# STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

GELEITET VON KARL PETER HARTEN

Heft 3/4 | 30. Januar 1947 | 66./67. Jahrgang


## Zusammenhänge der Wärme- und Energiewirtschaft mit den Erzeugungsverhältnissen von größeren Hüttenbetrieben


Von Dr.-Ing. Friedrich Wesemann in Düsseldorf


[Mitteilung Nr. 337 der Wärmestelle des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute*).]


*Bedeutung der brennstofftechnischen Statistik. Erzeugungskennwerte der gemischten Hüttenwerke und der reinen Stahl- und Walzwerke. Zahlenmäßige Beziehungen zwischen Erzeugungs- und Wärmeverbrauchskennwerten, Einflußgrößen, Vorkriegs- und jetzigen Verhältnissen. Graphische Darstellung der Zusammenhänge. Wärmetechnische Kennzahlen für Teilbetriebe gemischter Hüttenwerke. Entsprechende Untersuchