus demselben Grunde beeinflussen geringe Gehalte an Sauerstoff, Schwefel und

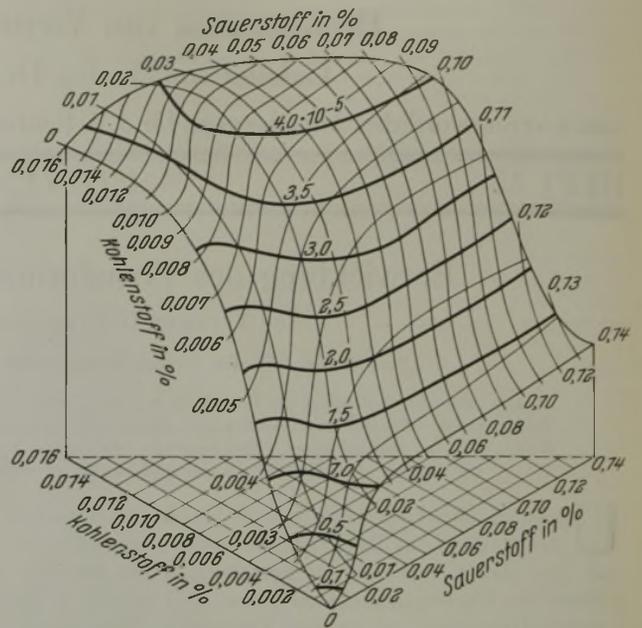


Abbildung 6. Einfluß des Kohlenstoff- und Sauerstoffgehaltes auf die magnetischen Eigenschaften des Eisens. [Die stark ausgezogenen Linien sind Kurven gleicher Minimalreluktivität. Um die Koerzitivkraft (in Oersted) für  $B = 10\,000$  Gauß zu erhalten, sind die Zahlen mit 0,054 zu multiplizieren, zur Errechnung der Hysterisverluste (in  $\text{Erg}/\text{cm}^3 \cdot \text{Periode}$ ) mit 164. Nach T. D. Yensen und N. A. Ziegler: Trans. Amer. Soc. Met. 33 (1935) S. 556.]

Phosphor die magnetischen Eigenschaften des Eisens, wenn auch nicht in gleich hohem Maße (Abb. 6). Auch die Korngröße ist von beträchtlichem Einfluß; dies kann auf dieselbe

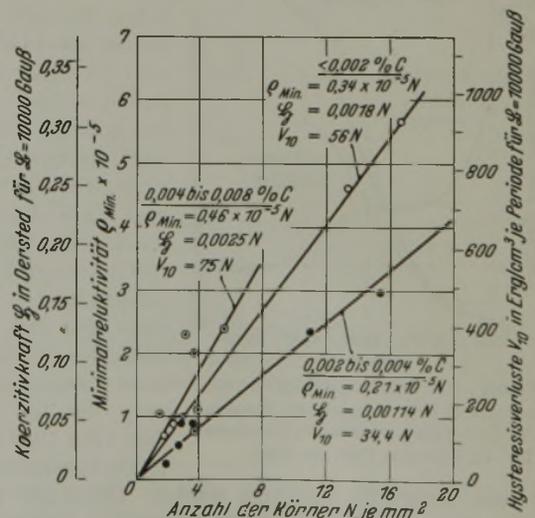


Abbildung 7. Abhängigkeit der Minimalreluktivität, Koerzitivkraft und Hysterisverluste von der Korngröße für drei Werkstoffe mit verschiedenem Kohlenstoffgehalt. [Nach W. E. Ruder: Trans. Amer. Soc. Met. 22 (1934) S. 1120.]

Weise dadurch erklärt werden, daß besonders an den Korngrenzen im Kristallgitter gestörte Stellen vorhanden sind, die die magnetischen Eigenschaften beeinflussen. Infolgedessen ist die Suszeptibilität um so niedriger und der Hysterisverlust um so größer, je kleiner das Korn ist. Das Ergebnis verschiedener Versuchsreihen veranschaulicht Abb. 7. Die Zunahme der Minimalreluktivität, der für eine

Magnetisierung von 10 000 Gauß notwendigen Feldstärke sowie der Hysterisisverluste mit der Korngröße  $N$  läßt sich durch die Gleichung  $x = a \cdot N^b + b$  darstellen, worin  $b$  eine vom Kohlenstoffgehalt des Werkstoffes abhängige Kennzahl darstellt. Schließlich bestimmt der Gitteraufbau die magnetische Durchlässigkeit in der Weise, daß die Richtung der leichtesten Magnetisierbarkeit der Würfelkante oder der [100]-Achse entspricht (Abb. 8).

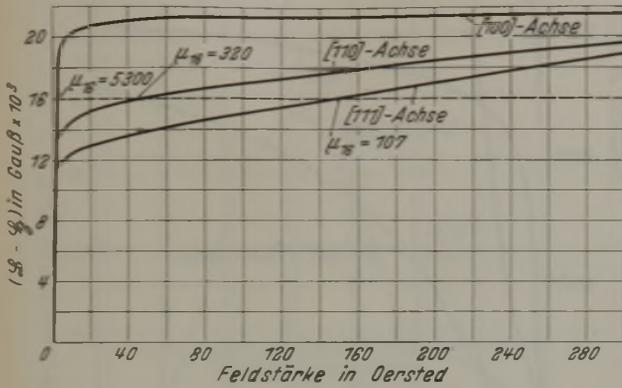


Abbildung 8. Abhängigkeit der Magnetisierung von der Kornanordnung im Werkstoff. [Nach K. Honda und S. Kaya: Sci. Rep. Tôhoku Univ. 15 (1926) S. 736.]

Ein von Verunreinigungen freier und in der [100]-Richtung magnetisierter Eiseneinkristall würde magnetische Eigenschaften aufweisen, die annähernd den von der Theorie nach Langevin-Weiss geforderten Werten entsprechen. Dies scheint tatsächlich der Fall zu sein, da bereits Werte für die magnetische Durchlässigkeit von über

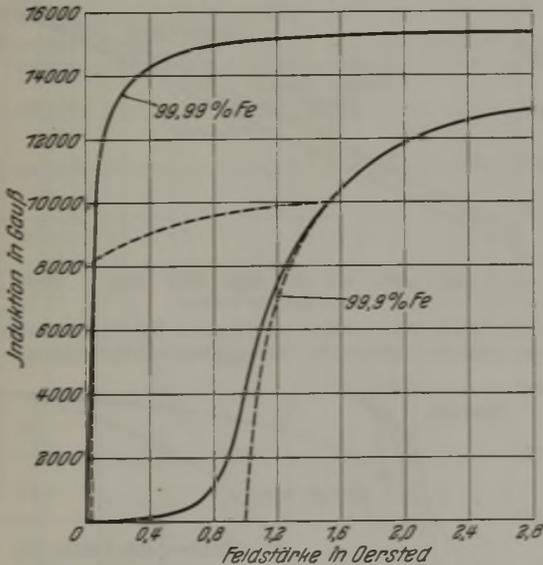


Abbildung 9. Verlauf der Magnetisierungskurven und Induktionsschleifen für zwei sehr reine Eisensorten.

300 000<sup>2</sup>) und äußerst geringe Hysterisisverluste von 70 Erg/cm<sup>2</sup>·Periode<sup>2</sup>) an Eisenproben gemessen wurden, die infolge ihrer Herstellung einen hohen Reinheitsgrad von 99,99 % Fe hatten und frei von Spannungen waren (Abb. 9). Die Entwicklung in dieser Hinsicht geht aus Abb. 10 und 11 hervor. Reines Eisen kann daher als der beste ferromagnetische Werkstoff angesehen werden, kommt aber leider für den Betrieb nicht in Frage. Der Hauptgrund dafür ist, daß sein elektrischer Widerstand so niedrig ist, daß die Wirbelstromverluste sehr hoch werden, wenn man nicht sehr dünne Bleche (0,05 mm) verwendet. Es ist aber

<sup>2</sup>) G. W. Elmen: Electr. Engng. 54 (1935) S. 1292.  
<sup>3</sup>) W. E. Ruder: Trans. Amer. Soc. Met. 22 (1934) S. 1120/41.

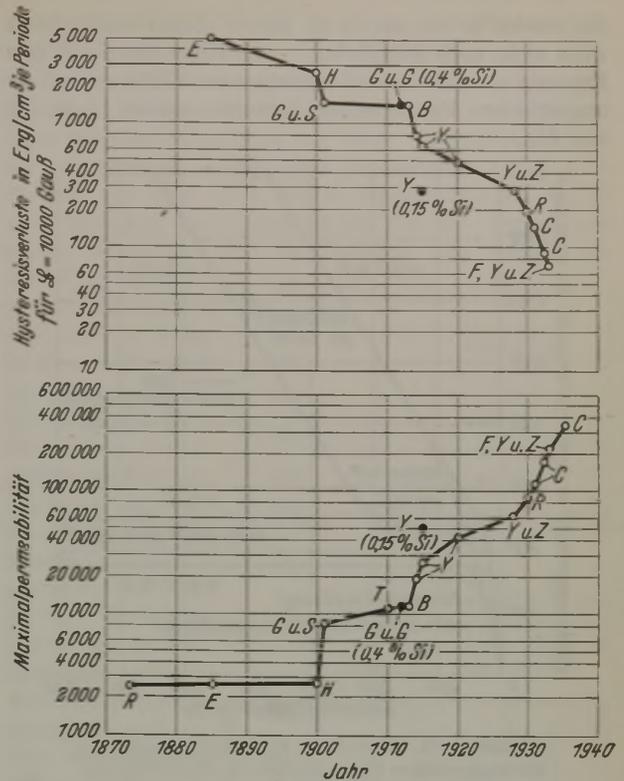


Abbildung 10 und 11. Verbesserung der magnetischen Eigenschaften von reinem Eisen nach Angaben verschiedener Forscher.

Die Werte für die mit Buchstaben bezeichneten Kurvenpunkte wurden folgenden Arbeiten entnommen:  
 B = M. Breslau: Elektrotechn. Z. 34 (1913) S. 671/74 n. 705/07;  
 C = P. P. Cioffi: Physic. Rev. 39 (1932) S. 363/67 u. 376/77; Electr. Engng. 54 (1935) S. 1298.  
 E = J. A. Ewing: Magnetic Induction in Iron and Other Metals, 3. Ausg., Abschnitt 4;  
 G u. G = E. Gumlich und P. Goerens: Trans. Paraday Soc. 8 (1912) S. 98.  
 G u. S = P. Goerens und Schmidt: Elektrotechn. Z. 22 (1901) S. 891;  
 H = Barrett, Brown und Hadfield: Trans. Sci. Roy. Soc., Dublin, 7 (1900) S. 67;  
 R = Rodgers: Trans. Amer. Electrochem. Soc. 56 (1929) S. 225;  
 T = Terry: Physic. Rev. 30 (1910) S. 133;  
 Y = T. D. Yensen: Engng. Exp. Station, Univ. Ill., 11 (1914) Nr. 72;  
 Proc. Amer. Inst. Electr. Engr. 34 (1915) S. 2455/95; 43 (1924) S. 145;  
 Y u. Z = T. D. Yensen: Trans. Amer. Electrochem. Soc. 56 (1929) S. 215/29;  
 F, Y u. Z = T. D. Yensen und N. A. Ziegler: Trans. Amer. Soc. Met. 33 (1935) S. 556/76.

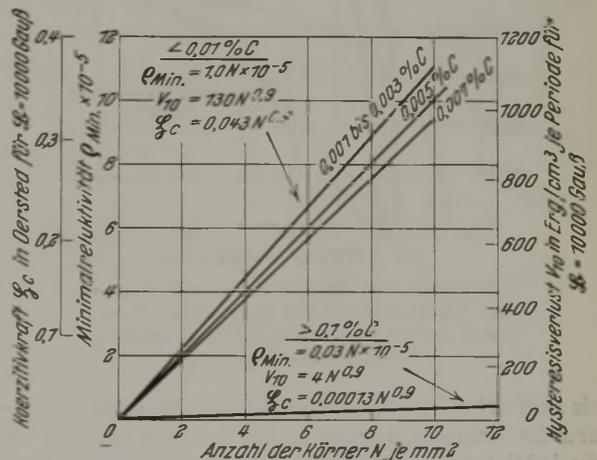


Abbildung 12. Einfluß der Korngröße auf die magnetischen Eigenschaften eines Stahles mit 3 % Si. [Nach T. D. Yensen und N. A. Ziegler: Trans. Amer. Soc. Met. 24 (1936) S. 337.]

bisher noch nicht gelungen, Eisen in der Form dünner Bleche mit denselben guten magnetischen Eigenschaften zu erzeugen, wie sie in stärkeren Querschnitten beobachtet wurden. Dazu würden die Herstellungskosten zu hoch werden.

Aus diesen Gründen behaupten sich Eisen-Silizium-Legierungen als wichtigste Werkstoffe für Umspanner.

Sie wurden in den letzten 25 Jahren ebenso eingehend — wenn nicht noch gründlicher — wie reines Eisen mit dem Ergebnis untersucht, daß verschiedene Einflüsse auf die magnetischen Eigenschaften bestimmt wurden (Abb. 12 und 13).

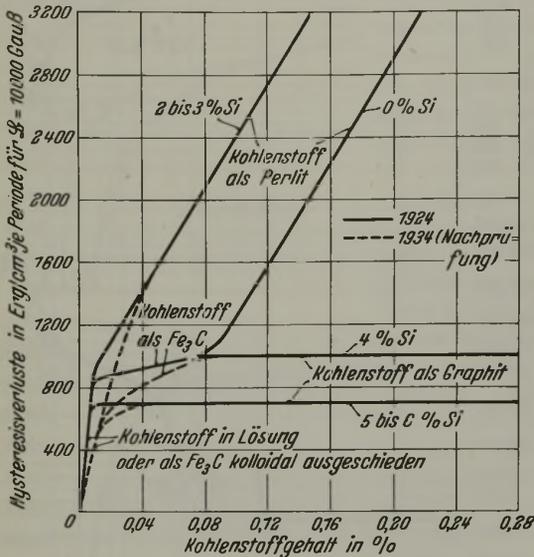


Abbildung 13. Einfluß des Kohlenstoffgehaltes auf die magnetischen Eigenschaften von Eisen-Silizium-Legierungen. [Nach T. D. Yensen und N. A. Ziegler: Trans. Amer. Soc. Met. 24 (1936) S. 337.]

Nachdem die Einflußgrößen erkannt waren, bestand die nächste Aufgabe darin, Mittel und Wege zu ihrer Beherrschung zu finden und besonders die Verunreinigungen auf einen Kleinstwert herabzudrücken, für die Korngröße in Hinblick sowohl auf die Wirbelstromverluste

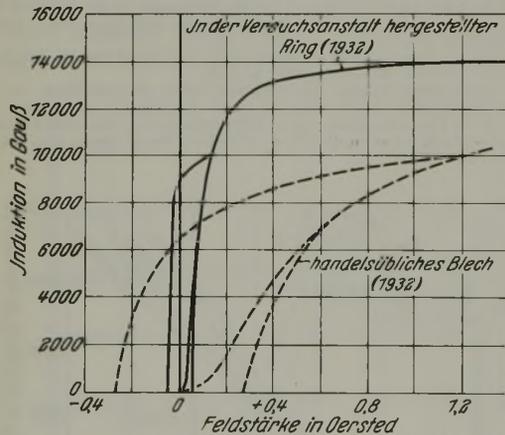


Abbildung 14. Induktionskurven für einen in der Versuchsanstalt hergestellten Werkstoff und ein handelsübliches Blech aus einer Eisen-Silizium-Legierung.

als auch auf die Hysteresisverluste einen Bestwert zu finden und die Kristallanordnung im Blech so einzurichten, daß die [100]-Achse vorwiegend in der Richtung liegt, in der der Werkstoff magnetisiert werden soll.

Verschiedene Verfahren zur Entfernung der Verunreinigungen im festen wie im flüssigen Zustande sind entwickelt worden, die den Fachleuten zu gut bekannt sind, als daß sie hier nochmals erwähnt zu werden brauchten. Es genügt festzustellen, daß der Kohlenstoff und andere Verunreinigungen aus dem fertigen Blech durch Verbindung einer oxydierenden mit einer reduzierenden Glühung

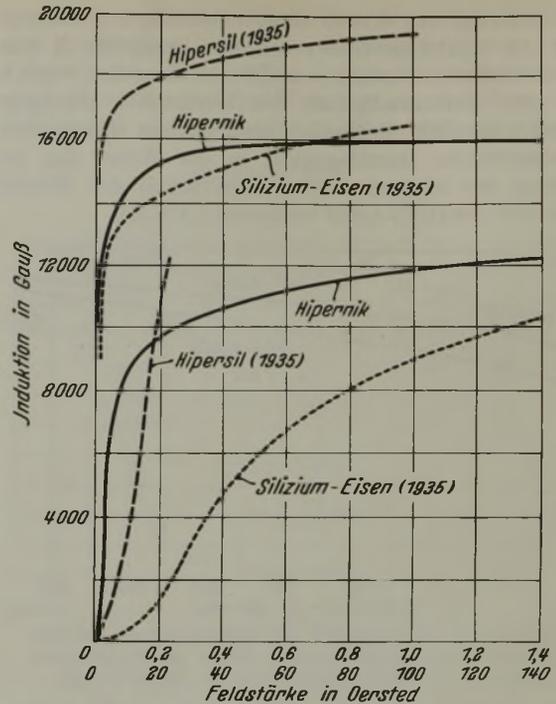


Abbildung 15. Magnetisierungskurven für Hipersil, Hipernik und eine Silizium-Eisen-Legierung bei niedrigen (untere Kurven) und hohen Feldstärken (obere Kurven).

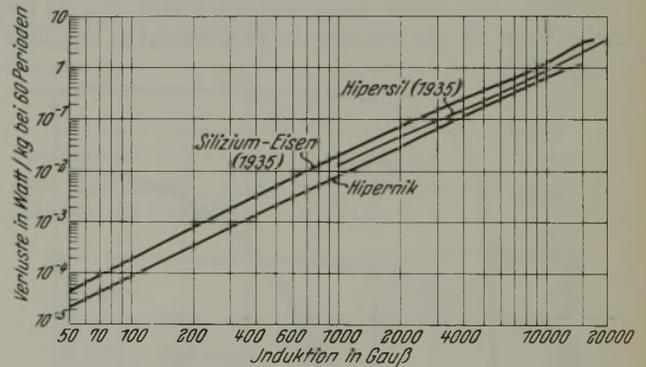


Abbildung 16. Wattverluste von Hipersil, Hipernik und einer Eisen-Silizium-Legierung in Abhängigkeit von der Feldstärke.

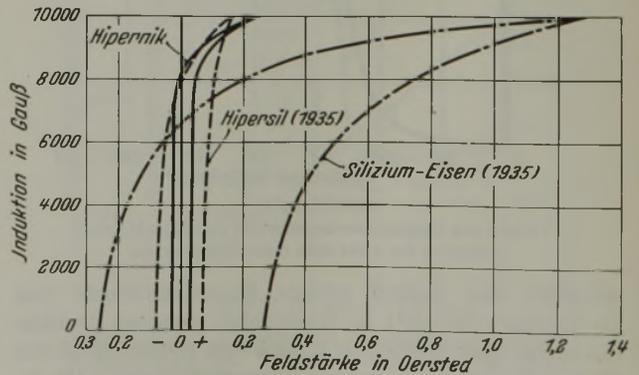


Abbildung 17. Hysteresisschleifen für Hipersil, Hipernik und eine Eisen-Silizium-Legierung.

entfernt werden können<sup>4</sup>). Durch eine solche bei geeigneter Temperatur durchgeführte Glühung ist es möglich, nicht nur den Kohlenstoff- und Schwefelgehalt auf weniger als 0,005 % herabzudrücken, sondern auch innerhalb einer

<sup>4</sup> T. D. Yensen: Patente V. St. A. Nr. 1 358 890 (1920) und Nr. 2 050 408 (1936).

annehmbaren Zeit die günstigste Korngröße zu erreichen. Auf diese Weise wurden bei regelloser Kristallanordnung sehr gute magnetische Eigenschaften erzielt (Abb. 14). Die durch das Glühverfahren erzielte Verbesserung geht aus folgenden Gütewerten der beiden Werkstoffe hervor.

Handelsübliches Blech:

- Maximalpermeabilität: 12 000,
- Hysteresisverlust für  $f = 60 \sim$  und  $\mathfrak{B} = 10\,000$  Gauß:  $700 \text{ Erg/cm}^3 \cdot \text{Periode} = 0,14 \text{ W/kg}$ ,
- Gesamtverlust für  $f = 60 \sim$  und  $\mathfrak{B} = 10\,000$  Gauß:  $760 \text{ Erg/cm}^3 \cdot \text{Periode} = 1,0 \text{ W/kg}$ .

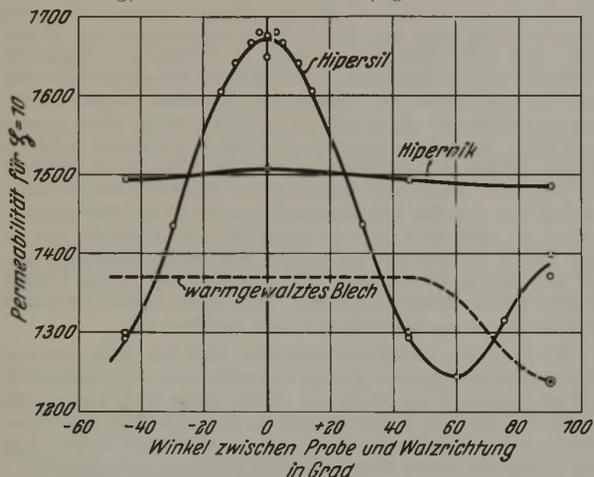


Abbildung 18. Abhängigkeit der Permeabilität von der Lage der Probe zur Walzrichtung.

In der Versuchsanstalt hergestellter Werkstoff:

- Maximalpermeabilität: 83 100,
- Hysteresisverlust für  $f = 60 \sim$  und  $\mathfrak{B} = 10\,000$  Gauß:  $163 \text{ Erg/cm}^3 \cdot \text{Periode} = 0,14 \text{ W/kg}$ .

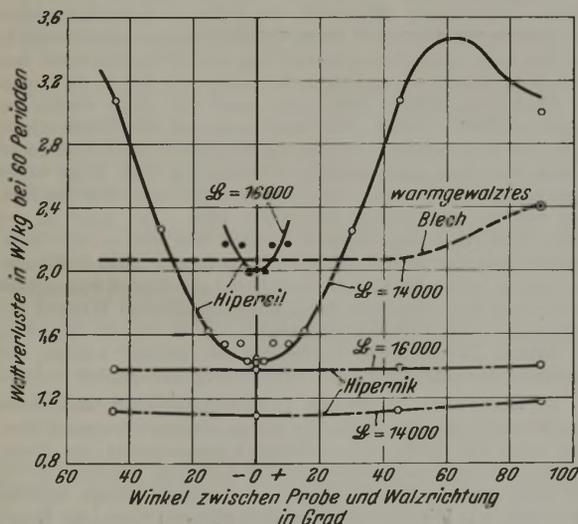


Abbildung 19. Abhängigkeit der Wattverluste von der Lage der Probe im Blech zur Walzrichtung.

Die bevorzugte Gitteranordnung im Blech kann wirkungsvoll durch die Verbindung von Kaltverformung mit Zwischenglühungen erzielt werden<sup>5)</sup>. Bei sorgfältiger Durchführung des Verfahrens kann man erreichen, daß 70 bis 80% der Körner mit ihren [100]-Achsen nicht mehr als 10% von der Walzrichtung abweichen<sup>6)</sup>. Querwarmwalzung verursacht auch eine bevorzugte Kristallanordnung, aber in diesem Falle verläuft die bevorzugte Richtung

unter einem Winkel von 45° zur Walzrichtung<sup>7)</sup>, und dazu ist die Kristallanordnung weniger beständig.

Durch eine Vereinigung dieser Verfahren ist es gelungen, in kleinem Maßstabe Bleche von 0,30 bis 0,35 mm Dicke aus Eisen-Silizium-Legierungen mit einer Maximalpermeabilität von mehr als 50 000, einer Permeabilität für  $\mathfrak{H} = 10$  Oersted von über 1700, einem Hysteresisverlust für  $\mathfrak{B} = 10\,000$  Gauß von weniger als  $300 \text{ Erg/cm}^3 \cdot \text{Periode}$  und einem Wattverlust (für 60 Perioden) von weniger als

0,75 W/kg für  $\mathfrak{B} = 10\,000$  Gauß, von weniger als 1,50 W/kg für  $\mathfrak{B} = 14\,000$  Gauß und von weniger als 2,40 W/kg für  $\mathfrak{B} = 16\,000$  Gauß herzustellen. Die Westinghouse Co. hat diesem Werkstoff den Namen Hipersil gegeben<sup>8)</sup> (Abb. 15 bis 17). In Abb. 18 und 19 sind die Permeabilität und der Wattverlust für Hipersil und zwei andere Werkstoffe in Abhängigkeit von der Lage der Probe zur Walzrichtung wiedergegeben. Man erkennt daraus, daß die Verbesserung der magnetischen Eigenschaften in der Walzrichtung entsprechend der besonderen Kristallanordnung auf Kosten der Permeabilität und der Hysteresisverluste in anderen Richtungen erfolgte. Abb. 20 und 21 endlich zeigen allgemein die Gütesteigerung der Eisen-Silizium-Legierungen von 1900 bis 1935. Man erkennt aus dem Kurvenverlauf, daß die Wattverluste von etwa 2 W/kg (für  $\mathfrak{B} = 10\,000$  Gauß und 60 Perioden) auf etwa 0,8 W/kg gesunken sind, während die Permeabilität für  $\mathfrak{H} = 10$  Oersted von 1350 auf etwa 1700 zugenommen hat.

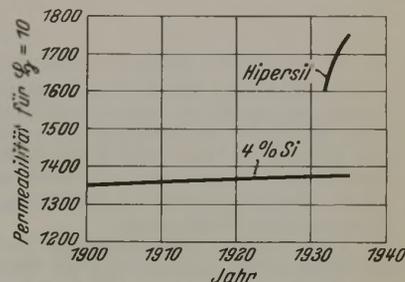


Abbildung 20.

Verbesserung der Permeabilität von handelsüblichen Umspannerblechen mit 4% Si und 0,35 mm Stärke in den Jahren von 1900 bis 1935.

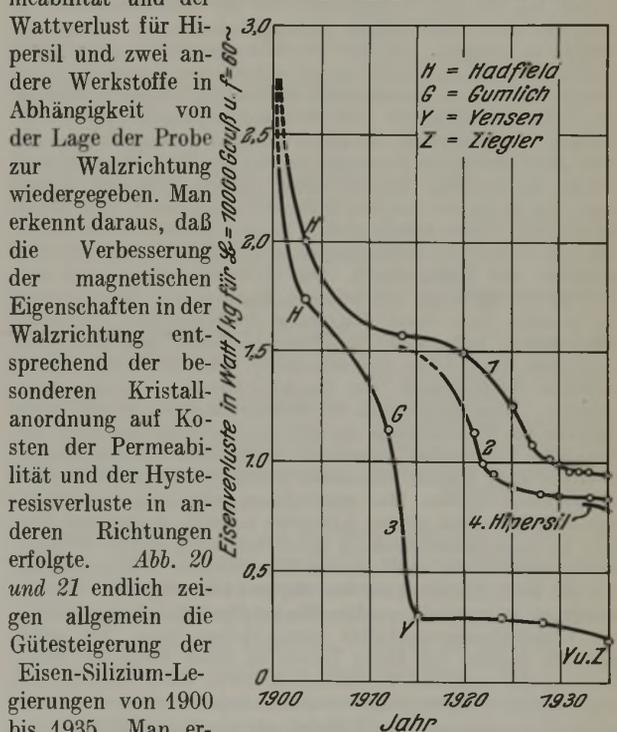


Abbildung 21.

Verminderung der Wattverluste in der Zeit von 1900 bis 1935.

- Kurve 1 = Eisenverluste handelsüblicher, warm gewalzter Umspannerbleche von 0,35 mm Stärke, aus der Walzrichtung entnommen und geglüht.
- Kurve 2 = Eisenverluste warm gewalzten, in der Versuchsanstalt hergestellten Bleches von 0,35 mm Stärke, in Wasserstoff geglüht.
- Kurve 3 = Hysteresisverlust von Laboratoriumsproben mit 3 bis 4% Si in Form von Ringen und Stäben.

Obwohl diese Ergebnisse in der Versuchsanstalt gewonnen wurden, so sind sie doch versuchsmäßig so gut begründet,

<sup>5)</sup> N. P. Goss: Trans. Amer. Soc. Met. 20 (1935) S. 511/44; Patent V. St. A. Nr. 1 965 559 (1934); R. M. Bozorth: Trans. Amer. Soc. Met. 23 (1935) S. 1107/11.

<sup>6)</sup> K. J. Sixtus: Physics 6 (1935) S. 105.

<sup>7)</sup> F. Bitter: Patent V. St. A. Nr. 2 046 717 (1936).

<sup>8)</sup> Electr. J. 33 (1936) S. 40.

daß kaum Zweifel bestehen, sie auch im Betriebe zu erreichen, sobald die Bedingungen es gestatten. Es ist Aufgabe der Walzwerke, Verfahren zur betriebsmäßigen Erzeugung auszuarbeiten, die auch bei Erzeugung größerer Mengen ähnliche Ergebnisse zu erreichen erlauben.

Zum Schluß möchte der Verfasser allen seinen Mitarbeitern, die zu den erwähnten Ergebnissen beigetragen haben, seinen Dank aussprechen. Dies gilt nicht nur für die Versuchsanstalten der Westinghouse Electric & Manufacturing

Company, sondern auch für die General Electric Company, die Bell Telephone and Telegraph Company, die American Rolling Mill Company und die Cold Metal Progress Company.

Wenn hier auch nur über die Erfolge in den Vereinigten Staaten berichtet wurde, so hat der Verfasser doch nicht die großen Beiträge der Forscher anderer Länder vergessen, besonders in England, wo das mit Silizium legierte Eisen geboren wurde, und in Deutschland, wo an seiner Weiterentwicklung von jeher gearbeitet worden ist.

\* \* \*

An den Vortrag schloß sich folgende Erörterung an.

F. Stäblein, Essen: Die Permeabilitätswerte, die Herr Yensen uns gezeigt hat, waren erstaunlich hoch, und ich glaube nicht, daß sie bei uns schon erreicht worden sind. Nun hätte ich gern gewußt, ob sich diese Permeabilitätswerte auf Wechselstrommagnetisierung oder auf Gleichstrommagnetisierung beziehen. Besonders möchte ich das für den bei Hipsil gemessenen Wert von etwa 50 000 wissen.

T. D. Yensen, East-Pittsburgh: Die angegebenen Werte für die Permeabilität beziehen sich auf Gleichstrommagnetisierung, aber die Verluste wurden bei Wechselstromversuchen festgestellt.

O. Dahl, Berlin: Herr Yensen hat auch von der viel erörterten Abhängigkeit der magnetischen Eigenschaften von der Korngröße gesprochen und erwähnt, daß sowohl die Beeinflussung des Hysteresisverlustes als auch des Wirbelstromverlustes zu beachten sei, um den Niedrigstwert für die Gesamtverluste, die sich aus den vorgenannten beiden Teilverlusten zusammensetzen, zu erzielen. Da die Wirbelstromverluste unter sonst gleichen Bedingungen nur von der elektrischen Leitfähigkeit abhängig sind und die Leitfähigkeit unabhängig von der Korngröße ist, sollte eigentlich nur eine Berücksichtigung der Hysteresisverluste notwendig sein; aus ihnen müßte sich durch Zufügen des stets gleichbleibenden Zusatzgliedes, das die Wirbelstromverluste erfaßt, der jeweilige Gesamtverlust ergeben. Offenbar stimmt aber, wie es aus der von Herrn Yensen angegebenen Arbeitsregel hervorgeht, dieser Ansatz nicht. In ganz krasser Weise haben wir dies früher bei elektrolytisch abgeschiedenen Eisenblechen gefunden und beschrieben<sup>9)</sup>. Die Hysteresisverluste sind dort in Uebereinstimmung mit früheren Angaben von Herrn Yensen für reinstes Eisen durch Steigerung der Korngröße weitgehend herabgesetzt; trotz dieser Herabsetzung findet man aber praktisch stets die gleichen Gesamtverluste. Wir haben daher einen weiteren Verlustanteil, die Nachwirkungsverluste, angenommen. Diese steigen mit der Korngröße stark an und heben dadurch die Herabsetzung der Hysteresisverluste praktisch auf. Ähnliche Verhältnisse haben sich bei neueren Untersuchungen, über die Herr Pawlek demnächst berichten wird, auch für siliziiertes Eisen ergeben. Man erhält daher, selbst wenn man Bleche mit außerordentlich großen Kristallen herstellt, kaum einen Vorteil. In engem Zusammenhang damit steht auch, daß die Wechselstrompermeabilität, nach der sich Herr Stäblein wohl aus diesem Grunde noch besonders für das Hipsil erkundigte, bei den geschätzten magnetisch weichen Werkstoffen oft sehr weit hinter der Gleichstrompermeabilität zurückbleiben kann. Ich würde gern die Ansicht von Herrn Yensen zu dieser Frage der Beeinflussung der einzelnen Verlustanteile hören, ob er den von uns angegebenen Nachwirkungsverlusten zustimmt oder ob er tatsächlich Änderungen der Wirbelstromverluste annimmt.

Sodann noch eine Frage rein herstellungstechnischer Art. Die gezeigten Kurven bezogen sich wohl meist auf die Bestwerte der Eigenschaften ohne nähere Angabe, ob sie erst im Laboratorium oder ob sie schon im großen erzielt werden. Ich wäre daher Herrn Yensen sehr dankbar, wenn er mitteilte, welche Werte für Verluste und Induktion man zur Zeit üblicherweise in Amerika für siliziiertes Eisen erhält, also wie die Güte der zur Zeit für den allgemeinen Transformatorenbau verwendeten Bleche ist.

E. Houdremont, Essen: Herr Yensen hat in seinem Vortrage nach dem Entwicklungsstand der Transformatoren-

stähle in Deutschland gefragt. Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Reinheit, Kristallorientierung, Korngröße und Wattverlusten sind auch in Deutschland angestellt worden<sup>10)</sup>, und so kann man sagen, daß die technische Entwicklung bei der Herstellung magnetisch besonders reicher Legierungen in etwa der gleichen Linie verläuft, wie sie Herr Yensen geschildert hat. Für die betriebsmäßige Lieferung größerer Mengen Transformatorenstahl ist wohl in Deutschland ungefähr ein gleicher Stand der magnetischen Eigenschaften erreicht worden, wie wir ihn von Amerika kennen. Was nicht erreicht worden ist, sind die Laboratoriumsproben der Reinheit, wie sie Herr Yensen vielleicht in der ganzen Welt allein hergestellt hat, mit sehr hohen Gütewerten. Dazu müssen wir Herrn Yensen unseren Glückwunsch aussprechen, und ebenso müssen wir ihm danken, daß er uns hierüber nochmals berichtet hat.

K. Daeves, Düsseldorf: Darüber, daß bei sonst gleichen Herstellungsbedingungen die Korngröße von entscheidendem Einfluß auf die Wattverluste ist, dürfte heute wohl kaum noch ein Zweifel bestehen, zumal da auch die Praxis, bewußt oder unbewußt, von diesem Umstand weitgehend Gebrauch macht. Ich darf hierzu auf meine frühere Veröffentlichung verweisen<sup>11)</sup>.

Von Herrn Yensen ist auch noch der Einfluß des Phosphors auf die Wattverluste erwähnt worden. Es würde mich interessieren, nach welcher Richtung ein Einfluß höherer Phosphorgehalte gefunden wurde. Ich selbst habe seinerzeit auf Grund von Großzahluntersuchungen<sup>12)</sup> feststellen können, daß zunehmender Phosphorgehalt von mehr als 0,02 % an die Wattverluste sogar erniedrigt.

Schließlich noch eine Bemerkung über den Einfluß der Kornorientierung. Sie macht sich nicht nur beim Kaltwalzen und Glühen, sondern auch beim üblichen Warmwalzen bemerkbar. Ich habe schon früher darauf hingewiesen<sup>11)</sup>, daß, wenn man wiederholt Blöcke der gleichen Schmelze mit 0,2 % Si einmal auf Bleche von  $1000 \times 2000 \times 0,5 \text{ mm}^3$  und dann wieder auf Bleche von  $800 \times 1600 \times 0,5 \text{ mm}^3$  auswalzt, die Wattverluste  $V_{15}$  bei der erstgenannten Abmessung bei gleicher Blechzusammensetzung und nach gemeinsamer Glühung um 0,45 W/kg höher liegen als im zweiten Fall. Gleichzeitig zeigte sich, daß das Endkorn bei der Abmessung von  $800 \times 1600 \times 0,5 \text{ mm}^3$  in der Längs-(Walz-)Richtung doppelt so groß war als in der Querrichtung, während bei der Abmessung von  $1000 \times 2000 \times 0,5 \text{ mm}^3$  das Korn in beiden Richtungen annähernd gleich groß war. Dieser Unterschied kann wohl nur durch unterschiedlichen Wechsel von Walzgraden und Zwischenwärmungen, wie er für die Erzielung der beiden Abmessungen notwendig ist, erklärt werden, der seinerseits die unterschiedliche Orientierung herbeiführt.

E. H. Schulz, Dortmund (Vorsitzender): Ich darf Herrn Yensen nochmals den Dank für seinen ausgezeichneten Ueberblick über das große und wichtige Forschungsfeld der Transformatorenstähle aussprechen und der Hoffnung Ausdruck geben, daß seine weiteren Forschungen von gleichem Erfolge begleitet sein mögen wie bisher, und daß es ihm gelingen möge, die Ergebnisse seiner Forschungen in weitestem Maße in die Praxis umzusetzen.

<sup>10)</sup> Vgl. die Arbeiten von A. Wimmer und P. Werthebach: Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 385/92 (Werkstoffaussch. 265) sowie von W. Eilender und W. Oertel: Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 409/14 (Werkstoffaussch. 266), in denen weitere Quellen angegeben sind.

<sup>11)</sup> Stahl u. Eisen 44 (1924) S. 1283/86.

<sup>12)</sup> Z. Elektrochem. 32 (1926) S. 479/81.

<sup>9)</sup> O. Dahl, F. Pawlek und J. Pfaffenberger: Arch. Eisenhüttenwes. 9 (1935/36) S. 103/12 (Werkstoffaussch. 316).

# Das Berechnen der Breitung beim Walzen.

Von Friedrich Riedel† in Essen.

(Beziehungen zwischen Breitung und Streckung. Aufstellen einer Breitungsformel unter Zugrundelegen des Hauptgesetzes der Bildsamkeitslehre. Erörterung dieser Formel in bezug auf wechselnde Anfangsbreite, Anfangshöhe, Höhenverminderung und Walzendurchmesser. Vergleiche mit praktischen Breitenmessungen. Abhängigkeit des Breiwertes von der Stabart. Vergleiche mit leichten und schweren Stahlstäben. Aufstellung einer vollständigen Breitungsformel mit allen Einflußgrößen, wie Rauminhalt, Temperatur, Walzgeschwindigkeit, Werkstoff und Walzenzustand.)

Neben der Frage nach dem Arbeitsbedarf des Walzens hat keine andere den Walzwerker so sehr beschäftigt als die nach der Größe des Breitens. Ihre zuverlässige und leichte Vorausbestimmung gibt erst der Kalibrierung und den damit verbundenen Berechnungen die rechte Grundlage. Die zur Bestimmung der Breitung unternommenen Bestrebungen haben bisher noch nicht zu einem voll befriedigenden Ergebnis geführt. Deshalb sei im folgenden versucht, eine neue auf dem wirklichen Breitungsvorgang beruhende Formel auf rechnerischem Wege aufzustellen. Angeknüpft sei dabei an die erstmalig schon vor längeren Jahren<sup>1)</sup> gegebene Erklärung der an sich bekannten Erscheinung, daß große Walzendurchmesser stärker breiten und weniger strecken als kleine.

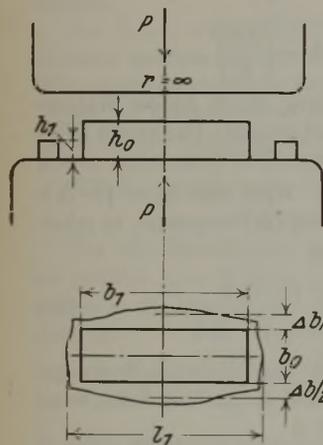


Abbildung 1.

Beim einmaligen Schmieden eines Stabes: größte Breitung bei geringster Streckung.

gleichbleibt, summiert sich die Streckung mit jedem Hub und führt eine Längung des Stabes herbei, die jetzt ein Vielfaches der Breitung ist. Die Summierung erfolgt um so häufiger, je kürzer das werkzeugberührte Stabstück ist, oder wenn man sich an Stelle der ebenen Preßflächen walzenförmige denkt, je kürzer die Walzspalttiefe, je kleiner also der Walzendurchmesser ist.

Nehmen wir also einen Stab von der Breite  $b_0$ , der Höhe  $h_0$  und der Länge  $l_0$ , legen diesen unter eine entsprechend bemessene Schmiedepresse und drücken die Höhe in einem Hube und auf der ganzen Länge (Abb. 1) von  $h_0$  auf  $h_1$  herunter, so soll die Zunahme der Breite  $\Delta b$  und die der Länge  $\Delta l$  betragen. Das Breitenmaß des Stabes ist also vor dem Pressen  $b_0$ , danach  $b_0 + \Delta b = b_1$ , das Längenmaß vor dem Pressen  $l_0$ , danach  $l_0 + \Delta l = l_1$ . Nach dem Vorausgegangenen steht also fest, daß bei dieser Art des Pressens eines Stabes auf seiner ganzen Länge die kleinste überhaupt mögliche Streckung und daraus als Folge die größte Breitung erreicht wird.

Der gleiche Stab möge nun ähnlich wie beim wirklichen Walzen so bearbeitet werden, daß die Preßsättel mit endlichem Halbmesser  $r$  geformt sich auf und ab bewegen, während der Walzstab entsprechend der jeweiligen Ein-

drückung verschoben wird (Abb. 2). Strenggenommen müßte schon nach jeder unendlich kleinen Verschiebung eine Eindrückung erfolgen, um die Stabhöhe wirklich gleichmäßig um  $\Delta h$  zu vermindern. Man kann sich den Vorgang aber auch so vorstellen, daß das Drücken mit ebenen Werkzeugen erfolgt von einer Breite, wie sie der zu erzielenden Endlänge des Stabstückes entspricht. Vom technologischen Standpunkt, also von dem der Formung, aus betrachtet dürfte damit angenähert die gleiche Wirkung erzielt werden. Die Anzahl der Hübe, die man jetzt für die Bearbeitung des Stabes aufwendet, lassen sich leicht berechnen. Bei dem jedesmaligen Drücken der Preßwerkzeuge wird ein Stabstück  $= l_d$  erfaßt. Man hat demnach so viel Hübe  $i$  auszuführen, als diese Größe in der Stabendlänge ent-

halten ist, also  $i = \frac{l_1}{l_d}$ . Das Breitenmaß des Stabes ist also wieder vor dem Pressen  $b_0$ , nach dem Pressen  $b_0 + \Delta b = b_1$ , das Längenmaß vor dem Pressen  $l_0$ , nach dem Pressen aber

$l_0 + i \Delta l_d = l_0 + \frac{l_1}{l_d} \cdot \Delta l_d = l_1$ .

Da  $b_0$  und  $l_d$  sich in gleicher Größenordnung bewegen, so ist dies auch bei  $\Delta b$  und  $\Delta l_d$  der Fall. Somit bedeutet  $\frac{l_1}{l_d} \cdot \Delta l_d$  ein Vielfaches

von  $\Delta b$ , das um so größer wird, je kürzer das von den Walzen erfaßte Stabstück  $l_d$ , je kleiner also der Walzendurchmesser ist. Es ist also richtig, daß bei wiederholtem Drücken durch möglichst schmale Preßwerkzeuge zum Zwecke der Höhenverminderung von  $h_0$  auf  $h_1$  ein größtes Strecken bei kleinstem Breiten herbeigeführt wird.

Damit werden die äußersten Grenzen für die Größe der Breitung für einen beliebigen Stab festgelegt. Die Aufgabe besteht nun darin, den Wert von  $\Delta b$  zahlenmäßig zu berechnen. Man könnte glauben, daß es bei der mathematischen Behandlung der Aufgabe von Vorteil wäre, unendlich schmale Streifen und deren Veränderung beim Durchgang durch den Walzspalt zu betrachten. Wichtig ist hier aber zunächst nur der endgültige Wert der Breitung, wie er genau am Ende des Walzspaltes, also beim Verlassen der Walzen, erzielt wird, nicht aber die allmähliche Zunahme der Breitung innerhalb des Walzspaltes. Es wird also jenes endliche Stück des Stabes im Ganzen betrachtet, das gerade zwischen den Walzen sich befindet, abgeschnitten von Anfangs- und Endstück des übrigen Stabes.

Auf dieses Stabelement wird jetzt das Hauptgesetz der Bildsamkeitslehre angewendet, das bekanntlich lautet, daß der Inhalt des gedrückten Körpers vor und nach der Formung gleichbleiben muß. Von der Formbeeinflussung durch Reibung an den Endflächen oder durch Bildung von Rutschkegeln soll der Einfachheit wegen vorläufig abgesehen werden. Wichtig ist, daß wir die Anfangs-

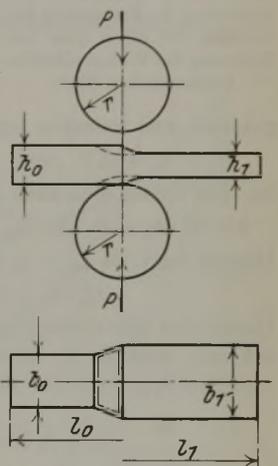


Abbildung 2.

Bei wiederholtem Pressen wie beim Walzen: Breitung abhängig vom Stabelement, Streckung abhängig von der Zahl der Elemente.

<sup>1)</sup> Vgl. F. Riedel: Ber. Walzw.-Aussch. V. d. Eisenh. Nr. 27 (1922) S. 14.

länge  $l_{d_0}$  des zu pressenden Stabelementes so wählen, daß sie nach dem Pressen genau  $l_{d_1}$  beträgt. Auch wird ebenfalls zur Vereinfachung der ersten Untersuchung angenommen, daß die Stabelemente quer zur Richtung der Walzpreßkraft quadratischen Querschnitt haben. Dies geschieht aus dem Grunde, weil ein Vierkant von quadratischem Querschnitt beim Pressen vollständig gleichmäßig in den beiden Hauptrichtungen breitet. Es sollen also die Anfangslänge  $l_{d_0}$  und die Anfangsbreite  $b_0$  gleich sein, also  $b_0 = l_{d_0}$ . Der Inhalt eines solchen Stabteiles (Abb. 3) von der Breite  $b_0$ , der Höhe  $h_0$  und der Länge  $l_a$  ist demnach

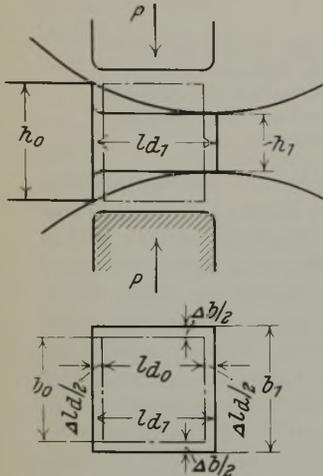


Abbildung 3. Ermittlung der Breitung für einen quer zur Richtung der Walzpreßkräfte quadratischen Stab.

geändert und betragen jetzt  $b_1, h_1$  und  $l_{d_1}$ , wobei  $b_1 = b_0 + \Delta b$  und  $l_{d_1} = l_{d_0} + \Delta l = l_{d_0} + \Delta b$  ist. Der Inhalt muß auch jetzt wieder der gleiche sein, also

$$I = b_0^2 \cdot h_0 = b_1 \cdot h_1 \cdot l_{d_1} = (b_0 + \Delta b) \cdot h_1 (l_{d_0} + \Delta b).$$

Hieraus folgt, da  $l_{d_0} = b_0$  ist:

$$b_0^2 \cdot h_0 = (b_0 + \Delta b)^2 \cdot h_1.$$

Hierin sind alle Größen bis auf die gesuchte Breitung  $\Delta b$  bekannt, weshalb für diese sich nach Zurückführung vorstehender quadratischer Gleichung auf die lineare

$$b_0 + \Delta b = b_0 \sqrt{\frac{h_0}{h_1}}$$

ergibt:

$$\Delta b_{\square} = \left( \sqrt{\frac{h_0}{h_1}} - 1 \right) \cdot b_0. \tag{1a}$$

Da wir  $l_{d_0} = b_0$  voraussetzen, so kann die Gleichung auch in der Form

$$\Delta b_{\square} = \left( \sqrt{\frac{h_0}{h_1}} - 1 \right) \cdot l_{d_0} \tag{1b}$$

geschrieben werden. Damit ist die Aufgabe für diesen besonderen Fall bereits gelöst.

Die vorstehenden Gleichungen stellen die vereinfachten theoretischen Gesetzmäßigkeiten dar, nach denen die Breitung mit den sonstigen bekannten Stababmessungen verknüpft ist. Der Walzenhalbmesser ist davon nicht ausgenommen, denn er ist in der Größe  $l_{d_0}$ , wie nachfolgend noch gezeigt werden wird, enthalten. Bemerkenswert ist die Einfachheit dieser Formeln für diesen Sonderfall.

Die Besprechung dieser Formeln sei aber bis zur Lösung des allgemeinen Falles, bei dem das Stabelement ein Vierkant beliebiger Abmessung, also rechteckigen Querschnittes, ist (immer betrachtet in der Kraftrichtung), zurückgestellt.

Bei diesem allgemeinen Fall wird von folgendem ausgegangen: Vor dem Niederpressen des Rechteckes seien dessen Abmessungen wieder  $b_0, h_0$  und  $l_{d_0}$ . Der Inhalt des Stabelementes ist dann  $I = b_0 \cdot h_0 \cdot l_{d_0}$ . Nach der Formung muß dann ebenfalls wieder sein  $I = b_1 \cdot h_1 \cdot l_{d_1}$ , wobei wieder  $b_0 + \Delta b$  für  $b_1$  zu setzen ist. Dagegen kann man diesmal für die Breitung des Stabelementes in der Walzrichtung nicht ohne weiteres wieder  $\Delta b$  setzen. Beim Niederdrücken von Rechteckkanten können die Breitungen nach der Schmal- und Langseite verschieden groß sein, und zwar nach der

Langseite größer als nach der Schmalseite (s. Abb. 1). Es sei also zunächst angenommen, daß die Breitung nach den Langseiten den  $n$ -fachen Betrag der nach den Schmalseiten ausmacht. Es kann dann für die Endstablänge  $l_{d_1}$  der Betrag  $l_{d_0} + n \Delta b$  gesetzt werden.

Die beiden Ausdrücke für  $I$  vor und nach der Formung gleichgesetzt ergeben also

$$b_0 \cdot h_0 \cdot l_{d_0} = (b_0 + \Delta b) \cdot h_1 \cdot l_{d_1}.$$

$l_{d_0}$  ist hierin nicht ohne weiteres bekannt. Doch kann nach dem vorher Ausgeführten gesetzt werden:  $l_{d_0} = l_{d_1} - n \Delta b$ . Dies eingesetzt liefert:

$$b_0 \cdot h_0 (l_{d_1} - n \Delta b) = (b_0 + \Delta b) \cdot h_1 \cdot l_{d_1},$$

oder umgeformt:

$$\Delta b (h_1 \cdot l_{d_1} + n b_0 h_0) = b_0 \cdot l_{d_1} (h_0 - h_1)$$

ergibt dann für

$$\Delta b_{\square} = \frac{b_0 \cdot (h_0 - h_1) \cdot l_{d_1}}{n \cdot b_0 \cdot h_0 + h_1 \cdot l_{d_1}} \tag{2a}$$

Gemäß Abb. 4 folgt aber aus dem Dreieck mit  $r$  als Hypotenuse

$$l_{d_1} = r^2 - \left( r - \frac{\Delta h}{2} \right)^2$$

$$\text{oder } l_{d_1} = \sqrt{r \cdot \Delta h - \left( \frac{\Delta h}{2} \right)^2}.$$

Es ist dies jene wichtige Beziehung, durch die der Walzenhalbmesser in die Breitungformel gelangt. Das zweite Glied unter der Wurzel ist sehr klein gegenüber dem ersten, so daß es vernachlässigt werden kann. Wird also  $l_{d_1} = \sqrt{r \cdot \Delta h}$  in die vorher gewonnene Beziehung (2a) eingesetzt, so erhalten wir jetzt folgende Gleichung

$$\Delta b_{\square} = \frac{b_0 \cdot \Delta h \cdot \sqrt{r \cdot \Delta h}}{n \cdot b_0 \cdot h_0 + h_1 \sqrt{r \cdot \Delta h}} \tag{2b}$$

In dieser allgemeinen, für alle ungehinderten Breitungsvorgänge geltenden Formel sind auf der rechten Seite, wenn wir zunächst von dem Beiwert  $n$  absehen, nur bekannte Abmessungen enthalten; vom Ausgangsstab die Breite  $b_0$  und die Höhe  $h_0$ ; dann das Maß der Höhenverminderung  $\Delta h$  und vom Endstab die daraus sich ergebende Fertighöhe  $h_1$ . Auch die als Hilfsgröße benützte Länge  $l_{d_1}$  des zugrunde gelegten Stabelementes wird durch eine Beziehung mit dem bekannten Walzenhalbmesser  $r$  und der Höhenverminderung  $\Delta h$  ersetzt. Es sind darin also alle Größen enthalten, die in ihrer Veränderlichkeit einen Einfluß auf die Größe der Breitung ausüben, vor allen Dingen auch die Größe des Walzenhalbmessers, daneben aber auch die Breite des Walzstabes.

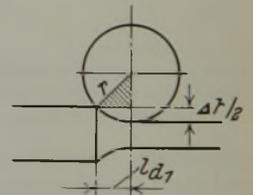


Abbildung 4. Beziehung zwischen Walzenhalbmesser, Höhenverminderung und gedrückter Länge.

Zunächst noch einige Bemerkungen über den Beiwert  $n$ . Bei Druckkörpern quadratischen Querschnittes besteht über den Wert  $n$  kein Zweifel. Die Zunahme der Querschnittsabmessungen in beiden Hauptrichtungen ist aus Symmetriegründen bei ebenen Druckflächen gleich, also muß  $n = 1$  sein. E. Siebel hat vor einiger Zeit<sup>2)</sup> einige Stauchversuche mit einem Bleirechteck von 10 mm Höhe und einem Querschnitt von  $14,9 \times 29,9$  mm vorgenommen, wobei sich nach einer Stauchung von 25,8% der neue Querschnitt mit  $18,7 \times 33,6$  ergab, also  $n = 1,026$ , und bei einem Stauchgrad von 50,2%  $n = 1,03$  festgestellt wurde. Der Unterschied zwischen diesen beiden Stauchgraden ist also ziemlich un-

<sup>2)</sup> Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 1050/57.

bedeutend, wie überhaupt die Abweichung von dem Wert 1 nicht sehr groß ist. Für normale Verhältnisse, denen die folgenden Betrachtungen gelten, soll daher vorerst für  $n$  der Wert = 1 zunächst beibehalten werden. Zu bedenken ist beim Walzen allerdings, daß die Breitung in der Walzrichtung, also die Streckung durch die Drehung der Walzen, begünstigt wird gegenüber der Breitung in der Quere, daß also  $n$  einen größeren Wert annehmen wird als beim Pressen. Durch Versuche wäre hier eine Klärung herbeizuführen.

Eine Nachprüfung der neuen Breitungformel muß zunächst ergeben, daß die Formel für Stabelemente mit rechteckigem in die für quadratischen Querschnitt übergehen muß, wenn  $l_{a_0} = b_0$  bzw.  $l_{a_1} = l_{a_0} + \Delta b$  und dementsprechend  $n = 1$  gesetzt wird. Tatsächlich erhalten wir dann eine quadratische Gleichung für  $\Delta b$ , und zwar

$$\Delta b^2 + 2 b_0 \Delta b - \frac{b_0^2 \cdot \Delta h}{h_1} = 0,$$

deren Lösung

$$\Delta b = b_0 \left( \sqrt{\frac{h_0}{h_1}} - 1 \right)$$

liefert, was mit der früher entwickelten Formel übereinstimmt.

Zur Erörterung der Formel seien aus rechnerischen Gründen gewisse einfache Zahlenbeispiele zugrunde gelegt. Wir berechnen somit die Breitung für wechselnde Werte der jeweils zu betrachtenden Einflußgröße, also der Anfangsbreite  $b_0$ , der Anfangshöhe  $h_0$  usw.

Die Abhängigkeit der Breitung  $\Delta b$  von der Anfangsbreite  $b_0$ .

Für ein Stabelement von der wechselnden Breite  $b_0$  sei gewählt  $h_0 = 2$ ,  $h_1 = 1$ ,  $\Delta h = 1$  und der Walzenhalbmesser = 25, alles in cm. Die Formel  $\Delta b$  vereinfacht sich dann in

$$\Delta b_0 = \frac{b_0 \cdot 1 \cdot \sqrt{25 \cdot 1}}{b_0 \cdot 2 + 1 \cdot \sqrt{25 \cdot 1}} = \frac{5 b_0}{2 b_0 + 5}$$

$b_0$  werde nun abgeändert von 1,0 um je 1 cm bis auf 10,0 cm. Wir erhalten dann aus dieser vereinfachten Formel für

$b_0 = 1$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\Delta b = 0,71$	1,1	1,36	1,54	1,66	1,77	1,84	1,9	1,95	2,0

In Abb. 5 sind diese Werte eingetragen. Es ergibt sich für  $\Delta b$  eine Kurve zweiten Grades, eine Parabel. Der Einfluß der Breite auf die Breitung ist namentlich bei sehr schmalen Stäben stärker, während er bei größeren Breiten ständig abnimmt. Bei mittleren und größeren Breiten ist der Einfluß auf die Breitung natürlich nur gering.

Die Abhängigkeit von der Anfangshöhe  $h_0$ .

Hier sei für das Stabelement eine Breite  $b_0 = 1$ ,  $\Delta h = 0,64$ ,  $h_1 = h_0 = 0,64$  und  $r = 25,0$  cm zugrunde gelegt. Es ist dann

$$\Delta b = \frac{1 \cdot 0,64 \sqrt{25 \cdot 0,64}}{1 \cdot h_0 + (h_0 - 0,64) \sqrt{16}} = \frac{2,56}{5 h_0 - 2,56}$$

Für verschiedene Werte von  $h_0 = 1$  bis  $h_0 = 10$  cm ergeben sich dann die nachstehenden Breitungen:

$h_0 = 1$	2	3	4	5	6	7	8
$\Delta b = 1,05$	0,344	0,206	0,148	0,115	0,094	0,079	0,068
					9	10	cm
							0,06 0,054

Der Einfluß der Anfangshöhe  $h_0$  auf die Breite ist sehr merkbar, besonders dann, wenn die Höhenverminderung  $\Delta h$  einen nennenswerten Bruchteil der Höhe ausmacht, wie es bei niedrigen Profilen der Fall ist. Bei größeren Unterschieden zwischen Anfangshöhe  $h_0$  und der Höhenvermin-

derung  $\Delta h$  ermäßigt sich der Einfluß der Anfangshöhe ganz erheblich, wie aus Abb. 5 [Kurve  $\Delta b f(h_0)$ ] deutlich ersichtlich ist.

Die Abhängigkeit von der Höhenverminderung („Druck“)  $\Delta h$ .

Hier sei  $b_0 = 1$ ,  $h_0 = 2$ ,  $h_1 = h_0 - \Delta h$  und  $r = 25$  cm. Dann ist

$$\Delta b = \frac{1 \cdot \Delta h \cdot \sqrt{25 \cdot \Delta h}}{1 \cdot 2 + (2 - \Delta h) \cdot \sqrt{25 \cdot \Delta h}}$$

Hieraus ergeben sich folgende Zahlenwerte, wenn  $\Delta h$  von 0,1 bis 1,0 cm wechselt:

$\Delta h = 0,1$	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
$\Delta b = 0,0311$	0,074	0,124	0,179	0,243	0,312	0,393	0,487
						0,9	1,0
							0,59 0,714

Zum Vergleich ist für die gleichen Verhältnisse die Geuzesche Gerade zwischen dem Nullpunkt und Punkt 0,714 eingetragen. Der Unterschied zwischen Kurve und Gerade bleibt in der Mitte des betrachteten Gebietes ziemlich gleich.

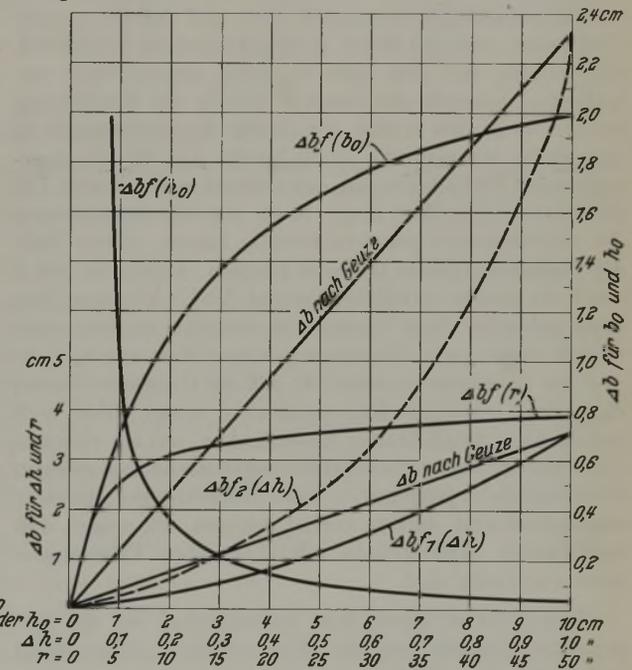


Abbildung 5. Abhängigkeit der Breitung von der Anfangsbreite = Höhe, Höhenverminderung und dem Walzenhalbmesser.

Die Abhängigkeit vom Walzendurchmesser  $r$ .

Um auch diese darzustellen, ist für das Stabelement mit den Abmessungen  $b_0 = 1$ ,  $h_0 = 2$ ,  $\Delta h = 1$  cm die Breitung bei wechselndem Walzendurchmesser, und zwar von  $r = 5$  bis 50 cm in Abständen von je 5 cm, ausgerechnet.

$r = 5$	10	15	20	25	30	35	40	45	50
$\Delta b = 0,528$	0,615	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,76	0,77	0,78

Der Einfluß von  $r$  macht sich besonders bei den ganz dünnen Walzendurchmessern geltend, während größere Durchmesser nach einer nur noch schwach geneigten, durch eine Gerade ersetzbaren Kurve breiten, ganz in Übereinstimmung mit den auf S. 1551 argestellten Betrachtungen.

Sämtliche Breitungswerte sind in Abb. 5 eingetragen. Man sieht, der Einfluß der Breite ist bei an sich schmalen Stäben natürlich groß. Er bleibt aber auch, wenn die Breite größer und größer wird [ $\Delta b f(b_0)$ ]. Der Einfluß des Walzenhalbmessers ist besonders stark in dem Abschnitt

0 bis 5 cm. Schon von 10 cm ab verläuft die Kurve wie eine schwache Gerade. Erheblich ist der Einfluß von  $h_0$ , und zwar besonders dann, wenn die Anfangshöhe selbst klein ist. Er läßt aber bei größeren Höhen erheblich nach. Dagegen ist die Höhenverminderung  $\Delta h$ , also der „Druck“ eine bei allen Werten stark auf die Breitung sich ausprägende Größe. In dem gewählten Beispiel, wo ein Stab von der Höhe 2 cm bis auf 50 % gestaucht wird, weicht die Linie von einer Geraden nur wenig ab, und Geuze hatte daher guten Grund, von dieser Größe allein die Breitung abhängig zu machen. Innerhalb der geläufigen Stababmessungen liefert auch die Geuzesche Formel einigermaßen befriedigende Werte; nur bei besonderen Abmessungen entstehen größere Fehler. Man muß bedenken, daß sämtliche Einflußfunktionen Kurven zweiten Grades, also Kurven parabolischen oder hyperbolischen Charakters sind, und daß diese unter Umständen auch mit ihrem stark gekrümmten Scheitelteil, also weniger mit dem ihrer Tangente asymptotisch verlaufenden, schwach gekrümmten Teil in die Erscheinung treten. So ist dies in *Abb. 5* z. B. für die Einflußgröße  $h_0$  dargestellt, während die Einflußgröße  $\Delta h$  für die angenommenen Verhältnisse nur den schwach gekrümmten Teil der Kurve  $\Delta bf_1$  ( $\Delta h$ ) zeigt. Sowie aber die Abmessungen des Stabelementes geändert werden, können andere Teile der Einflußfunktion in Betracht kommen. Dies ist in *Abb. 5* durch ein anderes gewähltes Beispiel  $\Delta bf_2$  ( $\Delta h$ ) zum Ausdruck gebracht. Zum Vergleich ist wiederum die Geuzesche Gerade eingetragen. Für einen gewissen Wert von  $h_0$  z. B. = 7 cm ist erkennbar gemacht, daß die Geuzesche Formel dann ganz erhebliche Ungenauigkeiten bringt. Man muß sich in diese Möglichkeiten hineindenken, um ein richtiges Urteil über die zu erwartenden Breitungswerte unter gegebenen Verhältnissen zu gewinnen. — Diese Betrachtungen, die nicht erschöpfend sind, dürften vorerst genügen. Sie zeigen, daß irgendwelche Widersprüche mit praktischen Erfahrungen nicht vorhanden sind.

Wichtig ist es daher, jetzt nachzuprüfen, wie die aufgestellten Formeln mit der Wirklichkeit zahlenmäßig übereinstimmen. Zu diesem Zwecke wurde für eine größere Reihe von Beispielen die Breitung berechnet. Als Unterlagen dienten vor allen Dingen die Versuche von A. Falk<sup>3)</sup>, aus denen die ausgeprägtesten Fälle ausgesucht wurden, ferner ein Versuch von J. Puppe über das Auswalzen von Flachstahl und einige der von W. Tafel und H. Sedlaczek angegebenen Versuche.

Die errechneten Werte ergeben sich fast durchweg größer als die tatsächlichen, an den Versuchsstäben von Falk und Puppe gemessenen Werte. Es handelt sich dabei um Stäbe, bei denen die Form wesentlich wechselt, und zwar von quadratischem oder annähernd quadratischem Querschnitt quer zum Walzdruck, über breite und niedrige Stäbe bis zum eigentlichen Bandstahl. Die Berichtigungswerte C, um die Rechnung mit der Messung in Einklang zu bringen, bewegen sich hierbei innerhalb weiter Grenzen. Bei näherem Zusehen kann man aber feststellen, daß die Form des Walzstabes einen Einfluß auf die Werte von C hat und diese erfreulicherweise mit den Abmessungsverhältnissen der gedrückten Quer-

Zahlentafel 1. Festlegung der mittleren Beiwerte  $C_m$  für die fünf verschiedenen Stabgruppen.

Stabgruppe	Grenzen von $\frac{l_{d_1}}{b_0}$ für die Stabgruppe	Aus den Versuchswerten $\left(\frac{l_{d_1}}{b_0}\right)_m \cdot c_m = C_m$	Für die Rechnung $c_m = 1,07$ für Gr. I $0,80$ für Gr. II bis V $\left(\frac{l_{d_1}}{b_0}\right)_m \cdot \frac{1,07}{0,80} = C_m$
I. Druckquadratische Stäbe	1,00 bis 0,84	0,87 · 1,07 = 0,925	0,87 · 1,07 = 0,93
II. Annähernd druckquadratische Stäbe	0,85 bis 0,70	0,79 · 0,84 = 0,665	0,79 · 0,80 = 0,63 im Mittel
III. Breite und niedrige Stäbe	0,70 bis 0,56	0,63 · 0,74 = 0,465	0,63 · 0,80 = 0,50
IV. Platinen, Flach- und Universalstahl	0,51 bis 0,39	— — —	0,45 · 0,80 = 0,36
V. Bandstahl	0,36 bis 0,10	0,216 · 0,81 = 0,175	0,216 · 0,80 = 0,17

schnitte  $\frac{l_{d_1}}{b_0}$  ungefähr gleichen Schritt halten. Es wurde oben schon gezeigt, daß eine genaue Übereinstimmung des gemessenen und des berechneten Breitungswertes eintritt, wenn der quer zur Richtung der Walzkräfte beanspruchte Querschnitt ungefähr quadratisch ist. In diesem Falle müßte also  $\frac{l_{d_0}}{b_0}$  oder  $\frac{l_{d_1}}{b_1} = 1$  sein. Da aber weder  $l_{d_0}$  noch  $b_1$  von vornherein bekannt ist, so ist es zweckmäßig, von dem bekannten Abmessungsverhältnis  $\frac{l_{d_1}}{b_0}$  auszugehen. Aus den errechneten Werten ergibt sich dann für ein Verhältnis von  $\frac{l_{d_1}}{b_0}$  oder dessen reziproken Wert von 0,84 bis 1,00 ein durchschnittlicher Wert  $C = 0,93$ ; d. h. letztgenannter Wert wird erhalten, wenn ein Mittelwert  $\frac{l_{d_1}}{b_0}$  von 0,87 mit dem Faktor  $c = 1,07$  vervielfältigt wird. Es lassen sich dann noch drei weitere Gruppen aufstellen, und zwar zunächst diejenige mit annähernd quadratischen Druckquerschnitten. Hier bewegt sich das Abmessungsverhältnis  $\frac{l_{d_1}}{b_0}$  zwischen 0,85 und 0,70, im Mittel = 0,79, so daß bei einem durchschnittlichen  $C_m$ -Wert von 0,665 der Faktor  $c = 0,84$  beträgt. Bei der nächsten Gruppe von breiten und niedrigen Stäben bewegt sich  $\frac{l_{d_1}}{b_0}$  zwischen 0,56 und 0,68. Der durchschnittliche Wert von C stellt sich auf 0,465 mit dem Faktor  $c$  von 0,74. Bei den Bandseisen, also den sehr dünnen Stäben, bei denen  $\frac{l_{d_1}}{b_0}$  zwischen 0,36 und 0,10 schwankt, stellt sich der durchschnittliche Wert von C auf 0,175 bei einem Faktor von 0,81. Eine Übersicht dieser Gruppen und Werte bringt *Zahlentafel 1*.

Aus dieser ist übrigens zu erkennen, daß durch die zufällig vorliegenden Versuche eine große Lücke nicht erfaßt ist, nämlich von  $\frac{l_{d_1}}{b_0}$  gleich etwa 0,51 bis etwa 0,39. In diese Gruppe gehören die Platinen, Universal- und Flachstähle. Vereinzelt fanden sich auch Stäbe, bei denen Rechnungs- und Meßwerte nicht übereinstimmen und die ersten sich nicht in diese Gruppen einordnen lassen. Man muß hierbei berücksichtigen, daß die Versuchswerte durchaus nicht immer von vollkommener Genauigkeit sind, da sie infolge der verschiedenen Einflüsse beim Walzen (erinnert sei an die Temperatur-, Geschwindigkeits- und Rauigkeitschwankungen usw.) auch einer gewissen Streuung unterworfen sind.

Die vorausgegangenen Überlegungen, aus den bekannten Abmessungen einen zutreffenden Beiwert zu ge-

<sup>3)</sup> Stahl u. Eisen 30 (1910) S. 1986/93.

winnen, führen also zum Ziel, indem man jetzt allgemein für  $C_m = c_m \cdot \left(\frac{l_{d1}}{b_0}\right)_m$  setzt. Da die Faktoren  $c_m$  für die Stabarten 2 bis 5 in großer Annäherung einen gleichbleibenden Wert darstellen, so werden diese zur Vereinfachung durch einen Mittelwert  $c_m = 0,8$  ersetzt. Die sich dann ergebenden Gruppenwerte sind der besseren Uebersicht wegen in die *Zahlentafel 1* eingetragen. Damit kann nun  $C_m$  aus den bekannten Größen  $c_m$  und  $\left(\frac{l_{d1}}{b_0}\right)_m$  ermittelt werden. Die endgültige Formel für  $\Delta b$  lautet also unter Gleichsetzung von  $n = 1$  wie folgt:

$$\Delta b = C_m \cdot \frac{b_0 \cdot \Delta h \cdot \sqrt{r \cdot \Delta h}}{b_0 \cdot h_0 + h_1 \sqrt{r \cdot \Delta h}} \quad (3)$$

Es sei aber ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß für  $\frac{l_{d1}}{b_0}$  die oben angegebenen durchschnittlichen Werte und nicht die in der Formel (2a) enthaltenen Einzelgrößen von  $l_{d1}$  und  $b_0$  zu setzen sind.

Der Rechnungsgang ist dann z. B. für den Stab F 37 (*Zahlentafel 2*) folgender: Man bildet zunächst  $\frac{l_{d1}}{b_0}$  oder, falls dieser Wert  $> 1$  ist, den reziproken Wert  $\frac{b_0}{l_{d1}}$ . Für F 37 gilt  $\frac{b_0}{l_{d1}} = 0,84$ . Der Mittelwert für  $C_m$  ist dann 0,925. Der Formelwert  $\Delta b$  nach Formel (2a) mit  $n = 1$  multipliziert mit diesem  $C_m$ -Wert ergibt  $\Delta b C_m = 0,086 \times 0,925 = 0,080$ , ein Wert, der sich mit dem gemessenen Wert völlig

Zahlentafel 2. Ergebnisse der neuen Breitungformel und Vergleich mit anderen Formeln. (Alle Maße in cm.)

Ver- suchs- stab Nr.	$\Delta b_w$ wirklich	$\Delta b_{th}$ nach Formel Riedel 2b	Beiwert $C_m = \frac{\Delta b_w}{\Delta b_{th}}$	Abmessungsver- hältnis $\frac{l_{d1}}{b_0}$ oder $\frac{b_0}{l_{d1}}$		Neue Formel Riedel		Nach den Formeln von:							
				$\Delta b_{C_m}$ Spalte 3 nach Gleichung 3	Abwei- chung von $\Delta b_w$	Falk <sup>1)</sup>		Geuze <sup>2)</sup>		Sedlaczek <sup>3)</sup>		Siebel <sup>4)</sup>			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>I. Stäbe mit quadratischem Druckquerschnitt. <math>C_m = \frac{b_0}{l_{d1}} \cdot c_m = 0,87 \cdot 1,07 = 0,93</math></b>															
F 37	0,08	0,086	0,93	0,84	—	0,080	0,000	0,103	0,023	0,070	0,010	0,100	0,020	0,070	0,010
P 15	0,36	0,392	0,92	0,86	—	0,362	0,002	0,180	0,180	0,170	0,190	0,375	0,045	0,370	0,010
K 20	0,15	0,162	0,925	—	0,90	0,149	0,004	0,120	0,030	0,087	0,063	0,127	0,023	0,022	0,128
		im Mittel 0,93		im Mittel 0,87											
				Summe der Abweichungen			0,003		0,233		0,263		0,058		0,148
<b>II. Stäbe mit annähernd quadratischem Druckquerschnitt. <math>C_m = 0,79 \cdot 0,8 = 0,63</math></b>															
F 24	0,175	0,253	0,69	—	0,784	0,158	0,017	0,172	0,155	0,115	0,060	0,259	0,084	0,151	0,024
36	0,38	0,605	0,63	0,70	—	0,382	0,002	0,384	0,004	0,210	0,170	0,540	0,160	0,413	0,033
39	0,56	0,89	0,63	0,735	—	0,56	0,000	0,510	0,050	0,420	0,140	0,712	0,152	0,570	0,010
41	0,42	0,67	0,63	—	0,775	0,421	0,001	0,400	0,020	0,270	0,150	0,585	0,165	0,430	0,010
42	0,48	0,786	0,61	0,83	—	0,492	0,012	0,470	0,010	0,410	0,070	0,660	0,180	0,450	0,030
43	0,42	0,67	0,63	—	0,85	0,421	0,001	0,415	0,005	0,330	0,090	0,580	0,160	0,390	0,030
P 16	0,22	0,273	0,81	—	0,80	0,173	0,047	0,190	0,030	0,100	0,120	0,274	0,054	0,220	0,000
17	0,30	0,44	0,68	—	0,80	0,277	0,023	0,260	0,040	0,120	0,180	0,360	0,060	0,350	0,050
		im Mittel 0,665		im Mittel 0,79											
				Summe der Abweichungen			0,103		0,314		0,980		1,015		0,187
<b>III. Breite und niedrige Stäbe. <math>C_m = 0,63 \cdot 0,8 = 0,50</math></b>															
F 9	0,055	0,118	0,465	0,68	—	0,059	0,004	0,046	0,009	0,018	0,037	0,064	0,010	0,096	0,041
21	0,57	1,26	0,453	—	0,642	0,630	0,060	0,555	0,015	0,249	0,321	0,247	0,323	0,267	0,303
23	0,065	0,129	0,504	—	0,64	0,065	0,000	0,100	0,035	0,050	0,015	0,154	0,089	0,071	0,006
26	0,49	1,16	0,423	—	0,564	0,58	0,090	0,508	0,018	0,180	0,310	0,520	0,030	0,546	0,056
		im Mittel 0,465		im Mittel 0,63											
				Summe der Abweichungen			0,154		0,077		0,683		0,452		0,406
<b>IV. Platinen, Flachstahl. Beispiel s. <i>Zahlentafel 3</i>, Stab K 26. <math>C_m = 0,45 \cdot 0,8 = 0,36</math></b>															
<b>V. Bandstahl. <math>C_m = 0,216 \cdot 0,8 = 0,17</math></b>															
F 1	0,10	0,42	0,238	—	0,357	0,072	0,028	0,158	0,058	0,030	0,070	0,106	0,006	0,179	0,079
2	0,09	0,48	0,188	—	0,225	0,082	0,008	0,190	0,100	0,035	0,055	0,095	0,005	0,191	0,101
4	0,08	0,61	0,131	—	0,177	0,103	0,023	0,240	0,160	0,045	0,035	0,110	0,030	0,239	0,159
8	0,09	0,628	0,143	—	0,104	0,106	0,016	0,230	0,140	0,500	0,410	0,090	0,001	0,235	0,145
		im Mittel 0,175		im Mittel 0,216											
				Summe der Abweichungen			0,075		0,458		0,570		0,042		0,483
		Gesamtabweichungen I bis V					0,335		1,082		2,696		1,567		1,224

1) Formel nach Falk:  $b_1 = \sqrt{\frac{0,161 \Delta h \cdot b_0 (h_0 + h_1)}{h_1 \cdot \alpha_1}} + b_0^2$ . Vgl. Stahl u. Eisen 30 (1910) S. 1986/93.

2) Formel nach Geuze:  $\Delta b = 0,35 \Delta h$ .

3) Formel nach Sedlaczek:  $\Delta b = \frac{b_0 \cdot \Delta h \cdot \sqrt{b_0 \cdot r}}{2,3 (b_0^2 + h_0 \cdot h_1)}$ . Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 515.

4) Formel nach Siebel:  $\Delta b = C \cdot \sqrt{r \cdot \Delta h} \cdot \frac{\Delta h}{h_0}$ . Die Formgebung im bildsamen Zustande (Düsseldorf: Verlag Stahl- eisen m. b. H. 1932) S. 35.

Zahlentafel 3. Breitungsergebnisse mit leichten und schweren Stäben.  
(Alle Maße in cm.)

Ver- suchs- stab	Abmessungen in cm		Walzen- halb- messer r	$\Delta b_w$ wirklich	$\Delta b_{th}$ nach neuer Formel 2b	Beiwert $C = \frac{\Delta b_w}{\Delta b_{th}}$	Abmessungs- verhältnis		$C_m =$ nach Zahlen- tafel 2	Neue Formel		Nach Sedlacek	
	$b_0 \cdot b_0$	$b_1 \cdot b_1$					$\frac{b_0}{l_{d1}}$	$\frac{l_{d1}}{b_0}$		$\Delta b_{C_m}$ Spalte 6 · $C_m$	Ab- weichung von $\Delta b_w$	$\Delta b$	Ab- weichung von $\Delta b_w$
Nr.	2	3	4 in cm	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
a) Leichte Stäbe													
K 6	0,53 · 2,12	0,419 · 2,22	12,65	0,10	0,172	0,585	—	0,56	0,63	0,108	0,008	0,085	0,015
20	1,5 · 1,9	1,25 · 2,05	11,6	0,15	0,162	0,925	—	0,90	0,93	0,150	0,000	0,127	0,023
26	1,23 · 3,9	1,0 · 4,02	11,6	0,12	0,229	0,528	—	0,42	0,36	0,083	0,037	0,113	0,007
H 1	1,36 · 1,36	1,0 · 1,54	12,35	0,18	0,261	0,69	0,65	—	0,63	0,165	0,015	0,192	0,012
21	0,52 · 1,97	0,40 · 2,075	14,55	0,105	0,201	0,52	—	0,67	0,50	0,101	0,004	0,098	0,007
											0,064		0,064
Sp. 1	5,0 · 5,0	4,65 · 5,070	21,25	0,070	0,127	—	—	0,55	0,50	0,063	0,007	0,162	0,092
Sp. 2	5,0 · 5,0	4,05 · 5,375	21,25	0,375	0,495	—	—	0,90	0,93	0,460	0,085	0,475	0,100
Sp. 3	5,0 · 5,0	3,40 · 5,960	21,25	0,960	1,04	—	—	0,86	0,93	0,960	0,000	0,855	0,105
											0,092		0,297
b) Schwere Stäbe													
W 10	18,0 · 18,0	14,6 · 19,2	49,8	1,20	1,54	0,775	—	0,72	0,63	0,97	0,230	0,961	0,293
12	18,0 · 18,0	13,65 · 19,28	49,8	1,28	2,19	0,58	—	0,82	0,63	1,32	0,040	0,400	0,880
19	18,0 · 18,0	16,0 · 18,43	49,8	0,43	0,742	0,58	—	0,55	0,50	0,371	0,059	0,171	0,259
K 1	44,5 · 27,5	37,2 · 28,2	48,5	0,70	1,02	0,685	—	0,53	0,50	0,51	0,190	0,182	0,510
Brovot	33,5 · 26,0	29,0 · 27,1	43,1	1,10	1,28	0,855	—	0,534	0,50	0,64	0,460	3,260	2,160
											0,979		4,102

deckt. Hiernach sind die endgültigen Breitungswerte für eine Reihe von Versuchsstäben ausgerechnet und in *Zahlentafel 2*, Spalte 7 eingetragen. Man erkennt daraus, daß bei allen Stabarten die neue Formel Werte liefert, die ziemlich genau mit den Meßwerten übereinstimmen (vgl. Spalte 2 und 7). Deshalb bewegen sich die Abweichungen in ganz geringen Grenzen (Spalte 8). Für jede Stabart ist nach dem Ausgeführten angegeben, wie der mittlere Beiwert  $C_m$  aus dem Abmessungsverhältnis  $\frac{b_0}{l_{d1}}$  zustande gekommen ist. Um hervortreten zu lassen, was mit der neuen Formel gegenüber den jetzigen z. B. von Geuze, Falk, Sedlacek, Siebel erreicht worden ist, sind die Breitungswerte auch nach diesen Formeln berechnet und die Abweichungen der verschiedenen Formeln von der wirklichen Breitung des Versuchsstabes in je einer weiteren Spalte eingetragen. Allerdings wären wohl auch diese Formeln durch gruppenweise Anpassung der Beiwerte noch verbesserungsfähig.

Um klarzulegen, daß die neue Formel nicht nur bei den bisher zugrunde gelegten Versuchsstäben von Falk und Puppe gute Ergebnisse liefert, seien weiterhin auch die von Tafel und Sedlacek mitgeteilten Breitungsversuche der Königs- und Herminenhütte, sowie von Witkowitz, herangezogen. Dabei sollen sowohl Versuchsstäbe kleineren Querschnittes als auch schwere Stäbe betrachtet werden. Ferner wurde noch der bei Falk erwähnte Blockversuch von Brovot mit den Abmessungen von 33,5 × 26,0 cm untersucht. Die einzelnen Abmessungen und die rechnerischen Ergebnisse sind in *Zahlentafel 3* aufgenommen. Zum Vergleich sind auch die Werte nach Sedlacek berechnet. Während beide Formeln bei den leichten Stäben recht befriedigende Ergebnisse liefern, trifft dies bei den schweren Stäben nur für die neue Formel zu.

Zum Abschluß seien auch die neuesten Versuche von A. Spenlé<sup>4)</sup> betrachtet, und zwar jene mit Flußstählen,

die in seiner *Zahlentafel 4*, unter den Edeltählen mit der Bezeichnung 12 aufgeführt sind (Kurve F). Es wurden drei Stäbe von 5,0 × 5,0 cm mit 7%, 19% und 32% Druck untersucht. Die Breitungswerte nach der neuen Formel decken sich mit Ausnahme des zweiten Stabes sehr genau mit der Spenléschen F-Kurve. Man kann demgemäß aus den Kurven der wirklichen Edeltähle die für die Berechnung ihrer tatsächlichen Breitungswerte notwendigen Sonderbeiwerte berechnen, was hier aber zu weit führen würde.

Zusammenfassung.

Die neue Breitungformel kann für Stäbe beliebiger Art, also ganz allgemein, angewandt werden. Der Wunsch, durch eine mathematische Formel die Beziehung der Einzelgrößen auf den Walzvorgang rechnerisch erfassen zu können, wird damit freilich nur insofern gelöst, als man bei den Stäben mit rein quadratischem Druckquerschnitt bei unveränderlicher Temperatur und Walzgeschwindigkeit, wie auch bei gleichem Werkstoff, bei Zulassung von einigen Fehlerprozenten ohne jeden Beiwert auskommt. Aber bei voller Berücksichtigung aller gerade beim Walzvorgang so zahlreichen Veränderlichkeiten können die hier hereinspielenden Gesetzmäßigkeiten nur immer durch Beiwerte, also durch besondere, den tatsächlichen Verhältnissen abgelauschte, Sonderfunktionen berücksichtigt werden. Eine vollständige Gleichung für die Breitung für beliebige Verhältnisse müßte also aus einer geometrischen Funktion  $f(g)$  bestehen, einer für die Walztemperatur  $t$ , einer für die Walzgeschwindigkeit  $v$ , einer für den Walzwerkstoff  $st$  und, wenn man will, einer für den Zustand  $z$  der Walzen. Sie müßte also die Form haben

$$\Delta b = f(g) + f(t) + f(v) + f(st) + f(z). \quad (4)$$

Durch die Spenléschen Versuche lassen sich  $f(v) + f(st)$  bereits berechnen.

Die für die Ermittlung der Breitung angewandte Rechenweise läßt sich natürlich auch für schwierigere Aufgaben bei der Kalibrierung anwenden, auch hier mit dem Zweck, unsicheres und langwieriges Probieren durch eine zielsichere Rechnung zu ersetzen.

<sup>4)</sup> Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 544/49.

## Umschau.

### Schlackenüberwachung bei der Stahlerzeugung.

Die Stahlwerksfachleute der „Iron and Steel Division“ beim American Institute of Mining and Metallurgical Engineers beschäftigten sich in einer umfangreichen Aussprache mit der Schlackenüberwachung bei der Stahlerzeugung<sup>1)</sup>. Berichtet wurde dabei über die bei den verschiedenen Werken üblichen Maßnahmen zur Erzielung gleichbleibender Beschaffenheit und guten Ausbringens beim Stahlschmelzen; die Berichte umfassen jedoch nicht nur die eigentliche Schlackenüberwachung, sondern sie gehen auch auf betriebstechnische Maßnahmen ein, die für die Schmelzführung erfahrungsgemäß von Einfluß sind.

Die Erörterung erstreckte sich dabei auf Fragen der Stahlerzeugung im basischen und sauren Siemens-Martin-Ofen sowie im basischen Elektroofen.

Ueber die

#### Schlackenüberwachung bei unruhigem Stahl

berichtete L. F. Reinartz. Für die Erzeugung weicher unruhiger Stähle sind mit Rücksicht auf die erforderlichen hohen Endtemperaturen scharf gehende, gut überwachte Öfen zu fordern. Unterschiede in der Güte in Abhängigkeit von Ofenfassung (20 bis 200 t) und Badtiefe (500 bis 1000 mm) haben sich nach seinen Erfahrungen nicht ergeben. Auch die Anwendung von Roheisenersatz (Gußbruch oder Kohlungsmittel) hat keinen unmittelbaren Einfluß auf die Güte des unruhigten Stahles, der z. B. für Karosseriebleche und andere Tiefziehzwecke erschmolzen wird. Im allgemeinen wird mit 35 bis 38 % Roh-eisensatz gearbeitet; erwünscht ist eine Zusammensetzung des Roheisens von 1 bis 1,3 % Si, unter 0,035 % S und um 1,5 % Mn. Der Gesamteinsatz soll etwa 0,4 bis 0,5 % Si enthalten. Bei einem Mangananteil von mehr als 0,2 % der Einlaufprobe soll es nach Ansicht von Reinartz schwer sein, gute Erstarrung bei den Blöcken zu erreichen. Bei flüssigem Einsatz wird ein physikalisch heißes Eisen vom Hochofen verlangt, da sonst die Entkohlung der Schmelze zu schnell erfolgt und beim Vergießen die Gefahr von Blasenbildung im Block entsteht. Der Schrott muß seiner Zusammensetzung nach bekannt sein, um vor allem den Siliziumgehalt des Einsatzes genau einhalten und ihn gegebenenfalls durch Zugabe von Roheisen mit entsprechend höherem oder niedrigerem Siliziumgehalt regeln zu können. Für die Schlackenbildung wird im allgemeinen Kalkstein vorgezogen, da „dieser mehr Bewegung in das Bad bringt“. Der Kalksteinsatz beträgt etwa 6 %, gegenüber rd. 4 % bei gebranntem Kalk. Es wird daran erinnert, daß stets genügend Kalk gegeben werden muß, um das Bad ausreichend zu bedecken und vor Ueberoxydation zu schützen. Kieselsäure- und Magnesiumgehalt sollen im Kalk so niedrig wie möglich sein. Schnelles Einsetzen ist von größter Wichtigkeit, ebenso gute Herdpflege. Der Einlauf-Kohlenstoffgehalt soll 0,3 bis 0,5 % betragen. Flußspat soll möglichst sparsam und nur in kleinen Mengen gebraucht werden, da man sonst zu dünnflüssige Schlacke und als Folge davon leicht einen sauerstoffreichen Stahl erhält. Die Schlacke soll zum Schluß leicht mit Kalk verdickt werden, damit sie sämig wird. Für niedriggekohlten, unruhigten Stahl mit etwa 0,06 % C hat sich nach Mitteilung des Verfassers folgende Schlacken-zusammensetzung bewährt:

SiO <sub>2</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MnO
%	%	%	%	%
10 bis 14	22 bis 29	5 bis 9	38 bis 40	7 bis 8

Bei anderen Werken werden folgende Eisenoxydulgehalte der Endschlacke eingehalten:

für Stahl von 0,05 bis 0,07 % C: 30 bis 35 % FeO in der Endschlacke,

für Stahl von 0,10 bis 0,15 % C: 18 bis 23 % FeO in der Endschlacke.

Alle Maßnahmen zielen darauf, möglichst gleichmäßig einlaufende Schmelzen und damit auch eine in bestimmten Eisenoxydgrenzen sich vollziehende Schlackenbildung zu erreichen. Da die End-Mangananteile vor dem Abstich mit 0,08 bis 0,12 % Mn äußerst niedrig sind und die Desoxydation mit Mangan, Ferrotitan und Aluminium bei weichem unruhigem Stahl fast ausschließlich in der Pfanne erfolgt, ist die regelmäßige Herstellung des End-Eisenoxydulgehaltes der Schlacke von größter Wichtigkeit, um gleichmäßigen Abbrand der Desoxydationsmittel und somit gleichmäßige Zusammensetzung des Fertigstahles zu erzielen. Trotzdem sind öfters Berichtigungen des Flüssigkeitsgrades des Stahles beim Gießen durch Zugabe

von Aluminium in den Kokillen nicht zu umgehen, was aber möglichst vermieden werden sollte.

Frank G. Norris beschäftigte sich mit der

Schlackenüberwachung bei niedriggekohltem Stahl. Der Verfasser verweist eingangs auf die von Reinartz auch angeführte grundsätzliche Bedeutung der Schlackenüberwachung — d. h. der Berichtigung des Eisenoxydulgehaltes der Schlacke durch entsprechende Maßnahmen in der Schlackenführung — für die Desoxydation, und zwar für die Desoxydation in der Pfanne. Da bei aller Sorgfalt beim Einsatz sich doch in erheblichen Grenzen Schwankungen in der Zusammensetzung des Stahlbades und der Schlacke ergeben, gestattet die Eisenoxydulüberwachung trotzdem, die Schmelzen auf einen gleichmäßigeren Eisenoxydulgehalt der Schlacke abzustellen und damit eine gleichmäßigere Desoxydation und ein besseres Enderzeugnis zu erzielen. Ein Stahl z. B. von 0,1 % C, der unter einer Schlacke von 15 % FeO fertiggemacht wird, unterscheidet sich wesentlich von einem Stahl mit ebenfalls 0,1 % C, der aber unter einer Schlacke mit 20 % FeO fertiggemacht wird. Grundlegend für die Schlackenüberwachung ist die Beobachtung, daß der Kieselsäuregehalt der Schlacke die Wirkung eines zugegebenen Frischmittels beeinflusst. Nach oben wird der Kieselsäuregehalt der Schlacke begrenzt durch die Rücksicht auf die basische Herdzustellung und den Schwefelgehalt des Bades. Unter höher kieselsäurehaltigen Schlacken soll sich das Stahlbad schneller frischen lassen, weil diese das Eisenoxydul leichter an das Bad abgeben. Ist der Kieselsäuregehalt von vornherein niedrig, so folgt ein Ansteigen des Eisenoxydulgehaltes der Schlacke. Solche Schlacken neigen dazu, dickflüssig zu werden; Flußspat sollte, wenn überhaupt, nur in geringen Mengen gebraucht werden. Wird die Schlacke zu dickflüssig, so gibt man zweckmäßig Feinerz oder auch Walzsinter, der sich schneller löst.

Ueber die

#### Schlackenüberwachung bei hochgekohltem basischem Siemens-Martin-Stahl

sprach W. J. Reagan. Folgende Stahlgruppen wurden von ihm beobachtet:

C	Si	Mn	P + S
%	%	%	%
0,50 bis 0,85	0,20 bis 0,30	0,60 bis 0,85	max. 0,04

Auch hier wird die Notwendigkeit gleichmäßigen Einsatzes und gleichmäßigen Einlaufens der Schmelzen betont. Von erhöhter Wichtigkeit ist für harten Stahl der Siliziumgehalt des Einsatzes, der 0,60 bis 0,65 % betragen soll, und die Höhe des Kalksatzes, der mit 7 % oder entsprechend mehr Kalkstein angegeben wird. Der Einlauf-Kohlenstoffgehalt für einen Fertigstahl mit 0,75 % C soll bei 1,2 % C liegen. Der Eisenoxydulgehalt der Fertigschlacke bei harten Schmelzen hängt von dem zu erzielenden End-Phosphorgehalt ab. Für ein gegebenes Kalk-Kieselsäure-Verhältnis in der Schlacke muß der Eisenoxydulgehalt um so höher sein, je niedriger der Phosphorgehalt im fertigen Stahl gewünscht wird. Bei Herabsetzung des Kalk-einsatzes auf ein Mindestmaß schmilzt der Einsatz schneller ein; bei ausreichend hohem Kieselsäuregehalt ergibt sich eine Endschlacke mit wenig Eisenoxydul. Ein hohes Verhältnis von CaO : SiO<sub>2</sub> verursacht eine Anreicherung der Schlacke an Eisenoxydul, ein niedriges Verhältnis ergibt eine flüssigere Schlacke und damit eine Verringerung des Eisenoxydulgehaltes.

Der Verfasser erläutert dies in einer Reihe von Schmelzungen, die teils mit höherem Kalksatz, teils mit niedrigerem Kalksatz erzeugt wurden. Er gibt dafür folgende Zahlen an.

	Zahl der Schmelzungen	
	50 mit höherem Kalksatz	50 mit niedrigerem Kalksatz
FeO-Gehalt vor der Desoxydation <sup>1)</sup> . . . . . %	15,10	12,44
Verlust im Ofen . . . . . %	6,92	5,50
Rückbleibendes Mangan . . . . . %	0,39	0,44
Ausbringen an guten Blöcken . . . . . %	88,57	90,93

<sup>1)</sup> FeO + 1,35 × Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Im qualitativen Sinne wirkt sich höherer Eisenoxydulgehalt der Schlacke dahin aus, daß diese Schmelzen im fertigen Stahl mehr Einschlüsse aufweisen. Als Beispiel hierfür wird angeführt, daß sechs Schmelzen mit Schlacke von 10,41 % FeO auf derselben Fläche 0,009 Anteile von Einschlüssen aufwiesen, während sechs Schmelzen mit Schlacke von 15,45 % FeO 0,0155 Anteile von Einschlüssen ergaben.

<sup>1)</sup> Amer. Inst. Min. Metallurg. Engr.: Techn. Publ. Nr. 625, S. 1/43; Met. Technol. 2 (1935) Nr. 4.

Der Verfasser kommt auf Grund seiner Arbeiten zu dem Schluß, daß feste Richtlinien für die Schlackenüberwachung nicht gegeben werden können, daß vielmehr für alle praktischen Zwecke die Ueberwachung des Siliziumgehaltes im Einsatz und des eingebrachten Kalkes für jede gewünschte Schlacke genügen wird. Wo die Grenze für die Höhe des Kalksatzes liegt, muß jeweils für den einzelnen Betrieb ermittelt werden.

In einem nächsten Bericht gingen A. P. Miller und T. S. Washburn auf die

Schlackenüberwachung bei rückgekohtem Schienenstahl

ein. Die Ausführungen bewegten sich bei Fragen der Abhängigkeit der Schmelzföhrung vom Einsatz, Schlackenführung, Zusammenhang der Desoxydation und des Schlackenzustandes usw. grundsätzlich in denselben Gedanken wie die vorher angeführten. Auch diese Verfasser bestätigen den ursächlichen Zusammenhang zwischen dem Eisenoxydulgehalt der Schlacke und dem Ausbringen an guten Blöcken. Die von ihnen genannten Zahlen für das durchschnittliche Ausbringen bei 9, 12 und 15 % FeO in der Schlacke weisen allerdings mit 92,1, 94,9 und 94,3 % keine wesentlichen Unterschiede auf.

Die untere Grenze des Eisenoxydulgehaltes soll mit Rücksicht auf Rückphosphorung im Ofen nicht unter 10 % liegen; die obere ist nicht nur durch die Rücksicht auf das bessere Ausbringen, sondern auch auf Gleichmäßigkeit der Pfannenanalysen, Blockseigerungen und Reinheitsgrad des erzeugten Stahles festgelegt. Der Spielraum im Eisenoxydulgehalt muß möglichst klein gehalten werden. Angaben der Verfasser über die Beziehungen zwischen dem Eisenoxydulgehalt der Schlacke und der Menge an Kieselsäure- und Manganoxydulgehalt in Stahl können bei den nur geringen Schwankungen im Eisenoxydulgehalt der Schlacke von 14,9 bis 12,5 % nicht überzeugen.

Zwei weitere Berichte von A. L. Feild und R. C. Good behandelten die Schlackenüberwachung bei legiertem Schmiedestahl.

Feild machte dabei besonders aufmerksam auf den Einfluß, den Ofenatmosphäre und Flammenführung auf die Entkohlungsgeschwindigkeit ausüben, während Good auch nur wieder die schon gekennzeichneten Richtlinien unterstreicht. Für die Desoxydation verlangt Good die Anwendung von Mangan und Silizium im Verhältnis 2 : 1, da dann das gebildete MnO · SiO<sub>2</sub> in die Schlacke aufsteigen soll.

Mit der Schlackenüberwachung im sauren Ofen befaßte sich F. C. Foley.

Grundsätzlich treten beim sauren Stahlschmelzverfahren bei der Schlackenüberwachung ähnliche Fragen auf wie beim basischen. Die Schlackenführung ist dabei natürlich den Unterschieden im chemischen Verhalten von Schlacke und Stahl entsprechend einzustellen. Als Beispiel für einen kennzeichnenden Schmelzverlauf gibt der Verfasser folgende Zahlen an:

Schmelzverlauf im sauren Siemens-Martin-Ofen.

Zeit	Schlacken						Stahl		
	CaO %	SiO <sub>2</sub> %	FeO %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	MgO %	C %	Si %	Mn %
10.40 Einlaufprobe	3,40	51,90	28,86	1,82	12,22	1,65	1,34	0,275	0,73
10.55 bis 12.30 Erzzugabe									
12.30 Kalkzugabe									
13.00	5,30	58,70	19,40	2,08	12,50	1,72			
13.30	8,20	60,95	13,64	2,15	12,76	1,80	0,65	0,02	0,07
14.00							0,56	0,02	0,07
Zugabe von Mangan und Silizium								0,16	0,80
14.40	9,10	61,16	12,43	2,25	13,00	1,85			
Endanalyse							0,57	0,25	0,73

Harby F. Walther besprach die

Schlackenführung im basischen Elektroofen.

Man hat hier bekanntlich zwei verschiedene Schlackenarten zu unterscheiden: erstens die Niederschmelz- oder Oxydations-schlacke, die meist aus dem Ofen mechanisch entfernt wird, und zweitens die Desoxydations- oder Fertigschlacke.

Die erste Schlacke, die durch Kalk oder Kalkstein und durch die beim Einschmelzen entstehenden Oxyde gebildet wird, ist wohl allgemein hochbasisch.

Für eine Schmelzung mit 0,5 % C, die zum Abschlacken fertig ist, ist nach Angabe von Walther mit etwa folgender Schlackenanalyse zu rechnen:

CaO . . . . .	48,78 %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,92 %
MnO . . . . .	5,26 %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,50 %
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,24 %	FeO . . . . .	8,93 %
CaF <sub>2</sub> . . . . .	1,20 %	MgO . . . . .	7,10 %
SiO <sub>2</sub> . . . . .	23,40 %	S . . . . .	0,17 %

Die Oxydations-schlacke soll so sauber wie möglich abgezogen werden, sie soll flüssig sein. Das Bad soll heiß sein, nur noch wenig kochen, die Schlacke darf etwas schäumen.

Bei Fertigschlacken sind je nach der zu erzeugenden Stahl-sorte verschiedene Schlackenarten üblich:

a) Die Kalk-Silizium-Schlacke dient vor allem zur Erzeugung von niedriggekohten Stählen.

b) Kalk-Aluminium-Schlacke wird angewendet, wo Aluminiumspäne zu niedrigem Preise zur Verfügung stehen. Um diese Schlacke herzustellen, muß man einen Kalk mit sehr niedrigem Kieselsäuregehalt verwenden, da Aluminium ein sehr kräftiges Reduktionsmittel ist und leicht Kieselsäure aus der Schlacke reduziert.

c) Kalk-Kieselsäure-Schlacken werden bei einigen Stählen gebraucht, um dem fertigen Erzeugnis besondere physikalische Eigenschaften zu verleihen. Bei diesen Schlacken wird kein Desoxydationsmittel zur Schlacke zugesetzt; der Wert der Schlacke hängt von einem bestimmten Verhältnis von CaO : SiO<sub>2</sub> ab.

d) Mit Kalk-Karbid-Schlacke kann die chemische Zusammensetzung des Bades in engsten Grenzen gehalten werden. Sie wird einmal für die meisten im Elektroofen erschmolzenen Baustähle benutzt, dann aber ist sie nach den Erfahrungen von Walther wichtig für die Beeinflussung der Korngröße des Stahles.

Für eine wirksame Schlackenführung in der Zeit der Desoxydation oder des Fertigmachens gibt der Verfasser u. a. folgende Bedingungen an: Trockene Einsatzstoffe mit gleichmäßiger chemischer und physikalischer Beschaffenheit, richtige Badtemperatur, Schlackenmenge und -zusammensetzung.

Chromstähle sind gegen Wasserstoff besonders empfindlich, und da eine Entfernung von Wasserstoff im Ofen nur schwer möglich ist, müssen alle wasserstoffabgebenden Verbindungen dem Ofen ferngehalten werden. Wichtig ist weiter, daß kein erheblicher Unterschied zwischen der ersten und einer 1 h später vor dem Abstich gezogenen Schlackenprobe besteht.

Obwohl die Kalk-Karbid-Schlacke stark reduziert, müssen Silizium und Aluminium die Entgasung des Stahles vollenden, um dichte Blöcke zu erzielen. Da die Endschlacke frei von Metalloxyden (praktisch frei) ist, ist es klar, daß später zugegebene Ferrolegierungen durch diese Schlackenart nicht oxydiert werden können und ohne Verlust vom Bad aufgenommen werden.

In einem letzten Beitrag ging schließlich A. B. Kinzel auf die

Physikalische Untersuchung der Schlacke

ein, allerdings ohne wesentlich Neues über diesen Gegenstand zu bringen. Er weist noch einmal besonders auf den Einfluß hin, den die Roheisenzusammensetzung und -beschaffenheit auf das Einlaufen, die Schlackenzusammensetzung und die Stahlgüte ausübt. Die übliche Analyse des Roheisens gibt hierbei keine befriedigende und erschöpfende Auskunft, da der Sauerstoffgehalt des Roheisens und die darin enthaltenen Oxyde, Kieselsäure, Silikate, Eisen- und Manganoxydul, und die verschiedenen komplexen Verbindungen mit Sulfiden von größter

Bedeutung sind. Er verlangt daher die laufende Prüfung des Roheisens auf sauerstoffhaltige Verbindungen mittels der Jodmethode. Nur auf Grund derartiger Untersuchungen können nach seiner Auffassung die richtigen Roheisensätze für die Schmelzen bestimmt werden. Da weiter verschiedene Ofen verschiedene Schlackenarten erzeugen, wären für jeden Ofen die zulässigen Oxydgrenzen in

ähnlicher Weise zu bestimmen, wie heute der Roheisensatz, Kalk- oder Erzsatz festgelegt werden. Um diesen Vorschlag zu verwirklichen, bedarf es noch langwieriger Untersuchungen, doch scheinen diese lohnend, da zu erwarten ist, daß dadurch nicht nur die Ofenleistungen, sondern auch das Walzwerksausbringen verbessert werden kann.

Paul-Adolf Baare.

Die Bedeutung der inländischen Erzvorkommen für die polnische Eisenindustrie.

Zur Hebung des einheimischen Eisenerzbergbaues hat Polen seit November 1925 einen Schutzzoll von 5,0 Zl/t = 2,35 RM/t eingeführt. Man hätte also eine Steigerung der polnischen Eisenerzförderung erwarten können. W. Kuczewski<sup>1)</sup> zeigt aber an aufschlußreichen Statistiken, daß dies nicht der Fall war.

Während bis zum Jahre 1929 die einzelnen Sorten nicht getrennt erfaßt wurden, führt seit diesem Jahre der Verband der

<sup>1)</sup> Hutnik 8 (1936) S. 224/30.

polnischen Eisenhütten eine entsprechende Statistik. Für die Jahre 1929 bis 1935 ergibt sich folgendes Bild (Zahlentafel 1):

Seit 1924 verlangt das Verkehrsministerium, daß Oberbaustoffe ausschließlich aus Siemens-Martin-Roheisen erschmolzen werden müssen. Dieser Umstand und die damals günstigen Bedingungen auf dem Schrottmarkt verdrängten die phosphorreichen in- und ausländischen Erze zum größten Teil aus den polnischen Eisenhütten. Außerdem brachte der billige Schrottpreis den Niedergang des polnischen Hochofenwesens mit sich, der bis in das Jahr 1935 hinein dauerte.

Zahlentafel 1. Erzversorgung der polnischen Hochofenwerke.

Erz an die Hütten	Jahr						
	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935
Vom Inland							
Roherz	145 420	116 854	63 614	34 004	30 852	77 709	94 453
Rösterz	342 847	331 183	243 569	56 684	123 022	163 638	201 525
Erzziegel	—	7 317	15 585	8 705	14 175	14 235	—
Sinter	—	—	—	14 716	32 157	63 265	—
Inland gesamt	488 267	455 354	322 768	114 106	200 206	318 847	295 978
Vom Ausland							
Roherz	461 301	208 680	265 995	82 541	150 985	125 205	237 213
Rösterz	61 834	27 881	8 812	—	61	200	12 429
Erzziegel	—	—	—	8 605	14 256	36 832	25 965
Sinter	—	—	—	1 611	18 675	21 347	10 514
Ausland gesamt	523 135	236 561	274 807	92 757	183 977	183 584	286 121
Ausl. Manganerze	53 063	36 973	35 607	8 885	48 450	35 669	58 226
Erze gesamt	1 064 465	728 888	633 182	215 748	432 633	538 100	640 325

Zahlentafel 2. Polnische Erzförderung und Roheisenerzeugung.

Jahr	Erzförderung t	Inländerz an die Hütten			Roheisenerzeugung t	Erz an die Hütten in kg	
		Roherz t	Rösterz t	gesamt t		je t Förderung	je t Roheisen
1932	77 119	34 004	56 681	90 685	198 674	1 175	456
1933	160 661	30 852	123 022	153 874	305 625	956	503
1934	247 365	77 709	163 638	241 347	382 199	974	631
1935	332 307	94 453	201 525	295 978	394 040	889	750

Erzziegel und Sinter werden meist aus ausländischen Rohstoffen hergestellt. Nur zum kleinen Teil finden inländischer Gichtstaub, Sinter und Abbrände Verwendung. Bis 1930 wurden sie anscheinend unter Rösterzen geführt. Erst seit dem Jahre 1932 sieht für Erzziegel und Sinter die Statistik eine Teilung nach inländischer und ausländischer Herkunft vor. In Zahlentafel 2 sind Erzziegel und Sinter nicht enthalten, sondern nur die Erzförderung und die Anfuhr von Roh- und Rösterz an die Hütten.

Unter der Annahme, daß der mittlere Eisengehalt der inländischen Erze im Feuchten etwa 40% beträgt, ergibt sich, daß das erblasene Eisen nur zu etwa 18 bis 30% aus inländischen Erzen stammt. Da aber je t Roheisen 2000 kg Eisen- und Manganerze notwendig sind, deckt die inländische Erzförderung nur etwa 22 bis 38% des gesamten Erzverbrauches. Die Zusammenstellungen zeigen auch die bemerkenswerte Tatsache, daß an die Hütten mehr Erz geliefert worden ist, als die Förderstatistik erfaßt. Diese Mehrlieferung hat im Jahre 1934 etwa 30- bis 35 000 t betragen und ist darauf zurückzuführen, daß hauptsächlich die Rasenerze und die Förderung der meist von Erwerbslosen betriebenen wilden Schächte nicht statistisch erfaßt sind.

Die Rasenerze sind neben dem Czenstochauer Toneisenstein ein zweiter wichtiger inländischer Eisenträger, dessen Förderung zahlenmäßig erfaßt werden muß.

Nach Zahlentafel 2 hat seit 1932 der Anteil der inländischen Erze an der Roheisenerzeugung, ebenso aber auch diese selbst zugenommen, so daß trotz der Erhöhung der Liefermenge um 64% der Anteil nur auf 37,5% gestiegen ist.

Man rechnet damit, die Eisenversorgung durch das Inland auf 50% bringen zu können. Unter Zuhilfenahme inländischer Erzvorkommen mit etwa 1,2% Phosphorgehalt, und Siemens-Martin-Schlacken mit etwa 1,0 bis 1,5% P als Manganträger will man Thomasroheisen erzeugen. Nur eine polnische Hütte verarbeitet bereits Rohstoffe mit hohem Phosphorgehalt und stellt als Nebenerzeugnis Phosphatschlacke her. Die Kriwoj-Rog-Erze, die vor dem Kriege die Grundlage der kongreßpolnischen Eisenindustrie bildeten, kommen heute fast gar nicht mehr in Frage. In Oberschlesien verwendete man vor dem Kriege neben ober-schlesischen und russischen Erzen hauptsächlich schwedische phosphorhaltige Erze und Rasenerze aus der Provinz Posen.

Von 1883 bis 1924 wurde das Thomasverfahren bei der Friedenshütte — jetzt Huta Pokoj — ausgeübt. Bei der Königshütte — jetzt Huta Pilsudski — wurde 1913 der Betrieb des Thomasstahlwerks eingestellt und das Thomasroheisen im Siemens-Martin-Stahlwerk verarbeitet. Das Thomasroheisen aus Rasenerzen und anderen inländischen Erzen hatte folgende Zusammensetzung: 0,8% Si, 1,5% Mn, 1,8 bis 2,2% P. Nach dem Frischen im Kippfen und vor dem Uebergießen in die Fertigöfen war die Zusammensetzung folgende: 1,5% C, 0,2% Si, 0,2% Mn, 0,15% P.

Man erwägt grundsätzlich, ob es bei der geopolitischen Lage Polens nicht zweckmäßig wäre, die Erzeugung und Weiterverarbeitung von Thomasroheisen wieder aufzunehmen. Man wird selbstverständlich verschiedene hochwertige Stahlorten, soweit es die Vorschriften verlangen, weiter aus phosphorarmem Roheisen unter Verwendung geeigneter ausländischer Erze erschmelzen. Der Anteil an Handelsstahl in der Gesamterzeugung ist jedoch genügend groß, um aus dieser Arbeitsweise für Wirtschaft und Staat bedeutende Vorteile zu ziehen. Das Ziel ist ein höherer Anteil inländischer Erze an der gesamten Erzversorgung; um es zu erreichen, muß der Großhandel mit inländischen Erzen entsprechend aufgebaut werden. Seine besondere Aufgabe wird sein, die Fördermengen der kleineren Schürfgesellschaften zusammenzufassen und in einem geregelten und sicheren Fluß an die Eisenhütten zu leiten. Ferner muß eine allgemeingültige Einteilung der Erze eingeführt werden, nach der Erzeuger, Verkäufer und Verbraucher auch ohne langwierige Untersuchungen und Verhandlungen die Erze lagern und verarbeiten können.

Die polnischen Erzvorkommen sind zum Teil Eigentum der Eisenhütten, die sie industriell ausbeuten, und zum Teil in Händen kleinerer Gesellschaften, die meist einen Abbau mit einfachsten Mitteln betreiben. Infolge der Forderung nach einer hohen inländischen Erzförderung werden wahrscheinlich auch diese kleinen und kleinsten Inhaber von Mutungen langsam auf eine großzügigere Ausbeutung ihrer Vorkommen übergehen. Die Normung der Erze wird der polnische Normungsausschuß in engster Zusammenarbeit mit der Geologischen Gesellschaft in Warschau und einem industriellen Erzausschuß übernehmen.

Der Verfasser hat aus einer Reihe vorliegender Analysen einen Plan zur Bezeichnung der einzelnen Erzsor ten zusammengestellt und diese so gewählt, daß man aus einer Zusammenstellung von Buchstaben und Zahlen sofort ersehen kann, um was für eine Erzart und Güte es sich handelt.

So bedeutet z. B. nach Zahlentafel 3 B 40a ein Brauneisenerz mit 40 bis 45% Fe und 0,1 bis 0,3% Mn, 12,0 bis 16,0% SiO<sub>2</sub>, 7,0 bis 9,0% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1,0 bis 3,0% CaO + MgO und 0,1 bis 0,2% P. Der Buchstabe „a“ ist also eine Unterbezeichnung und ein Maß für die Begleitelemente.

Zahlentafel 3. Vorschlag zur Einteilung der Brauneisenerze.

Bezeichnung	Brauneisensteine „B“								
	Fe	Mn	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	(CaO + MgO)	P	Zn	Pb	As
B 45a	> 45	0,8—1,2	12—16	3—12	0,5—1,0	0,1—0,2	< 0,3	Spuren	Spuren
B 45b	> 45	0,1—0,3	12—16	8—12	0,5—1,0	0,1—0,2	< 0,3		
B 45c	> 45	0,6—1,0	10—14	7—9	4—7	0,1—0,2	< 0,3		
B 45d	> 45	0,1—0,3	10—14	7—9	1—3	0,1—0,2	< 0,3		
B 40a	> 40—45	0,1—0,3	12—16	7—9	1—3	0,1—0,2	< 0,3		
B 40b	> 40—45	0,8—1,0	18—24	2—4	4—5	0,9—1,2	< 0,3		
B 40c	> 40—45	0,8—1,5	18—24	2—4	4—5	0,4—0,6	< 0,3		
B 40d	> 40—45	0,8—1,2	18—24	2—4	4—5	0,1—0,2	< 0,3		
B 35a	> 35—40	0,8—1,3	21—31	2	4—5	0,1—0,2	< 0,3		
B 35b	> 35—40	0,3—0,6	12—18	2	4—5	0,1—0,2	< 0,3		

Wenn diese Vorarbeiten erst so weit gediehen sind, daß die Industrie, unterstützt durch einen gut aufgebauten inländischen Erzhandel, in den einheimischen Lagerstätten eine sichere und von Störungen freie Grundlage ihrer Erzversorgung sehen kann, so ist mit Bestimmtheit zu erwarten, daß die inländische Erzförderung eine ständig wachsende Belebung erfahren wird.

In einer Zuschrift<sup>1)</sup> weist A. Vielrose darauf hin, daß ein Mehrverbrauch an einheimischen Erzen nicht zu einer Erhöhung der Roheisenkosten führen darf. Ferner sind die über ganz Polen verteilten Brauneisenerzvorkommen noch nicht genügend erforscht und, soweit sie untersucht worden sind, weisen sie sehr starke Schwankungen in der Zusammensetzung auf. Beispielsweise beträgt die mittlere Zusammensetzung der Brauneisensteine

<sup>1)</sup> Hutnik 8 (1936) S. 358/59.

aus dem Gebiet zwischen Wisloka, Weichsel und San (125 000 t Vorrat), im Westen der Wojewodschaft Lodz (800 000 t) und bei Miedniewice (120 000 t) 34,9% Fe, 2,1% Mn und 2,05% P, während die oberen und unteren Grenzwerte bei diesen vor allem durch Sand verunreinigten Erzen bei 16,0 und 47,0% Fe, 0,35 und 5,5% Mn und 0,4 und 3,5% P liegen. Besondere Schwierigkeiten macht das Fehlen einer einheitlichen Bewertungsgrundlage für solche Erze, da ihr Wert für die Hüttenwerke verschieden ist und er sich auch nach den zulässigen Betriebskosten und dem Preis der Hilfs- und Brennstoffe richten muß. Als Formel für die Bewertung eines Erzes wird der Ausdruck empfohlen:

$$w = \frac{S_k - (C \cdot c + K \cdot k + R)}{E}$$

worin w der Erzwert je t,  $S_k$  die Selbstkosten je t Roheisen, C, K und E die Einsatzmenge an Koks, Kalkstein und Erz je t Roheisen und c, k der Preis je t Koks und Kalkstein ist und mit R die übrigen Selbstkosten für 1 t Roheisen zusammengefaßt sind.

Auf Grund dieser Zuschrift geht der Verfasser in einem weiteren Aufsatz: Ueber die Verhüttung von polnischen Eisenerzen<sup>1)</sup> auf die wirtschaftliche Verhüttung ein, die einmal durch Anreicherung der gerösteten Erze möglich ist, wodurch die Schlackenmenge in tragbaren Grenzen bleibt, zweitens aber auch dadurch erreicht werden kann, daß man die einheimischen Erze zu einem selbstgehenden Möller mischt. An einigen Beispielen wird gezeigt, daß eine Mischung von einem Teil saurer Erze mit drei Teilen basischer Erze um 21% höher zu bewerten ist als das saure Erz, ein selbstgehender Möller sogar um 34%, ohne daß die Roheisenkosten gesteigert werden. Bei der Verwendung eines sauren oder basischen Möllers rechnet der Verfasser mit einem Anteil an Inlanderzen von 40%, bei dem Mischungsverhältnis 1 : 3 mit einem Anteil von 60% bei gleichbleibender Ofenleistung und unverändertem Koksverbrauch. Oskar Pszczolka.

**Verfahren zur Ermittlung von Verhältniszahlen.**

Bei Wirtschaftlichkeitsrechnungen, zeitlichen Betriebsvergleichen und ähnlichem verfolgt man oft das Verhältnis der einzelnen Verbrauchsmengen, Kostenarten, Erlöse u. a. m. zueinander, indem man z. B. den prozentualen Anteil der Werkstoffkosten an den Gesamtkosten feststellt oder die Höhe der Gemeinkosten im Verhältnis zu den Lohnkosten oder auch das Verhältnis von Einsatzmengen zur guten Erzeugung usw. bildet. Hans Seeger<sup>2)</sup> hat ein schaubildliches Verfahren entwickelt,

Zu diesem Zwecke werden die einzelnen Zahlenangaben als Kurven in einem Achsenkreuz aufgetragen. Abb. 1 veranschaulicht den Verlauf der einzelnen Kurven während eines Jahres. An der rechten Seite ist eine Skala mit Prozeuteinteilung eingezeichnet. Durch den Nullpunkt ist ein Strahlenbüschel gelegt, dessen Teilung der vorgenannten Prozentskala entspricht. Will man nun ermitteln, wie hoch z. B. der prozentuale Anteil der Werkstoffkosten an den Gesamtkosten im Monat Juli war, so zieht man zunächst eine Parallele zur Waagerechten vom Kurvenpunkt der Gesamtkostenkurve im Monat Juli ( $P_0$ ) bis zum Schnittpunkt ( $P_1$ ) mit dem „100%-Strahl“. Das in  $P_1$  gefällte Lot trifft in  $P_2$  die durch den Kurvenpunkt der Werkstoffkostenkurve im Monat Juli gezogene Parallele zur Waagerechten. Zieht man nun vom Nullpunkt durch diesen Schnittpunkt ( $P_2$ ) eine Gerade, so schneidet diese auf der rechten Skala den gesuchten Anteil (22,5%). Ein zweites Beispiel zeigt, daß im April die Gemeinkosten ( $P_4$ ) 67% der in diesem Monat gezahlten Lohnkosten ( $P_3$ ) betragen haben. Hans Diercks.

**Henry Louis Le Chatelier †.**

Ein Mann, mit dessen Namen der Studierende der Eisenhüttenkunde schon früh bekannt wird, mit dessen Schöpfungen und Erkenntnissen der Betriebsmann, wenn vielleicht auch unbewußt, ständig umgeht, und auf denen der Wissenschaftler weiterbaut, ist in Henry Le Chatelier am 17. September 1936 in Miribelles-Echelles verstorben. Ein unvergängliches Verdienst hat er sich dadurch erworben, daß er für die Erforschung der chemischen Vorgänge bei hohen Temperaturen, mit denen der Metallurge in der Hauptsache zu tun hat, anregend gewesen und Mitbegründer der neuen physikalischen Chemie geworden ist. Als wissenschaftlicher Lehrer hat er dabei sowohl Fähigkeiten in der Versuchsanstellung als auch in der Ergründung der Zusammenhänge bewiesen.

Allgemein bekannt und angewendet ist das von Le Chatelier eingeführte Platin-Platinrhodium-Thermoelement und dessen Eichung an den Schmelzpunkten verschiedener Metalle. Neben Sorby in England und Martens in Deutschland hat er in Frankreich die Metallmikroskopie aus den Anfängen entwickelt. Ebenso ist er unter den Forschern des Eisen-Kohlenstoff-Diagramms zu nennen. Bei seinen Arbeiten über Legierungsfragen, für die er in der Frühzeit der Metallographie (1893) einen besonderen Ausschuß bei der Société d'Encouragement de l'Industrie Nationale einsetzen ließ, hat er als erster die Erkenntnis ausgesprochen, daß bei der Mischkristallbildung die elektrische Leitfähigkeit verringert wird.

Mit dem Namen Henry Le Chateliers ist das „Prinzip des kleinsten Zwanges“ verknüpft, das er bei seinen Untersuchungen über Dissoziations- und Gleichgewichtsverhältnisse bei hohen Temperaturen fand. Diese Regel besagt bekanntlich, daß bei Wärmezufuhr zu einem System die Reaktion gefördert wird, die Wärme verbraucht, und bei Druckerhöhung die Reaktion, die ein geringeres Volumen ergibt. Gerade die Gleichgewichtsverhältnisse in dem System Ammoniak, Stickstoff und Wasserstoff wurden von ihm untersucht und dabei die Grundlagen dafür erkannt, daß die Ammoniaksynthese zweckmäßig bei hohen Temperaturen und Drücken ausgeführt wird. Mit diesen Forschungen hängen seine Arbeiten über die spezifische Wärme von Gasen bei hohen Temperaturen zusammen, die mit die ersten genauen Werte lieferten.

Le Chatelier hat in seinem langen Leben — er wurde am 8. Oktober 1850 geboren — die Freude gehabt, zu sehen, wie seine Forschungen zu Erfolgen geführt und durch Auszeichnungen und Ehrungen anerkannt wurden. Mit 27 Jahren, im Jahre 1877, wurde er Professor der Chemie an der Ecole Nationale supérieure des Mines in Paris, 1898 Professor der Mineralchemie am Collège de France, 1907 als Nachfolger von Henry Moissan Professor an der Sorbonne, wo er bis 1922 wirkte.

**Metallographischer Ferienkursus an der Bergakademie Clausthal.**

In der Zeit vom 1. bis 13. März 1937 findet im Metallographischen Institut der Bergakademie Clausthal unter Leitung von Professor Dr. rer. techn. A. Merz wieder ein Ferienkursus statt, der aus täglich 3 Stunden Vorlesung und 4 Stunden praktischen Übungen besteht. Anfragen sind an das Metallographische Institut der Bergakademie Clausthal (Harz), Clausthal-Zellerfeld I, zu richten.

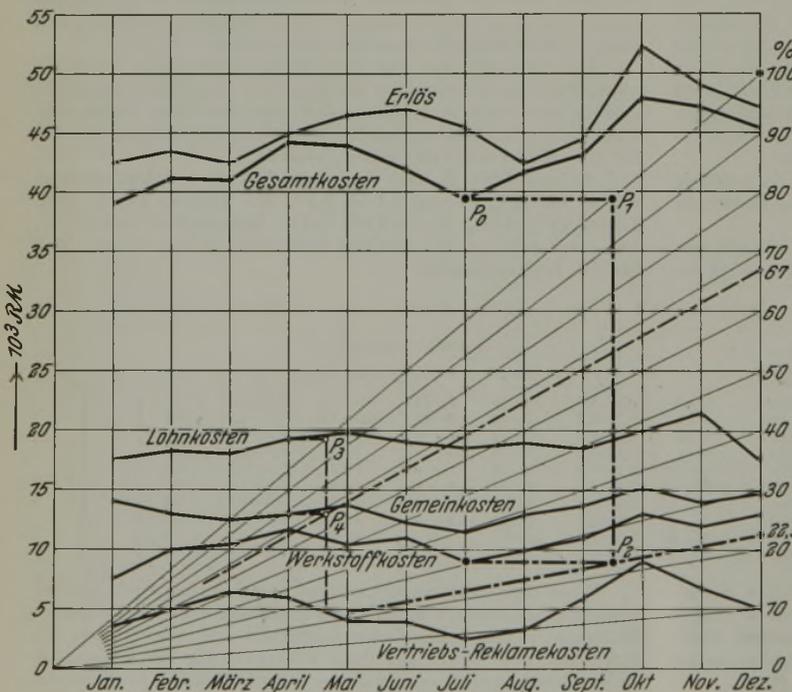


Abbildung 1. Schaubildliche Errechnung von Verhältniszahlen.

das die Ermittlung dieser Verhältniszahlen ohne besondere zahlenmäßige Berechnung ermöglicht. Das Verfahren setzt keine besonderen mathematischen Kenntnisse voraus; sein Vorteil liegt darin, daß man ohne zu rechnen jede Kurve zur Bezugsgröße machen kann und mit Hilfe eines Schaubildes alle möglichen Verhältniszahlen bilden kann.

1) Hutnik 8 (1936) S. 345/50.  
2) Z. Organ. 10 (1936) S. 382/84.

# Patentbericht.

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

(Patentblatt Nr. 51 vom 17. Dezember 1936.)

Kl. 7a, Gr. 5/04, D 71 140. Walzwerksanlage, bestehend aus zwei parallelen nebeneinanderliegenden Walzenstraßen. Demag, A.-G., Duisburg.

Kl. 7a, Gr. 12, R 91 978. Walzwerk zum Walzen einer oder mehrerer Adern gleichzeitig. Reineke-Regler, Vertriebsgesellschaft m. b. H., Bochum.

Kl. 7a, Gr. 16/01, T 70 830; Zus. z. Pat. 634 870. Verfahren zum Kaltpilgern von Rohren über einen kegeligen Dorn. Tube Reducing Corporation, Stamford, Connecticut (V. St. A.), und „Kronprinz“, A.-G. für Metallindustrie, Solingen-Ohlgs.

Kl. 7a, Gr. 16/01, T 71 026; Zus. z. Pat. 634 870. Sicherheitsvorrichtung an Maschinen zum Kaltpilgern von Rohren. Tube Reducing Corporation, Stamford, Connecticut (V. St. A.), und „Kronprinz“, A.-G. für Metallindustrie, Solingen-Ohlgs.

Kl. 7a, Gr. 16/01, T 40 256; Zus. z. Pat. 634 870. Verfahren zum Auswalzen von Stangen oder Rohren von kleinem Durchmesser in kaltem Zustande. Tube Reducing Corporation, Stamford, Connecticut (V. St. A.), und „Kronprinz“, A.-G. für Metallindustrie, Solingen-Ohlgs.

## Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 51 vom 17. Dezember 1936.)

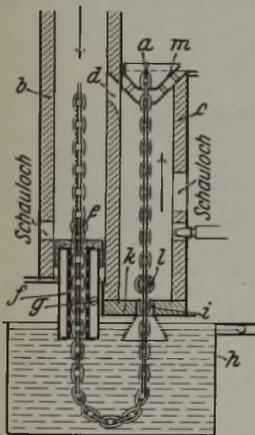
Kl. 7d, Nr. 1 393 932. Eindrähtiger Stacheldraht. Westfälische Union, A.-G. für Eisen- und Drahtindustrie, Hamm i. W.

Kl. 31c, Nr. 1 394 042. Vorrichtung zur Herstellung gegossener Körper jeder Art nach dem Schleudergußverfahren. Georg Pemetzrieder, Berlin-Tempelhof.

## Deutsche Reichspatente.

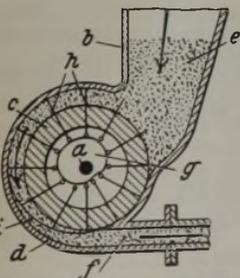
Kl. 18 c, Gr. 6<sub>50</sub>, Nr. 635 283, vom 9. Juli 1932; ausgegeben am 14. September 1936. Ewald Brinkmann in Villigst b. Schwerte (Ruhr). Anlage zum ununterbrochenen Vergüten von Bändern, Drähten, Ketten od. dgl.

Das zu vergütende Gut, z. B. die Kette a, wird im Schachtelofen b durch die aus dem Anlaßstutzen c durch die Verbindungsöffnung d kommende Abwärme vorgewärmt und durch die Heizdüsen e auf Abschrecktemperatur erhitzt. Darauf tritt sie in die als Brause ausgebildete Abschreckvorrichtung f ein; diese besteht aus einem doppelwandigen Hohlzylinder, dessen innerer Mantel von radial angeordneten Brausedüsen durchbrochen wird, während die Zuleitungen g für die Abschreckflüssigkeit tangential am äußeren Mantel angeordnet werden. Die Abschreckflüssigkeit fließt in den Behälter h, und die hieraus nach oben steigende Kette tritt durch die Öffnung i in den Stutzen c ein; hier erwärmen die über dem Boden k angebrachten Heizdüsen l die Kette auf die Anlaßtemperatur, worauf sie den Stutzen durch den doppelten trichterförmigen Deckel m verläßt.



Kl. 18 a, Gr. 4<sub>03</sub>, Nr. 635 452, vom 14. Juni 1935; ausgegeben am 17. September 1936. Zimmermann & Jansen, G. m. b. H., in Düren (Rhld.). Stichlochstopfmaschine.

Der zur Achse a gleichmütig angeordnete Gehäuseteil b umschließt die als Drehkolben ausgebildete Trommel c in gewissem Abstand, so daß ein Druckraum mit gleichbleibender Breite besteht. Der zur Achse a ebenfalls gleichmütig ausgebildete Gehäuseteil d umschließt aber die Trommel c unmittelbar so, daß hier eine gute Abdichtung zwischen Einfülltrichter e und dem Entleerungsraum f besteht. Durch die Führungsbahn g im Innern der Trommel c werden die Schieber h allmählich in die im Trichter befindliche bildsame Masse eingedrückt, bis sie in der Endlage mit der Gehäusewand b einen dicht-



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

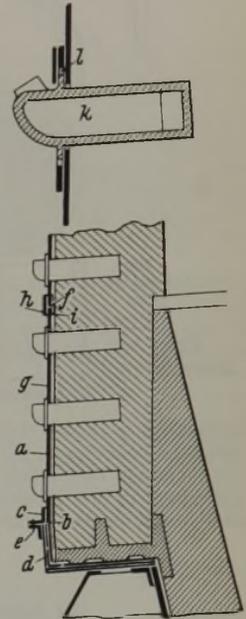
ten Abschluß bilden. Der Druck der bildsamen Masse dreht die Schieber zurück in die Trommel, da die Schieber im Entleerungsraum von der Führungsbahn g freigegeben werden; dieses Zurückdrücken kann aber auch durch eine Führungsbahn i im Entleerungsraum unterstützt werden.

Kl. 18 d, Gr. 2<sub>10</sub>, Nr. 635 454, vom 22. Oktober 1932; ausgegeben am 19. September 1936. Carl Sattler in Dortmund. Dauermagnetstahl.

Um den bekannten Magnetstahllegierungen eine größere Wärmebeständigkeit und dadurch eine größere Widerstandskraft gegen den Verlust an Koerzitivkraft zu erteilen, erhalten sie einen zusätzlichen Gehalt an Titan von 0,5 bis 5 %, um den sich die neben den Legierungselementen vorhandene restliche Menge Eisen mit den üblichen Verunreinigungen an Mangan, Silizium, Phosphor und Schwefel vermindert.

Kl. 18 a, Gr. 4<sub>01</sub>, Nr. 635 629, vom 16. Juli 1935; ausgegeben am 21. September 1936. Kölsch-Fölzler-Werke, A.-G., in Siegen (Westf.). Aus mehreren Ringen bestehender Mantel für mit Kühlkästen versehene Schachtelöfen.

Der untere Mantelteil a wird in der Fuge b durch den Winklering c lose auf den Tragring d gesetzt und mit Schrauben e, deren Müttern nicht vollständig angezogen werden, gegen Seitenverschiebungen gesichert. In den weiteren Fugen f usw. werden die Mantelteile g usw. durch äußere Laschen h und innere Spangen i, die nur am oberen Mantelteil befestigt werden, gegen Seitenverschiebungen gesichert. Die Kühlkastenlöcher im Mantel geben dem Kasten k etwas Spielraum. Nach dem Mauern des Schachtes wird jeder Mantelteil durch seine mittlere Kühlkastenreihe gegen Axialverschiebungen zum Mauerwerk gesichert, und zwar durch Einpassen der Zwischenlage l über jedem Kühlkasten.



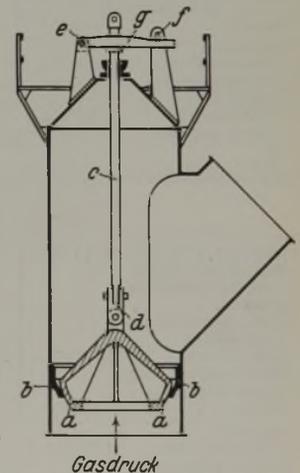
Kl. 40 b, Gr. 2, Nr. 635 644, vom 21. November 1934; ausgegeben am 21. September 1936. Oesterreichische Priorität vom 21. November 1933. Vereinigte Edelstahl-A.-G. in Glarus (Schweiz). Verfahren zum Herstellen gesinterter Metalllegierungen.

Die aus praktisch reinen, pulverförmigen Ausgangsstoffen hergestellten Preßkörper werden einer wiederholten thermischen Wechselbehandlung, und zwar Sinterung im Vakuum und in reduzierender Atmosphäre unterworfen und zwischen den einzelnen Wärmebehandlungsstufen bis zum Erreichen praktischer Porenfreiheit mechanischer Bearbeitung, z. B. Schmieden oder Walzen, unterzogen.

Kl. 18 a, Gr. 15<sub>01</sub>, Nr. 635 739, vom 30. Dezember 1934; ausgegeben am 23. September 1936.

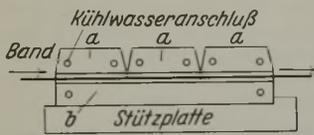
August-Thyssen-Hütte, A.-G., in Duisburg-Hamborn. (Erfinder: Eduard Schiegries in Duisburg-Meiderich.) Abschlußventil für Gasleitungen zur Förderung von hochohitzten, verschmutzten Gasen, besonders Hochofengasen.

Um ein unbedingt sicheres und vollständiges Aufsitzen des kegel- oder kugelförmig gestalteten Ventiltails a auf den Ventil Sitz b zu gewährleisten, wird in der Ventilstange c ein Doppelgelenk d nach Art eines Kardangelenkes vorgesehen und das Ventil in seinem Sitz gegen den Gasdruck durch einen um einen Bolzen e drehbaren und mit einem Keil f gesicherten Riegel g gehalten.



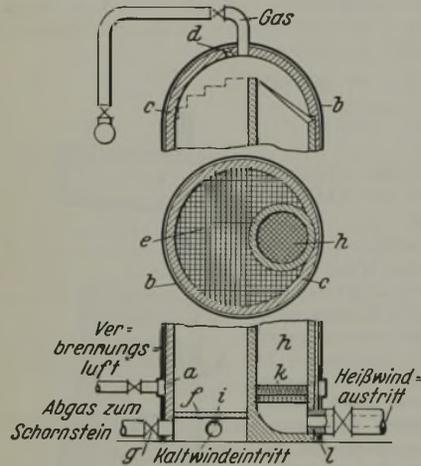
Kl. 18 c, Gr. 6<sub>50</sub>, Nr. 635 788, vom 26. Februar 1935; ausgegeben am 24. September 1936. Siemens-Schuckertwerke, A.-G., in Berlin-Siemensstadt. (Erfinder: John Edward Webb Ginter in Osterley b. London.) Kühlbacken zum Härten von Stahlbändern.

Von den beiden zusammenwirkenden Kühlbacken a und b für Durchziehöfen wird mindestens die obere a aus mehreren in der Bewegungsrichtung des Bandes hintereinanderliegenden für sich beweglichen Teilen zusammengesetzt, die gelenkig miteinander verbunden werden.



Kl. 18 a, Gr. 11, Nr. 635 849, vom 16. Mai 1935; ausgegeben am 26. September 1936. Chamotte-Industrie Hagenburger-Schwalb, A.-G., in Hettenleidelheim (Pfalz). Von oben beheizter Hochofenwinderhitzer.

Die Luft zum Verbrennen des durch die Kuppel in den Winderhitzer eintretenden Hochofengases tritt in den das ganze Mantel-

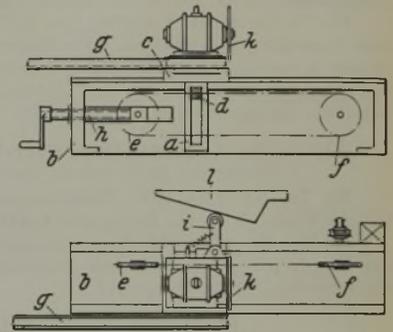


mauerwerk umgebenden Ringkanal a ein, steigt durch einen Zwischenraum zwischen Mantel b und Mantelmauerwerk c zur Kuppel hoch und z. B. durch einen Kanal d in den Kuppelraum. Die Flamme zieht durch das unmittelbar beheizte Gitterwerk im Raum e abwärts, gibt dabei ihre Wärme ab, und die Abgase streichen durch den Rost f und durch einen oder mehrere Austrittskanäle g in den Schornstein. Das Aufheizen des Wärmespeichers dauert so lange, bis das obere Drittel des Gitterwerkes auf die nötige Temperatur erhitzt worden ist. Dabei hat sich das Gitterwerk in dem kleineren nicht oder nur mittelbar beheizten, zum Ausgleich der Temperatur dienenden Schacht h, der teil-

weise vom Gitterwerk des Raumes e umgeben wird, mittelbar ebenfalls aufgewärmt, jedoch nicht so stark wie der Raum e. Jetzt wird das Gas abgestellt, das Abgasventil g geschlossen und durch Öffnungen i der Kaltwind eingelassen, der sich am Gitterwerk im Raum e erhitzt, von der Kuppel im Schacht h wieder abwärts steigt und durch den Rost k und Ventil den Winderhitzer als Heißwind verläßt, dessen Temperatur gleichmäßig gehalten wird, so daß sie keinen schädlichen Einfluß auf den Ofengang hat.

Kl. 49 c, Gr. 20<sub>01</sub>, Nr. 636 178, vom 31. Oktober 1934; ausgegeben am 3. Oktober 1936. Sundwiger Eisenhütte Maschinenbau-A.-G. in Sundwig (Kr. Iserlohn). Fliegende Säge zum Abschneiden von fortlaufend aus einem Walzwerk od. dgl. austretenden Rohren oder sonstigem Walzgut auf bestimmte Längen.

In dem Arm a unter dem auf den Führungen des Untersatzes b gleitenden Schlitten c gleitet der Stein d, der mit einem Bolzen der über die beiden etwa durch einen Motor angetriebenen Kettenräder e und f laufenden Kette verbunden wird, so daß der Schlitten mit der Geschwindigkeit des austretenden Rohres g fortbewegt wird. Das Kettenrad e ist in den Schlitten h verschiebbar angeordnet. Der Abstand der Kettenräder ist entsprechend der gewünschten abzuschneidenden Rohrlänge durch Herausnehmen oder Hinzufügen von Kettengliedern anstellbar, und die Länge der Schlitz h bestimmt die Grenzen, zwischen denen Rohrlängen geschnitten werden können. Um das Rohr abzuschneiden, läuft der Hebelarm i, der an dem quer zur Rohrachse querverschiebbaren und den Motor mit Sägeblatt k tragenden Schlitten c angebracht ist, gegen eine schiefe Ebene l an, wodurch der Schlitten nach vorn geschoben wird. Der Hebelarm legt sich bei der etwa durch Federn bewirkten Rückkehr des Schlittens um, so daß dieser nicht vorwärts bewegt wird.



## Statistisches.

Die Rohstahlgewinnung des Deutschen Reiches im November 1936<sup>1)</sup>. — In Tonnen zu 1000 kg.

Bezirke	Roßblöcke					Stahlguß				Insgesamt		
	Thomasstahl	Bessemerstahl	basische Siemens-Martin-Stahl	saurer Siemens-Martin-Stahl	Tiegel- und Elektro-stahl	Schweißstahl- (Schweiß-eisen-)	Bessemer- <sup>2)</sup>	basischer	saurer	Tiegel- und Elektro-	November 1936	Oktober 1936
November 1936: 24 Arbeitstage; Oktober 1936 <sup>4)</sup> : 27 Arbeitstage												
Rheinland-Westfalen	409 754	—	566 166	16 606	26 432	—	6 632	17 379	3 058	3 133	1 047 385	1 181 431
Sieg-, Lahn-, Dillgebiet u. Oberhessen	—	—	26 673	—	—	—	—	422	—	—	28 783	36 509
Schlesien . . . . .	—	—	—	—	—	—	1 480	—	1 028	—	—	—
Nord-, Ost- u. Mitteldeutschland . . . . .	—	—	104 937	—	7 832	—	—	4 105	—	3 568	170 548	195 889
Land Sachsen . . . . .	73 486	—	43 154	—	—	—	—	2 002	—	—	48 235	46 063
Süddeutschland und Bayr. Rheinpfalz . . . . .	—	—	6 344	—	—	—	1 942	—	802	—	30 590	30 962
Saarland . . . . .	136 513	—	41 425	—	—	—	—	883	—	853	181 230	214 023
Insgesamt:												
November 1936	619 753	—	788 699	16 606	34 264	—	10 054	24 953	4 888	7 554	1 506 771	—
davon geschätzt . . . . .	—	—	—	—	—	—	55	—	—	1 280	1 335	—
Insgesamt:												
Oktober 1936	702 072	—	894 144	17 575	35 954	—	12 433	28 824	5 226	8 649	—	1 704 877
davon geschätzt . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung											62 782	63 144
Januar bis November <sup>4)</sup> 1936: 280 Arbeitstage; 1935: 280 Arbeitstage												
Rheinland-Westfalen	4 875 079	—	6 700 710	172 186	267 785	—	72 348	195 666	31 293	32 689	12 334 895	10 310 597
Sieg-, Lahn-, Dillgebiet u. Oberhessen	—	—	355 631	—	—	—	—	5 581	—	—	375 793	320 668
Schlesien . . . . .	—	—	—	—	—	—	13 568	—	10 666	—	—	—
Nord-, Ost- u. Mitteldeutschland . . . . .	—	—	1 291 038	—	67 089	—	—	46 251	—	40 658	1 979 556	1 667 591
Land Sachsen . . . . .	766 871	—	488 689	—	—	—	—	22 051	—	—	542 774	465 929
Süddeutschland und Bayr. Rheinpfalz . . . . .	—	—	73 640	—	—	—	23 385	9 113	7 430	—	311 507	274 390
Saarland . . . . .	1 613 965	—	487 122	—	—	—	—	1 845	—	9 592	2 137 416	1 938 383
Insgesamt:												
Jan./Nov. 1936	7 255 915	—	9 396 830	172 186	334 874	—	109 301	280 507	49 389	82 939	17 681 941	—
davon geschätzt . . . . .	—	—	—	—	—	—	55	—	—	1 280	1 335	—
Insgesamt:												
Jan./Nov. 1935	6 271 580	—	7 897 919	163 327	247 303	—	75 704	220 127	42 349	59 249	—	14 977 558
davon geschätzt . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung											63 150	53 491

<sup>1)</sup> Nach den Ermittlungen der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie. — <sup>2)</sup> Ab Januar 1935 neu erhoben. — <sup>3)</sup> Einschließlich Nord-, Ost-, Mitteldeutschland und Sachsen. — <sup>4)</sup> Unter Berücksichtigung der Berichtigungen für Oktober 1936.

Der deutsche Bergbau im Jahre 1935.

Das Ausbringen der bergbaulichen Betriebe im Deutschen Reich hat sich im Jahre 1935 weiterhin günstig entwickelt<sup>1)</sup> (s. *Zahlentafel 1*). Die Rückgliederung des Saarlandes bedeutete die Wiedergewinnung eines großen Förderbezirks für den deutschen Steinkohlenbergbau, der in den ersten zehn Monaten seiner Wiedezugehörigkeit zum Reich 6,2% zur Gesamtförderung des Berichtsjahres beitrug. Andere bergbauliche Erzeugnisse als Steinkohle werden im Saarlande nicht gewonnen.

Zahlentafel 1. Die Steinkohlen-, Braunkohlen- und Eisenerzförderung des Deutschen Reiches 1933 bis 1935.

	1933	1934	1935
Steinkohlenförderung . . . . . t	109 692 078	124 856 513	143 002 805
Wert in 1000 <i>R.M.</i> . . . . .	1 169 231	1 305 482	1 505 901
Wert je t in <i>R.M.</i> . . . . .	10,65	10,46	10,53
Werke . . . . .	219	224	242
Arbeiterzahl . . . . .	323 389	337 042	391 882
Braunkohlenförderung . . . . . t	126 794 466	137 273 914	147 071 534
Wert in 1000 <i>R.M.</i> . . . . .	316 155	340 727	366 961
Wert je t in <i>R.M.</i> . . . . .	2,49	2,48	2,50
Werke . . . . .	235	224	217
Arbeiterzahl . . . . .	51 124	53 040	52 882
Eisen-Roherzförderung . . . . . t	2 592 004	4 343 194	6 043 525
Berechneter Eisengehalt . . . . .	828 426	1 372 342	1 848 556
Werke . . . . .	124	148	95
Arbeiterzahl . . . . .	7 592	10 865	13 120

Die Preise der bergbaulichen Erzeugnisse sind im Berichtsjahre für Kohle, Kali und Eisenerz zurückgegangen, für die anderen Erze leicht gestiegen. Der Absatzwert aller bergbaulichen Erzeugnisse zusammen betrug 2244 Mill. *R.M.*; er war wegen der erheblichen Zunahme der abgesetzten Mengen um 14% größer als 1934.

Die Gefolgschaft bei den Bergwerken und Salinen betrug am Ende des Berichtsjahres 503 036 Personen. Sie hat im letzten Jahr um 14% und in den drei letzten Jahren zusammen um 22% zugenommen. Der Lohnanteil je beschäftigte Person hat sich in dieser Zeit stetig erhöht; er betrug 1933 1798 *R.M.*, 1935 2002 *R.M.*

Kohlenbergbau.

Die deutsche Kohlenförderung war im Berichtsjahre mit 175,686 Mill. t — in Steinkohleeinheiten — um 13% höher als im Vorjahr. Die Zunahme der Förderung (20,3 Mill. t) entfiel überwiegend auf Steinkohle (18,1 Mill. t); das Saarland ist mit 8,9 Mill. t an der Förderung beteiligt. Ohne Berücksichtigung des Saarlandes war die Fördersteigerung bei Stein- und Braunkohle im Vergleich zum Vorjahr annähernd gleich groß (7%). Der Kohlenverbrauch im Inland, berechnet aus Gewinnung, Außenhandel und Lagerbestandsänderungen, betrug 147,802 Mill. t, das sind 11% mehr als 1934 (s. *Zahlentafel 2*).

Zahlentafel 2. Kohlenförderung und Kohlenverbrauch 1930 bis 1935.

	1930	1931	1932	1933	1934	1935
	in 1000 t Steinkohle <sup>1)</sup>					
Förderung . . . . .	175 145	148 265	131 995	137 869	155 362	175 686
Verbrauch <sup>2)</sup> . . . . .	136 905	121 910	110 589	117 391	132 957	147 802

<sup>1)</sup> Inländische Braunkohle auf Steinkohle umgerechnet mit 2 : 9, eingeführte fast ausschließlich tschechische Braunkohle mit 2 : 3, Koks mit 4 : 3. — <sup>2)</sup> Verbrauch berechnet aus Förderung + Einfuhr — Ausfuhr von Stein- und Braunkohlen, Koks, Stein- und Braunprekohliten unter Berücksichtigung der Bestände auf den Gruben, in den Kokereien und Prekohlitenfabriken.

Steinkohle.

Die deutsche Steinkohlenförderung (einschl. Saarland) erreichte 143 002 805 t (verwertbare Kohle). Sie war um 14,5% (ohne Saarland 7,5%) höher als im Vorjahr.

Die Anteile der einzelnen Gebiete an der Gesamtförderung haben sich durch unterschiedliche Entwicklung und durch das Hinzutreten des Saarlandes etwas verändert (s. *Zahlentafel 3*).

Fettkohle (Backkohle) wies von allen Kohlenarten die größte Steigerung — um rd. 12,5 Mill. t oder 18% — auf; ihr Anteil an der gesamten Steinkohle stieg von 52% im Jahre 1933 auf 57% im Jahre 1935. Hierin zeigt sich zum Teil das Auftreten der Saarkohle, zum Teil die besonders starke Belegung der Eisenindustrie, die durch vermehrten Koksbedarf auf die Förderung von Fettkohle einwirkte. Die Förderung an Gas- und Gasflammkohlen stieg um 4 Mill. t (10%), die der mageren Kohlenarten um 1,6 Mill. t (11%).

Der Absatz (143 491 Mill. t) war etwas größer als die frische Förderung. Die Haldenbestände konnten deshalb im Jahre

1935 um fast 0,5 Mill. t auf 4 Mill. t verringert werden. Gegenüber dem Höchststand im Jahre 1933 sind die Haldenbestände um ein Viertel zurückgegangen.

Zahlentafel 3. Förderung der deutschen Steinkohlenbezirke.

	Förderung 1935 t	Anteil an der Gesamtförderung	
		1935 %	1934 %
Deutsches Reich . . . . .	143 002 805	100,0	100,0
Ruhrgebiet . . . . .	97 668 201	68,3	72,4
Niedersachsen . . . . .	1 693 102	1,2	1,3
Oberschlesien . . . . .	19 042 299	13,4	14,0
Niederschlesien . . . . .	4 770 230	3,3	3,6
Sachsen . . . . .	3 395 099	2,4	2,7
Aachener Bezirk . . . . .	7 473 021	5,2	6,0
Saarland . . . . .	18 898 713	13,2	-

<sup>1)</sup> Ab 1. März 1935.

Die Einfuhr von Steinkohle war mit 4,27 Mill. t oder 3% der deutschen Eigenförderung um 600 000 t niedriger als im Vorjahr. Der Wert der eingeführten Steinkohle belief sich auf 54,8 Mill. *R.M.*; für eine Tonne ergibt sich ein Preis von 12,83 *R.M.*, das sind rd. 0,90 *R.M.* weniger als im Durchschnitt des Vorjahres.

Ausgeführt wurden 26,774 Mill. t Steinkohle; davon gingen 28% nach Italien. Die Steigerung gegenüber dem Vorjahr betrug 22%, gegenüber 1933 45%. Der Stand des Jahres 1929 wurde wieder erreicht. Insgesamt gingen 18,7% der deutschen Förderung ins Ausland.

Die Gesamtgefolgschaft im Steinkohlenbergbau betrug im Jahre 1935 391 882 Personen (s. *Zahlentafel 4*). Bei den Saargruben wurden am Ende des Berichtsjahres 44 856 Personen beschäftigt. Außer diesem Zuwachs kamen im Laufe des Jahres 1935 noch 10 000 Mann hinzu. Die eigentliche Gefolgschaftsvermehrung hielt nicht gleichen Schritt mit der Förderzunahme, sondern betrug nur rd. 4%. Dagegen ist die Lohnsumme viel stärker als die Belegschaftszahl gestiegen. 1935 wurden im Steinkohlenbergbau 788,166 Mill. *R.M.* für Löhne und Gehälter gezahlt, das sind 18,4% mehr als 1934 und 34,9% mehr als 1933, während die Zunahme der Zahl der beschäftigten Personen nur 16% gegenüber 1934 und 21% gegenüber 1933 betragen hat.

Zahlentafel 4. Betriebe, Belegschaft und Durchschnittsförderung im Steinkohlenbergbau.

	Betriebe	Beschäftigte Personen <sup>1)</sup>		Durchschnittliche Förderung	
		insgesamt	Löhne u. Gehälter Mill. <i>R.M.</i>	je Be- trieb 1000 t	je Per- son t
1931 . . . . .	233	371 691	813	509	319
1932 . . . . .	223	309 187	567	470	339
1933 . . . . .	219	323 389	584	501	339
1934 . . . . .	224	337 042	666	557	370
1935 . . . . .	242	391 882	788	591	365

<sup>1)</sup> Bis zum Jahre 1932 berufsgenossenschaftlich versicherte Personen, von 1933 an die Ende Dezember insgesamt beschäftigten Personen.

Braunkohle.

Im Jahre 1935 erreichte die Braunkohlenförderung mit 147 071 534 t 84% ihres Höchststandes (1929), während die Steinkohlenförderung, die im Jahre 1932 bis auf 64% gesunken war, 1935 — ohne das Saarland — nur auf 82% kam. Die einzelnen Braunkohlengebiete haben an der Mehrförderung annähernd in gleichem Maße teilgenommen (*Zahlentafel 5*). Aus Tiefbau wurden 9,37% gegenüber 9,8% im Vorjahre gefördert.

Zahlentafel 5. Die Braunkohlenförderung nach Wirtschaftsgebieten.

	Förderung 1935 1000 t	Anteil an der Gesamt- förderung 1935 %	Absatz	
			insgesamt 1000 t	Wert 1000 <i>R.M.</i>
Niederrheinischer Bezirk . . . . .	45 370	30,8	45 370	90 740
Oberhessischer und Westerwälder Bezirk . . . . .	782	0,5	781	2 572
Niederhessischer Bezirk . . . . .	1 961	1,3	1 959	8 603
Braunschweig-Magdeburger Bezirk . . . . .	5 983	4,1	6 091	18 569
Thüringisch-Sächsischer Bezirk . . . . .	52 478	35,7	52 477	133 262
Niederlausitzer Bezirk . . . . .	29 049	19,8	29 042	66 105
Oberlausitzer Bezirk . . . . .	7 563	5,2	7 563	19 005
Oderbezirk . . . . .	1 760	1,2	1 760	6 950
Oberpfälzer Bezirk . . . . .	799	0,5	799	2 457
Oberbayerischer Bezirk . . . . .	1 327	0,9	1 320	18 918
Deutsches Reich . . . . .	147 072	100,0	147 162	367 183

<sup>1)</sup> Vierteljahrshefte zur Statistik des Deutschen Reiches 45 (1936) 3. Heft, S. 19 ff. — Vgl. Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 1248/47.

Die Belegschaft der Braunkohlenbergwerke (Zahlentafel 6) am Ende des Jahres 1935 war etwa ebenso hoch wie ein Jahr zuvor. Die Summe der gezahlten Löhne und Gehälter war um 5,4% höher als im Jahre 1934.

Zahlentafel 6. Betriebe, Belegschaft und Durchschnittsförderung im Braunkohlenbergbau.

	Betriebe	Beschäftigte Personen <sup>1)</sup>		Durchschnittliche Förderung	
		insgesamt	Löhne u. Gehälter Mill. <i>R.M.</i>	je Betrieb 1000 t	je Person t
1931	255	53 489	116	523	2492
1932	241	48 632	88	509	2522
1933	235	51 124	93	539	2480
1934	224	53 040	104	613	2588
1935	217	52 882	109	678	2781

<sup>1)</sup> Bis 1932 berufsgenossenschaftlich versicherte Personen, von 1933 an die Ende Dezember insgesamt beschäftigten Personen.

Die Einfuhr an Braunkohle betrug im Jahre 1935 1,660 Mill. t, oder 7% weniger als im Vorjahr (1,777 Mill. t).

**Brikettindustrie.**

Die Erzeugung von Steinpreßkohlen betrug im Berichtsjahre 5 567 508 t im Werte von 91 944 000 *R.M.* Der Durchschnittswert je t verbrauchter Steinkohle belief sich auf 9,22 *R.M.*, derjenige der Preßsteinkohle auf 16,51 *R.M.* Zur Verpressung kamen 5,240 Mill. t Steinkohle, das sind fast 4% der deutschen Förderung oder 0,93 t je Tonne Preßsteinkohle. Der Pechverbrauch betrug 389 000 t im Werte von rd. 19,5 Mill. *R.M.* Die Haldenbestände, die am Ende des Vorjahres noch 176 800 t betragen hatten, wurden bis auf 24 000 t geräumt. 819 000 t Steinkohlenbriketts im Werte von 9,2 Mill. *R.M.* wurden im Jahre 1935 ausgeführt. Hauptabnehmer für deutsche Steinkohlenbriketts war Holland, das 38% der Gesamtausfuhr bezog.

Die Zahl der beschäftigten Personen belief sich in 61 Betrieben auf 2452.

An Braunkohlenbriketts wurden im Berichtsjahr 32 837 070 t (Wert 333 713 000 *R.M.*) hergestellt. Die Erzeugung war um 4,6% höher als im Jahre 1934. Der Durchschnittswert je t der zu Briketts verarbeiteten Braunkohle betrug 2,28 *R.M.*, der hergestellten Briketts 10,16 *R.M.* Außer Briketts wurden noch 1 081 864 t Trockenkohle und Brennstaub im Werte von 8,8 Mill. *R.M.* erzeugt. Einschließlich Steinkohle verbrauchten die Brikettfabriken zur Herstellung von Braunkohlenbriketts 93,1 Mill. t Rohbraunkohle, das sind 63,3% der deutschen Braunkohlenförderung. Der Rohkohleverbrauch für eine Tonne Briketts belief sich auf 2,74 t. Die Ausfuhr von Braunkohlenbriketts war um 2% geringer als im Jahre 1934; sie betrug 1,207 Mill. t. Die Haldenbestände am Ende des Berichtsjahres nahmen gegenüber 1934 um ein Fünftel auf 810 000 t ab. Die Belegschaft bei den Braunpreßkohlenfabriken Ende Dezember 1935 war mit 31 381 Personen gegenüber 1934 um 1,1% höher.

**Erzbergbau.**

Die Förderung von Eisen- und Metallerzen ist im Jahre 1935 weiter gestiegen. Auch der Wert der abgesetzten Erze war beträchtlich höher als im Vorjahre. Die Erlöse der Bergwerke je Tonne sind für Eisenerz leicht zurückgegangen, für die Metallerze und Schwefelerz etwas gestiegen (s. Zahlentafel 7). Die Kupfer-Roherzförderung belief sich auf 1 420 478 (1934: 1 008 052) t; an Blei-, Silber- und Zink-Roherzen wurden zusammen 1 729 886 (1 555 210) t, an Schwefel-Roherz (Schwefelkies) 276 785 (225 643) t gewonnen.

Zahlentafel 7. Metallinhalt und Absatzwert der Erzförderung.

	Metallinhalt der Förderung		Absatzwert insgesamt		Absatzwert je t	
	1935	1934	1935	1934	1935	1934
	1000 t		Mill. <i>R.M.</i>		<i>R.M.</i>	
Eisenerz	1848,6	1372,3	47,9	35,9	9,10	9,76
Kupfererz	27,4	26,0	13,1	11,7	11,64	11,56
Zinkerz	140,9	131,7	10,0	9,1	23,75	21,69
Bleierz	60,7	58,9				
Schwefelerz	<sup>1)</sup> 117,5	<sup>1)</sup> 96,9	2,8	2,5	10,61	10,49
Uebrig Erze	<sup>2)</sup> 57,4	<sup>2)</sup> 9,1	0,6	0,5	10,71	52,40

<sup>1)</sup> Schwefelinhalt. <sup>2)</sup> Abgesetzte Erze.

**Eisenerz.**

Die deutschen Eisenerzbergwerke förderten im Berichtsjahre 6 043 525 (1934: 4 343 194) t Roherz oder rd. 1,7 Mill. t (39,1%) mehr als im Vorjahre. Gegenüber 1932 betrug die Förderung im Berichtsjahre mehr als das Vierfache. Der durch-

schnittliche Eisengehalt ist durch das Bestreben, zur Erhöhung der einheimischen Förderung auch die ärmeren Erze heranzuziehen, in den letzten Jahren leicht gesunken. Gegenüber 35,8% im Jahre 1932 betrug er 1935 noch 33,2%. Auch der Mangan-gehalt hat sich im letzten Jahre um 3,3 auf 3,1% vermindert.

Das Berichtsjahr ist gekennzeichnet durch eine besonders große Förderzunahme im subherzynischen Bezirk (Peine-Salz-gitter), dessen Ausbringen sechseinhalbfach so hoch war wie im Jahre 1932 und um 69,2% größer als im Vorjahre. Der Bezirk ist dadurch mit 30% der deutschen Förderung das größte deutsche Eisenerzgebiet geworden (s. Zahlentafel 8). Im Siegerländer Spat-eisensteinbezirk betrug die Fördersteigerung nur 15,5%; der Anteil des Siegerlandes ist von 35 auf 29% zurückgegangen.

Zahlentafel 8. Eisenerzbergbau nach Gebieten.

	Förderung an Roherz		Eiseninhalt	
	t	%	t	%
Subherzynischer Bezirk (Peine, Salzgitter)	1 827 321	30,2	504 023	27,3
Siegerland	1 774 337	29,4	564 345	30,5
Bayerischer Bezirk	612 208	10,1	270 807	14,6
Vogelsberger Basalteisenerzbezirk	609 527	10,1	114 403	6,2
Lahn-Dill-Gebiet	574 511	9,5	213 848	11,6
Thüringisch-Sächsischer Bezirk	309 706	5,1	106 027	5,7
Taunus-Bezirk	190 802	3,2	34 921	1,9
Württembergisch-Badischer Bezirk	92 036	1,5	23 429	1,2
Uebrig Erze	53 077	0,9	16 753	1,0
Deutsches Reich	6 043 525	100,0	1 848 556	100,0

Das hochwertigste Eisenerz mit fast 50% Fe wird im bayerischen Bezirk gewonnen. Die Förderung des größten deutschen Bezirks Peine-Salz-gitter enthält dagegen nur 30,7% Fe. Betrachtet man die einzelnen Wirtschaftsgebiete nach dem Eiseninhalt ihrer Förderung, so steht nach wie vor das Siegerland mit 30,5% des gesamten Eiseninhaltes der deutschen Förderung an der Spitze; im Peine-Salz-gitterer Bezirk werden 27,3%, in Bayern 14,6% gewonnen. Das Lahn-Dill-Gebiet mit dem hohen Eisen-gehalt von fast 39% lieferte im Jahre 1935 nur 11,6% des gesamten Eiseninhaltes.

Im Einklang mit dieser Entwicklung ist der Anteil des Spat-eisensteins, der fast nur im Siegerland gewonnen wird, an der deutschen Gesamtförderung im Berichtsjahr auf 31% zurückge-gangen (s. Zahlentafel 9). An Brauneisenstein mit unter 12% Mn wurden 52%, an Brauneisenstein insgesamt über 55% gefördert. Kohleneisenstein wird bei einigen westfälischen Steinkohlenberg-werken im Nebenbetriebe gewonnen. Die Förderung, die im Jahre 1934 aufgenommen worden ist, erreichte im Berichtsjahre 4300 t.

Zahlentafel 9. Eisenerzförderung nach Sorten.

	Roherzförderung		Durchschnittlicher Eisen-gehalt	
	1934 t	1935 t	1934 %	1935 %
Brauneisenstein unter 12% Man-gan	2 120 241	3 144 123	35,18	32,94
Brauneisenstein von 12 bis 30% Mangan	128 810	191 667	24,92	24,19
Manganerz über 30% Mangan	515	224	5,93	6,07
Roteisenstein	262 205	332 410	41,85	41,59
Spat-eisenstein	1 575 359	1 888 524	32,22	32,35
Flußeisenstein	170 731	196 113	33,92	33,92
Andere Erze	85 333	290 464	34,84	35,06
Deutsches Reich insgesamt	4 343 194	6 043 525	34,15	33,15

Wie in den vergangenen Jahren wurde rund die Hälfte der deutschen Eisenerze ohne Aufbereitung und fast die Hälfte in auf-be-reitetem Zustande abgesetzt. Insgesamt betrug der Absatz an aufbereiteten Erzen 2 508 316 t im Werte von rd. 28 432 000 *R.M.* oder durchschnittlich 11,34 *R.M.* je t.

Von der Roherzförderung hatten 2 052 243 t (Eiseninhalt 668 570 t) keinen oder bis 0,05% Phosphorgehalt, 191 026 (34 934) t über 0,05 bis 0,1%, 1 335 143 (352 154) t über 0,1 bis 0,5%, 664 314 (257 553) t über 0,5 bis 0,75%, 993 224 (296 279) t über 0,75 bis 1% und 807 575 (239 066) t über 1%.

Die Zahl der Eisenerzbergwerke wurde im Vorjahre mit 148, im Jahre 1935 mit 95 ausgewiesen. Der Rückgang ist darauf zurückzuführen, daß 64 Betriebe, die Farberde, Ockererz und dergleichen förderten, im Berichtsjahre nicht mehr zu den Eisenerz-bergwerken gezählt wurden. Eigentliche Eisenerzbergwerke waren 1934 also 84 vorhanden; es sind im Berichtsjahre 11 hinzu-gekommen. Die Belegschaft bei den Eisenerzbergwerken 1935 betrug 13 120 Personen, an Löhnen und Gehältern wurden 20,054 Mill. *R.M.* gezahlt. Die Zunahme der Erfolgshaft belief sich auf 22%.

Die Einfuhr von Eisenerzen betrug im Berichtsjahr 14,061 Mill. t gegen nur 8,265 Mill. t im Jahre 1934. Abgesehen von der Zunahme, die sich aus dem ständig steigenden Verbrauch der deutschen Hochofen ergab, erklärt sich die starke Erhöhung damit, daß die Bezüge der Saarrütten an lothringischen Erzen seit dem 1. März 1935 als Einfuhr gezählt werden. Dementsprechend erhöhte sich die Einfuhr aus Frankreich von 1,613 Mill. t im Jahre 1934 auf 5,614 Mill. t im Jahre 1935. Der Wert der Eisenerzeinfuhr ist wegen des größeren Anteils der niedrigprozentigen und

daher billigeren französischen Minette erheblich weniger gestiegen als die Menge. 1934 betrug er 88,3 Mill. RM (je Tonne 10,68 RM), 1935 123,4 Mill. RM (je Tonne 8,77 RM).

Die Ausfuhr von Eisenerzen, die schon immer sehr gering war und fast nur in das Saarland ging, hat im Jahre 1935 nahezu aufgehört.

Die gesamte Versorgung Deutschlands mit Eisenerzen betrug im Jahre 1935 fast 19 Mill. t. Sie war höher als im Jahre 1928, blieb allerdings hinter der von 1929 noch um 14% zurück.

**Deutsch-Oberschlesiens Bergwerks- und Eisenindustrie im Oktober 1936<sup>1)</sup>.**

Gegenstand	September 1936	Oktober 1936
	t	t
Steinkohlen . . . . .	1 846 145	1 995 801
Koks . . . . .	129 638	162 113
Steinpreßkohlen . . . . .	27 460	29 762
Rohteer . . . . .	6 319	6 551
Rohbenzol und Homologen . . . . .	2 168	2 275
Schwefelsaures Ammoniak . . . . .	2 194	2 170
Roheisen . . . . .	18 091	20 922
Flußstahl . . . . .	41 657	38 770
Stahlguß (basisch und sauer) . . . . .	1 245	1 308
Halbzeug zum Verkauf . . . . .	2 437	1 715
Fertigerzeugnisse der Walzwerke einschließlich Schmiede- und Preßwerke . . . . .	29 015	30 012
Gußwaren II. Schmelzung . . . . .	2 927	3 332

<sup>1)</sup> Oberschl. Wirtsch. 11 (1936) S. 693 ff.

**Luxemburgs Roheisen- und Stahlerzeugung im November 1936.**

1936	Roheisenerzeugung			Stahlerzeugung			
	Thomas-t	Gießerei-t	zusammen	Thomas-t	Siemens-Martin-t	Elektro-t	zusammen
Januar . . . . .	156 055	—	156 055	153 747	—	736	154 483
Februar . . . . .	150 768	—	150 768	149 951	—	703	150 654
März . . . . .	150 694	—	150 694	147 823	—	774	148 597
April . . . . .	153 455	—	153 455	151 951	—	825	152 776
Mai . . . . .	160 511	—	160 511	159 333	749	736	160 818
Juni . . . . .	153 257	—	153 257	150 530	803	652	151 985
Juli . . . . .	160 168	1730	161 898	160 537	1030	750	162 317
August . . . . .	169 968	—	169 968	162 716	883	751	164 350
September . . . . .	183 674	—	183 674	183 580	135	828	184 543
Oktober . . . . .	186 465	—	186 465	186 459	1144	788	188 391
November . . . . .	176 952	2194	179 146	174 535	1201	750	176 486

**Großbritanniens Roheisen- und Flußstahlerzeugung im Jahre 1935<sup>1)</sup>.**

(Alle Zahlen in t zu 1000 kg.)

	Erzeugung an Roheisen						Erzeugung an Stahl				Darunter Stahlguß
	Hämatit-t	basischem-t	Gießerei-t	Puddel-t	Eisenlegierungen u. sonstig. Sorten <sup>2)</sup> -t	insgesamt-t	Siemens-Martin-Stahl		sonstigem Stahl-t	insgesamt-t	
							sauer-t	basisch-t			
Derby, Leicesters, Nottingham und Northampton . . . . .	47 400	379 500	928 800	102 200	5 600	1 463 500	65 900	869 200	253 900	1 189 000	37 400
Lancashire und Yorkshire . . . . .	—	3 319 700	3 570 000	3 200	3 270 200	1 404 100					
Lincolnshire . . . . .	—	847 500	28 200	—	—	875 700	—	1 095 800	7 100	1 102 900	7 100
Nordostküste . . . . .	484 500	1 084 000	121 900	1 600	56 000	1 748 000	184 700	1 878 900	19 600	2 083 200	24 900
Schottland . . . . .	134 100	126 200	150 400	8 600	—	419 300	358 900	964 200	27 500	1 350 600	42 500
Staffordshire, Shropshire, Worcester und Warwick . . . . .	—	347 300	48 000	4 300	11 600	411 200	11 600	626 900	12 700	651 200	23 400
Süd-Wales u. Monmouthshire . . . . .	186 300	332 400	2 300	—	—	521 000	—	737 000	1 900	1 913 300	6 800
Sheffield . . . . .	—	—	—	—	—	—	474 700	824 300	121 800	1 420 800	53 000
Nordwestküste . . . . .	637 100	—	12 500	500	34 000	684 100	54 500	45 400	205 600	305 400	7 900
Insgesamt 1935 . . . . .	1 489 400	3 436 600	1 349 100	117 400	134 400	6 526 900	1 887 300	7 479 100	650 000	10 016 400	203 000
Dagegen 1934 . . . . .	1 541 400	3 000 700	1 298 300	104 900	119 300	6 064 600	1 779 400	6 785 200	426 700	8 991 300	188 700

<sup>1)</sup> Statistik der British Iron and Steel Federation (1936). — <sup>2)</sup> Einschließlich 91 800 (1934: 73 300) t Ferromangan, 400 (6800) t Ferrosilizium und 20 600 (16 500) t Spiegeleisen. — <sup>3)</sup> Einschließlich Sheffield.

An Hochofen waren am 31. Dezember 1935 291 (1934: 308; 1929: 394) vorhanden, von denen 105 (Ende 1934: 95) in Betrieb waren. Im Gesamtjahresdurchschnitt wurden je Hochofen 66 100 (1934: 63 200; 1929: 48 700) t Roheisen erzeugt. Verbraucht wurden im Jahre 1936 zur Roheisengewinnung 11 101 400 t Inlandserze, 4 371 800 t eingeführte Erze, 1 793 700 t Kalkstein und 1 112 400 t sonstige Zuschläge sowie 118 400 t Kohle und 7 212 800 t Koks.

Der Stahlerzeugung dienten im Jahre 1935 435 (1934: 488) Siemens-Martin-Oefen; davon hatten 4 ein Fassungsvermögen von weniger als 10 t, 185 ein solches von über 10 bis 50 t, 205 von über 50 bis unter 100 t und 41 von 100 t und darüber. Verbraucht wurden im Berichtsjahre 2 743 700 t flüssiges Roheisen und Mischereisen, 1 910 000 t Roheisen, 5 413 400 t Stahlschrott, 529 800 t Gußschrott und 1 882 700 t sonstige Zuschläge.

An Knüppeln, vorgewalzten Blöcken und Brammen wurden im Jahre 1935 6 022 900 (1934: 4 996 400; 1929: 5 098 700) t, an Platinen 2 113 600 (1934: 2 046 100; 1929: 2 259 300) t hergestellt. Zum Absatz bestimmt waren 1 555 000 (1934: 1 556 600) t Knüppel usw. und 1 209 750 (1 187 100) t Platinen.

Die Herstellung an Fertigerzeugnissen aus Flußstahl belief sich auf insgesamt 7 215 400 (1934: 6 541 000; 1929: 7 746 700) t; aus Schweißstahl wurden 190 900 (1934: 199 700;

1929: 267 900) t Halbzeug und 160 400 (1934: 166 500; 1929: 267 900) t Fertigerzeugnisse hergestellt. Im einzelnen wurden erzeugt:

	Jahr 1934	Jahr 1935
	1000 t zu 1000 kg	
<b>Flußstahl:</b>		
Schmiedestücke . . . . .	215,8	268,5
Kesselbleche . . . . .	87,9	92,8
Grobbleche, 3,2 mm und darüber . . . . .	881,5	1026,2
Bleche unter 3,2 mm, nicht verzinkt . . . . .	627,8	719,1
Weiß-, Matt- und Schwarzbleche . . . . .	760,0	719,6
Verzinkte Bleche . . . . .	356,5	395,4
Schienen von rd. 20 kg je lfd. m und darüber . . . . .	354,5	331,6
Schienen unter rd. 20 kg je lfd. m . . . . .	38,5	35,6
Rillenschienen für Straßenbahnen . . . . .	28,8	33,7
Schwellen und Laschen . . . . .	43,0	58,5
Formstahl, Träger, Stabstahl usw. . . . .	2116,7	2420,8
Walzdraht . . . . .	421,2	434,0
Bandstahl und Röhrenstreifen, warm gewalzt . . . . .	442,0	517,7
Blank kaltgewalzte Stahlstreifen . . . . .	91,3	92,7
Federstahl . . . . .	75,5	79,2
zusammen	6541,0	7215,4
<b>Schweißstahl:</b>		
Stabstahl, Formstahl usw. . . . .	130,0	123,5
Bandstahl und Streifen für Röhren usw. . . . .	35,0	34,7
Grob- und Feinbleche und sonstige Erzeugnisse aus Schweißstahl . . . . .	1,5	2,2
zusammen	166,5	160,4

## Wirtschaftliche Rundschau.

### Realsteuerreform.

Ein bedeutender Schritt zur Verwirklichung einer wichtigen Forderung der nationalsozialistischen Steuerreform — Beseitigung der Vielheit der Steuergesetze und Vereinfachung der Steuergesetzgebung — ist am 1. Dezember 1936 durch die reichsrechtliche Regelung der Gewerbe- und Grundsteuer getan worden. Mit der Verabschiedung eines Gewerbesteuergesetzes und eines Grundsteuergesetzes sind je 16 Gewerbe- und Grundsteuergesetze der Länder durch je ein Gewerbe- und Grundsteuergesetz ersetzt worden. Das Gewerbesteuergesetz ist erstmalig für das am 1. April 1937, das Grundsteuergesetz für das am 1. April 1938 beginnende Rechnungsjahr anzuwenden. In einem Einführungsgesetz zu den Realsteuergesetzen vom gleichen Tage finden sich — neben Vorschriften, die für beide Gesetze in gleicher Weise gelten — u. a. durch die Reform bedingte Änderungen des Bürgersteuergesetzes, des Gesetzes über gegenseitige Besteuerung, des Finanzausgleichgesetzes, der Reichsabgabenordnung und anderer Steuergesetze. Schließlich wird die Erhebung der Gebäude-entschuldungsteuer (Hauszinssteuer) durch ein am gleichen Tage beschlossenes Gesetz zur Änderung der Vorschriften über die Gebäude-entschuldungsteuer für die nächsten Jahre geregelt.

Als eine der wichtigsten Neuerungen ist festzustellen, daß in Zukunft sowohl die Gewerbesteuer als auch die Grundsteuer reine Gemeindesteuern sind. Das Gesamtaufkommen aus diesen Realsteuern, das sich früher auf Länder und Gemeinden in einer landesrechtlich verschiedenen Art verteilte, fließt in Zukunft ganz den Gemeinden zu. Diese Aufkommensverlagerung berührt einschneidend den geltenden Finanzausgleich zwischen Ländern und Gemeinden und bedingt eine entsprechende Neuordnung der Aufgaben- und Lastenverteilung zwischen diesen Körperschaften. Dieser Tatsache trägt das Einführungsgesetz durch die Bestimmung Rechnung, daß diese Fragen nach einheitlichen, vom Reichsfinanzminister und Reichsinnenminister aufzustellenden Grundsätzen bis zum 1. April 1938 neu zu regeln sind.

Das neue Gewerbesteuergesetz baut weitgehend auf den bisherigen landesrechtlichen Regelungen und dem Reichsrahmengesetz unter Verwertung der Ergebnisse der Rechtsprechung auf. Steuerggegenstand ist jeder stehende Gewerbebetrieb, soweit er im Inland betrieben wird, wobei als Gewerbebetrieb ein gewerbliches Unternehmen im Sinne des Einkommensteuergesetzes verstanden wird. Die Tätigkeit gewisser Unternehmensformen (z. B. offener Handelsgesellschaften, Kommanditgesellschaften, Kapitalgesellschaften) unterwirft das Gesetz in jedem Falle der Besteuerung dadurch, daß es sie stets und im vollen Umfange als Gewerbebetrieb ansieht. Die freien Berufe, die bisher in Preußen und in den meisten anderen Ländern der Gewerbesteuer unterlagen, sind in Zukunft nicht mehr gewerbesteuerpflichtig.

Die Besteuerungsgrundlagen waren in den einzelnen Landesgesetzen verschieden geregelt. Preußen kannte z. B. neben dem Gewerbeertrag als Hauptmaßstab die Hilfsmaßstäbe Gewerkekaptal und Lohnsumme, die die Gemeinden zusätzlich und wahlweise zum Hauptmaßstab erhoben. Besteuerungsgrundlage der neuen Gewerbesteuer sind der Gewerbeertrag und das Gewerkekaptal. Neben diesen kann — jedoch gebunden an die Genehmigung der obersten Gemeindeaufsichtsbehörde — die Lohnsumme als Besteuerungsgrundlage gewählt werden.

Der Begriff des Gewerbeertrages ist weitgehend auf die Gewinnermittlungsvorschriften des Einkommen- und Körperschaftsteuergesetzes abgestellt mit der Maßgabe, daß dem Gewinn noch gewisse Beträge zuzurechnen oder von ihm zu kürzen sind. Die wichtigste und am meisten umstrittene Hinzurechnungsvorschrift betrifft die Zinsen für Schulden, die „wirtschaftlich mit der Gründung oder dem Erwerb des Betriebs (Teilbetriebs) oder eines Anteils am Betrieb oder mit einer Erweiterung oder Verbesserung des Betriebs zusammenhängen oder der nicht nur vorübergehenden Verstärkung des Betriebskapitals dienen“. Abzusetzen sind besonders 3% des Einheitswertes des zum Betriebsvermögen des Unternehmens gehörenden Grundbesitzes.

Die Berechnung der Gewerbeertragsteuer erfolgt nach einem Steuermaßbetrag, der durch Anwendung einer Steuermaßzahl auf den Gewerbeertrag ermittelt wird. Bei natürlichen Personen, offenen Handelsgesellschaften, Kommanditgesellschaften und anderen Gesellschaften, bei denen die Gesellschafter als Unternehmer des Betriebes anzusehen sind, ist bei einer Freigrenze von 1200 *RM* die Steuermaßzahl von 1 bis 5% dergestalt gestaffelt, daß für je 1200 *RM* Mehrertrag eine Erhöhung um 1% eintritt; bei allen anderen Unternehmen beträgt die Steuermaßzahl einheitlich 5%.

Auch bei der Gewerkekaptalsteuer wird von einem Steuermaßbetrag ausgegangen. Seine Feststellung erfolgt durch An-

wendung der Steuermaßzahl 2% auf das Gewerkekaptal. Gewerkekaptal ist der Einheitswert des gewerblichen Betriebs im Sinne des Reichsbewertungsgesetzes, der um bestimmte Beträge vermehrt oder vermindert wird. Wichtig ist hier die Hinzurechnung der den abzugspflichtigen Zinsen entsprechenden Verbindlichkeiten und der Abzug der Summe der Einheitswerte der Betriebsgrundstücke.

Zum Unterschiede von der preußischen Regelung ist die Gewerbeertragsteuer mit der Gewerkekaptalsteuer derart gekoppelt, daß ein einheitlicher Steuermaßbetrag aus den einzelnen Maßbeträgen durch Zusammenrechnung gebildet wird. Dieser wird für das Rechnungsjahr — 1. April bis 31. März — festgesetzt und, wenn mehrere Gemeinden beteiligt sind, zerlegt.

Die Gemeinden setzen ihrerseits den Hundertsatz (Hebesatz) fest, nach dem auf Grund des einheitlichen Steuermaßbetrages die Steuer erhoben wird. Der Hebesatz wird für jedes Rechnungsjahr festgesetzt und muß für alle in der Gemeinde vorhandenen Unternehmen der gleiche sein. Unbeschadet dieser Vorschrift können die Gemeinden für bestimmte Unternehmen (Bank-, Kredit- und Wareneinzelhandelsunternehmen), die in der Gemeinde zwar eine Betriebsstätte unterhalten, in ihr aber nicht die Geschäftsleitung haben, einen Hebesatz festsetzen, der bis zu drei Zehnteln höher ist als für die übrigen Gewerbebetriebe.

Bei der Lohnsummensteuer ist Besteuerungsgrundlage die Lohnsumme, die in jedem Kalendermonat an die Arbeitnehmer der in der Gemeinde belegenen Betriebsstätte gezahlt worden ist. Wenn die Lohnsumme des Gewerbebetriebs in dem Rechnungsjahr 24 000 *RM* nicht übersteigt, so werden von ihr 7200 *RM* abgezogen. Die Lohnsummensteuer wird gleichfalls nach einem Steuermaßbetrag — 2% der Lohnsumme — errechnet. Der Hebesatz muß für alle in der Gemeinde vorhandenen Unternehmen gleich sein; von dem Hebesatz für die Gewerbeertragsteuer und dem der Gewerkekaptalsteuer kann er jedoch abweichen.

Die wichtigste Neuerung bei der Grundsteuer, die die Gemeinde von dem in ihrem Besitz gelegenen Grundbesitz erhebt, ist die Zugrundelegung des Einheitswertes an Stelle der bisherigen, zum Teil stark veralteten, landesrechtlichen Werte. Es ist nicht zu verkennen, daß hierdurch zum Teil nicht unbedeutliche Verschiebungen der Steuerlast zu erwarten sein werden. Das beruht auf der Tatsache, daß die Einheitswerte gegenüber den bisherigen landesrechtlichen Werten erhebliche Unterschiede aufweisen. Diese Belastungsverschiebungen, die tatsächlich nur eine Anpassung an die heutigen Wertverhältnisse bedeuten, müssen — schon wegen einer gleichmäßigen und gerechten Besteuerung — als durchaus erwünscht und gewollt bezeichnet werden. Um wirtschaftlich unerwünschte Belastungsverschiebungen zu vermeiden, kann der Reichsfinanzminister im Einvernehmen mit den beteiligten Reichsministern für gewisse Gruppen von Steuergegenständen niedrigere Maßzahlen bestimmen. Es ist hier vor allem an die kleineren Landwirte und an den Neuhausbesitz gedacht.

Die Festsetzung der Steuermaßbeträge, die durch Anwendung der Steuermaßzahl 10% auf die Einheitswerte festgesetzt werden, erfolgt im Anschluß an die Hauptfeststellung der Einheitswerte. Der auf den Hauptfeststellungszeitpunkt festgestellte Einheitswert wird der Hauptveranlagung zugrunde gelegt. Diese gilt von dem Rechnungsjahr an, das fünf Vierteljahre nach dem Hauptfeststellungszeitpunkt beginnt.

Grundsätzlich treten bei der Grundsteuer Bestimmungen über Steuerbefreiung oder -ermäßigung, soweit sie nicht reichsgesetzlicher Natur sind, außer Kraft. Einige Vergünstigungen, so z. B. für Siedlerstellen und Neuhausbesitz, bleiben — wenn auch zum Teil in abgeänderter Form — aufrechterhalten. Eine besondere Förderung wird den Arbeiterwohnstätten zuteil. Für die in der Zeit vom 1. April 1937 bis 31. März 1940 bezugsfertig werdenden Arbeiterwohnstätten gewährt das Reich zur Erzielung tragbarer Lasten oder Mieten eine Beihilfe in Höhe der Grundsteuer auf die Dauer von 20 Jahren. Schließlich werden noch besondere Steuervergünstigungen für abgedungene Kriegsbeschädigte gewährt.

Steuervereinbarungen über die Höhe der Steuer sind nur bei der Gewerbesteuer zulässig; sie bedürfen jedoch der Zustimmung der obersten Gemeindeaufsichtsbehörde. Die bisherigen rechtswirksam abgeschlossenen Vereinbarungen von Ländern und Gemeinden mit Steuerpflichtigen bleiben mit der Maßgabe in Kraft, daß etwaige Ansprüche der Länder mit dem Inkrafttreten der neuen Gesetze auf die hebungsberechtigten Gemeinden übergehen.

Die geldlichen Auswirkungen der Realsteuerreform sind trotz sorgfältigsten Berechnungen und Schätzungen nicht

mit völliger Sicherheit zu übersehen. Es muß unbedingt erreicht werden, daß die Gemeinden die Mittel erhalten, deren sie zur Erfüllung ihrer Aufgaben bedürfen. Es soll vermieden werden, daß das Aufkommen höher oder niedriger wird, als dem Vorschlag und der Höhe des festgesetzten Hebesatzes entspricht, und schließlich soll die eine oder andere Steuer nicht in einem Ausmaß angespannt werden, das wirtschaftlich unerwünschte Wirkungen zeitigen könnte. Diesen Erfordernissen trägt das Einführungsgesetz Rechnung. Die Gemeinden können nämlich die Hebesätze, die für jedes Rechnungsjahr neu festgesetzt werden, im Laufe des Rechnungsjahres einmal ändern. Die Aenderung, die auf Grund einer vor dem 1. Januar zu erlassenden Nachtrags Haushaltsatzung erfolgt, wirkt für die Grund- und die Gewerbesteuer auf den Beginn des Rechnungsjahres zurück, für die Lohnsummensteuer gilt sie erstmalig für die Lohnsumme des nach Erlaß der Nachtrags Haushaltsatzung beginnenden Kalendermonats. Damit werden Schwierigkeiten bei den Gemeinden vermieden, besonders wenn sich etwa im Laufe eines Rechnungsjahres herausstellt, daß die durch den ursprünglich festgesetzten Hebesatz aufkommenden Mittel den Bedarf nicht decken. Gegen Ueberspannung einer Steuerart und damit gegen eine Ungleichmäßigkeit der Besteuerung wirken die durch den Reichsinnenminister im Einvernehmen mit dem Reichsfinanzminister zu erlassenden Bestimmungen über das Verhältnis, in dem die Hebesätze für die Grund- und die Gewerbesteuer und die Bürgersteuer zueinander stehen müssen und inwieweit die Hebesätze der Genehmigung der Gemeindeaufsichtsbehörden bedürfen.

Eine Steuererhöhung ist mit der Reform nicht beabsichtigt. Das zeigt mit besonderer Deutlichkeit die Vorschrift, wonach die Gemeinde für die Rechnungsjahre 1937 und 1938 die Hebesätze für die Gewerbesteuer so bemessen soll, daß insgesamt kein höheres Aufkommen zu erwarten ist, als bei der Weitererhebung der Steuern durch die Gebietskörperschaften nach bisherigem Recht erzielt worden wäre. Eine entsprechende Vorschrift gilt für die Grundsteuer für das Rechnungsjahr 1938. Abweichungen von diesen Grundsätzen sind an besondere ministerielle Richtlinien gebunden.

Die Ermittlung und Festsetzung der Steuermeßbeträge obliegt den Finanzämtern. Gegen die Festsetzung ist der Einspruch an das Finanzamt, die Berufung beim Finanzgericht und die Rechtsbeschwerde an den Reichsfinanzhof gegeben. Die Finanzämter teilen die Steuermeßbeträge den hebeberechtigten Gemeinden mit, die nun ihrerseits die Steuer nach dem Hebesatz festsetzen. Ferner obliegt den Gemeinden die Einziehung der Steuer sowie Erlaß, Stundung und Niederschlagung.

Die Hauszinssteuer sollte nach der vierten Notverordnung vom 1. April 1935 an um 25 %, vom 1. April 1937 an um weitere 25 % gesenkt und vom 1. April 1940 an nicht mehr erhoben werden. Dieser Senkungsplan wurde bereits für die in den Rechnungsjahren 1935 und 1936 vorgesehene Senkung dergestalt geändert, daß die Steuer nach den Vorschriften für 1934 weiter zu entrichten und der Senkungsbetrag dem Reich als verzinsliche Anleihe zur Verfügung zu stellen war. Die Steuerpflichtigen erhielten dafür Schuldverschreibungen des Umschuldungsverbandes deutscher Gemeinden. Infolge der Notierung der Umschuldungsanleihe betrug jedoch die tatsächlich erfolgte Senkung nicht volle 25 %. Von dem am 1. April 1937 beginnenden Rechnungsjahr an werden keine Umschuldungsanleihen mehr ausgegeben; die Senkung wirkt sich also in Zukunft in voller Höhe für den Steuerpflichtigen aus.

Die großen und dringenden Aufgaben des Reiches und der dadurch bedingte Finanzbedarf erlauben es nicht, die weitere Senkung in dem ursprünglich vorgesehenen Maße durchzuführen oder etwa auf das Aufkommen aus der Hauszinssteuer zu verzichten. Somit wird die für den 1. April 1937 vorgesehene Ermäßigung nicht durchgeführt. Auch ist die Bestimmung über

den Fortfall der Hauszinssteuer ab 1. April 1940 gestrichen worden. Es ist damit zu rechnen, daß die Hauszinssteuer auch über diesen Zeitpunkt hinaus weiter erhoben wird. Damit ist aber keinesfalls gesagt, daß die Hauszinssteuer zu einer bleibenden Einrichtung wird. Diese Frage läßt das Aenderungsgesetz vollkommen offen, indem es gewisse Regelungen trifft, „soweit eine Gebäudeentstehungsteuer nach dem 1. April 1940 weiter erhoben wird“. In diesem Falle sollen ihr auch die Grundstücke unterliegen, für die die Hauszinssteuer ganz oder teilweise abgelöst worden ist. Das hat seinen Grund in der Tatsache, daß man bei Errechnung des Ablösungsbetrages seinerzeit davon ausgeht, daß die Hauszinssteuer 1940 in Fortfall kommen würde.

Eine weitere Entlastung der Steuerpflichtigen ist für den 1. April 1938, d. h. von dem Zeitpunkt der erstmaligen Anwendung des Reichsgrundsteuergesetzes an, vorgesehen. In jedem Lande wird dann die geltende höchste Steuerstufe um ein Sechstel gesenkt. Soweit die übrigen Steuerstufen die gesenkte höchste Steuerstufe übersteigen, werden sie auf diese gesenkt. Diese Entlastung wirkt sich allerdings nicht allgemein, sondern nur auf die am höchsten belasteten Grundstücke aus. Praktisch bedeutet sie eine Herabsetzung der Spitzenbelastung auf die Hälfte des Betrages, der vor Beginn des Abbaues der Hauszinssteuer Geltung hatte.

Landesrechtliche Bestimmungen über die Stundung und Niederschlagung der Hauszinssteuer zugunsten hilfsbedürftiger Mieter treten am 1. April 1938 außer Kraft. Erforderlichenfalls sind die Auswirkungen dieser Aenderung auf die hilfsbedürftigen Mieter durch Fürsorgemaßnahmen auszugleichen. G.

#### Aktiengesellschaft der Dillinger Hüttenwerke, Dillingen (Saar).

— Die Aktiengesellschaft der Dillinger Hüttenwerke zu Dillingen (Saar) hielt am 7. Dezember 1936 ihre diesjährige ordentliche Hauptversammlung ab, in welcher die Verwaltung Bericht erstattete und die Bilanz für das am 30. Juni 1936 abgelaufene Geschäftsjahr vorlegte. Dies ist das erste vollständige Geschäftsjahr, das in die Zeit nach der Rückgliederung des Saargebietes fällt. Die wirtschaftlichen Aenderungen, die nach dem 1. März 1935 eingetreten sind, haben sich daher auf das Ergebnis desselben voll ausgewirkt.

Die Rohstoffversorgung erforderte nach der Rückgliederung erhöhte Aufmerksamkeit. Es war jedoch möglich, den Betrieb ohne Störungen aufrechtzuerhalten. Auch die Verschiebung in den Absatzgebieten war von einschneidender Bedeutung. Der Verlust des französischen Marktes wurde ausgeglichen durch Vereinbarungen mit den deutschen Verbänden, die fast in allen Erzeugnissen durch verständnisvolles Entgegenkommen dazu beitrugen, daß keine Absatzstockung eintrat, wenn auch die Verkaufserlöse eine Einbuße erfuhr.

Die Erzeugung an Rohstahl betrug 403 152 t gegen 368 585 t im vorhergehenden Geschäftsjahr und die Herstellung an Walzwerkserzeugnissen 274 376 t gegen 254 462 t im Vorjahr.

Entsprechend den höheren Betriebskosten und vermehrten Lasten ergibt die Bilanz einen verminderten Reingewinn in Höhe von 760 149,79 *R.M.*, aus dem ein Gewinn von 3 % auf das im März 1936 auf 15 568 000 *R.M.* umgestellte Aktienkapital ausgeschüttet und der Rest von 293 109,79 *R.M.* auf neue Rechnung vorgetragen wird.

Die gesamte Gefolgschaft betrug am Schluß des Geschäftsjahres 5887 Köpfe.

Umfangreiche Neubaupläne, die bereits vor längerer Zeit aufgestellt und in der Durchführung begriffen sind, werden das Werk in seinen Einrichtungen so vervollkommen, daß es allen Anforderungen in bezug auf Leistungsfähigkeit und Güte seiner Erzeugnisse entsprechen kann.

1) Vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 1543.

## Buchbesprechungen.

**Oberhoffer, Paul**, †, Dr.-Ing., weil. ord. Professor der Eisenhüttenkunde und Vorsteher des Eisenhüttenmännischen Instituts an der Technischen Hochschule Aachen: **Das technische Eisen.** Konstitution und Eigenschaften. 3., verb. u. verm. Aufl. von Dr.-Ing. e. h. W. Eilender, o. Professor an der Technischen Hochschule Aachen, und Dr.-Ing. habil., Dr. mont. H. Esser, a. o. Professor an der Technischen Hochschule Aachen. Mit 762 Textabb., 25 Tab. und einem Titelbild. Berlin: Julius Springer 1936. (IX, 642 S.) 8°. Geb. 57 *R.M.*

Der „Oberhoffer“ ist wieder da! Wenn man bei diesem von allen Seiten laut werdenden Ruf sich auch eines wehmütigen Gefühls, eingedenk des zu früh aus seiner Arbeit Entrissenen, nicht erwehren kann, so muß man sich doch freuen, daß Fachwissenschaftler die nicht ganz leichte Last auf sich genommen haben,

dieses wertvolle Werk in einer Neuauflage auf den heutigen Stand der Technik zu bringen.

Grundsätzlich ist in den großen Richtlinien an der früheren Einteilung des Stoffes festgehalten worden. Bei der Durchsicht des Buches fällt aber angenehm auf, daß die frühere Unterteilung — Konstitution der Eisenlegierungen und Einfluß der Zusammensetzung auf die Eigenschaften — aufgegeben worden ist und jetzt anschließend an das jeweilige System die physikalisch-technologischen Eigenschaften besprochen werden. Dadurch wird sowohl das Lesen des Buches im ganzen als auch das Nachschlagen nach bestimmten Begriffen erleichtert.

Als wertvolle, dem jetzigen Stande der Technik entsprechende Verbesserung ist die eingehende Besprechung von Dreistoffsystemen zu betrachten, wobei vor allem die Dreistoffsysteme mit

Kohlenstoff Berücksichtigung gefunden haben, mancher jedoch vielleicht das Fehlen der kohlenstofffreien Dreistoffsysteme etwas bedauern wird. — Viel Mühe haben die Bearbeiter auf den Abschnitt „Einfluß der Temperatur auf die Eigenschaften von Stahl“ (Warmfestigkeit, Hitzebeständigkeit, Wärmeleitfähigkeit) verwendet. Dies kann als wertvolle Bereicherung gegenüber der letzten Ausgabe angesehen werden. — Das gleiche gilt für die bessere Ausgestaltung des Abschnittes Härten und Anlassen. In diesem letzten Abschnitt scheint die isotherme Umwandlung des Austenits und die daraus gewonnenen Erkenntnisse mit Absicht, wahrscheinlich aus Gründen der Vereinfachung der Darstellung, herausgelassen worden zu sein. Die Ausscheidungshärtung findet ihre Erklärung bei Kohlenstoff und Stickstoff. Mit den wertvollsten Abschnitt dürfte die Darstellung über die Lunkerungsvorgänge und die Vorgänge bei der Blasenbildung im Block bilden, wie sie in solcher Vollständigkeit in anderen Lehrbüchern kaum zu finden sein wird.

## Vereins-Nachrichten.

Aus dem Leben des Vereins deutscher Eisenhüttenleute.

### Leistungsabzeichen der DAF.

Dem Bochumer Verein für Gußstahlfabrikation, A.-G., Bochum, wurde das vom Reichsleiter der DAF., Dr. Ley, eingeführte Leistungsabzeichen der DAF. für Betriebe, die in vorbildlicher Weise Lehrwerkstätten zur Förderung eines geschulten Facharbeiternachwuchses errichten und unterhalten, zuerkannt.

### Reiseunterstützung für deutsche Eisenhüttenleute.

Der Stahlwerks-Verband, A.-G., und die Deutsche Rohstahlgemeinschaft haben dem Verein deutscher Eisenhüttenleute aus Anlaß seines 75jährigen Bestehens die Möglichkeit gegeben, seinen Mitgliedern zur technischen und wirtschaftlichen Weiterbildung, besonders im Ausland, Reisestipendien zu gewähren.

Die Gewährung der Stipendien, für die in der Regel eine vorhergehende, mindestens zweijährige praktische Tätigkeit in deutschen Betrieben Voraussetzung ist, erfolgt auf Grund von Bewerbungen oder Vorschlägen. Sie sind bis zum 15. Februar des Jahres, in dem die Reise auszuführen beabsichtigt wird, an den Verein deutscher Eisenhüttenleute, Düsseldorf, Ludwig-Knickmann-Str. 27, zu richten.

Bewerbungen müssen folgende Angaben und Unterlagen enthalten:

Kurzen Lebenslauf;

Abschriften des Schlußzeugnisses der Schule, des Schlußzeugnisses der technischen Ausbildung und der Zeugnisse über die bisherige Tätigkeit;

Angaben über Sprachkenntnisse;

Zweck und Ziel der Reise, gegebenenfalls besondere Aufgabenstellung;

in Aussicht genommene Dauer und Zeit der Reise;

Namen von zwei bis drei Paten, möglichst aus dem Kreise des Vorstandes oder der Arbeitsausschüsse der Fachausschüsse des Vereins deutscher Eisenhüttenleute.

Vorschläge können gemacht werden:

1. durch die Eisenhüttenwerke, die dem Verein deutscher Eisenhüttenleute in seinen Fachausschüssen angeschlossen sind;

2. durch die Fachausschüsse des Vereins.

Es bleibt vorbehalten, notwendige Sachunterlagen von den Bewerbern einzufordern.

Die Entscheidung über die Bewerbungen und Vorschläge erfolgt durch einen von dem Vorsitzenden des Vereins deutscher Eisenhüttenleute zu berufenden und zu leitenden „Kleinen Ausschuß“, der auch die Höhe des Stipendiums und etwaige besondere Bedingungen festlegt.

Die Stipendiaten haben dem Verein deutscher Eisenhüttenleute einen Reiseplan einzureichen, den Tag ihrer Abreise bekanntzugeben sowie vor der Ausreise persönlich auf der Geschäftsstelle vorzusprechen und dort auch ihre Reiseanschrift zu hinterlassen.

Sofort nach Rückkehr ist diese dem Verein anzuzeigen, spätestens sechs Monate danach ein Reisebericht an den Verein zu erstatten, für den dieser das Verfügungsrecht, auch zur Veröffentlichung oder anderweitigen Verwendung, erhält.

Falls nicht eine andere Vereinbarung getroffen wird, ist die Reise spätestens mit Ablauf des Jahres, für das das Stipendium gewährt worden ist, anzutreten; andernfalls wird angenommen, daß der Stipendiat von der Reise Abstand nimmt und auf das Stipendium verzichtet.

Wenn dem einen oder anderen Leser bei der Durchsicht des Buches bezüglich der gesamten Uebersichtlichkeit noch Wünsche offen bleiben und auch vielleicht über diesen oder jenen Punkt der Darstellung und Auffassung, wie z. B. über den Einfluß der Legierung auf Stahleigenschaften, verschiedene Ansichten herrschen können, so wird dies bei einem Werke wie dem vorliegenden nicht verwunderlich und kaum zu vermeiden sein. Es erhebt sich sogar die Frage, ob bei einer derartigen Entwicklung, wie sie auf dem Gebiete des Eisens und Stahles stattgefunden hat, eine solch allgemein umfassende Darstellung des Gebietes Eisen und Stahl auf die Dauer in einem Buche möglich bleiben wird. Auf Grund der hier vorliegenden geleisteten Arbeit sollte man davon absehen, sich in die Kritik einzelner Schönheitsfehler zu verlieren.

Man kann den Verfassern der Neuauflage nur im Namen der Fachwelt den Dank aussprechen für die große Arbeit, die sie geleistet haben.

Eduard Houdremont.

### Änderungen in der Mitgliederliste.

*Badenheuer, Friedrich*, Dr.-Ing., Stahlwerkschef, Fried. Krupp A.-G., Essen; Wohnung: Lessingstr. 16.

*Brandt, Klaus*, Dipl.-Ing., Prokurist, Domag, Dortmunder Metallindustrie A.-G., Hameln; Wohnung: Klütstr. 42.

*Brinckmann, Fritz*, Dr.-Ing., Wirtschaftsprüfer, Prokurist, Deutsche Treuhand-Ges., Berlin-Südende; Wohnung: Lange Str. 18.

*Bungeroth, Carl*, Dipl.-Ing., Direktor, Mannesmannröhren-Werke, Hauptverwaltung, Düsseldorf 1; Wohnung: Düsseldorf 10, Sybelstr. 5.

*Damoiseaux, Heinrich*, Dipl.-Ing., Betriebsassistent, Mitteldeutsche Stahlwerke A.-G., Lauchhammerwerk Riesa; Wohnung: Riesa-Gröba, Altrockstr. 36.

*Freihold, Werner*, Dipl.-Ing., Fried. Krupp A.-G., Essen; Wohnung: Essen-Rüttenscheid, Dorotheenstr. 27.

*Gakovič, Nikola S.*, Ing., Eisenindustrie-A.-G., Zenica (Schlesien).

*Kästel d. J., Emil*, Dipl.-Ing., Deutsche Edelstahlwerke A.-G., Krefeld; Wohnung: Im Benrader Feld 16.

*Knapp, Bernhard*, Dipl.-Ing., Berlin-Charlottenburg 2, Knesebeckstr. 8—9.

*Knipp, Erwin*, Dr.-Ing., Direktor, Eisen- u. Stahlwerk Peypinghaus, Egge (Post Volmarstein-Ruhr).

*Krülls, Peter*, Dipl.-Ing., Pilot Tool & Machinery Co. Ltd., Johannesburg (Transvaal), Südafrika, Loveday Street, London House.

*Müller, Fritz*, Betriebsleiter, Klöckner-Werke A.-G., Abt. Georgs-Marien-Werke, Osnabrück; Wohnung: Rothenburger Str. 20.

*Petersen, Ulrich*, Dipl.-Ing., Walzwerksassistent, Mannesmannröhren-Werke, Abt. Buß, Buß (Saar); Wohnung: Friedrichstraße 43.

*Pip, Otto*, Dr.-Ing., Röchling'sche Eisen- u. Stahlwerke, G. m. b. H., Völklingen (Saar); Wohnung: Parkhausweg (Neubau).

*Reeh, Engelbert*, Ingenieur, Direktor, Hydraulik G. m. b. H., Duisburg; Wohnung: Düsseldorf 10, Brehmstr. 80.

*Schilcher d. J., Karl*, Dipl.-Ing., Stürzelberger Hütte, G. m. b. H., Stürzelberg über Neuß 2.

*Schuler, Leo*, Dipl.-Ing., Hochofenchef, Vereinigte Hüttenwerke Burbach-Eich-Düdelingen, A.-G., Saarbrücken 5; Wohnung: Saarbrücken 1, Lerchesflurweg 74.

*Willems, Franz*, Ing.-Chemiker, Laurensberg über Aachen, Roermonder Str. 59.

*Wünnenberg, Hans*, Dr.-Ing., Deutsche Industrie-Werke, G. m. b. H., Berlin-Spandau; Wohnung: Berlin-Charlottenburg 9, Lindenallee 25.

### Gestorben.

*Eichenauer, Johann*, Direktor, Essen. \* 30. 4. 1888. † 16. 12. 1936.

*Hastert, Eduard*, Generaldirektor, Esch. † 14. 11. 1936.

*Horstmann, Georg*, Ingenieur, Dortmund. \* 15. 3. 1876. † 14. 11. 1936.

*Liebrich, Adolf*, Dr., Hüttendirektor i. R., Weidenau. \* 11. 11. 1867. † 28. 11. 1936.

*Matous, Alexander*, Ing., Oberstleutnant, Prag-Dejoice. \* 4. 3. 1884. † Nov. 1936.

*Teichmann, Karl*, Direktor, Remscheid. † 12. 12. 1936.

**Bitte zahlen Sie**

**sofort den Mitgliedsbeitrag 1937  
gemäß erangener Aufforderung!**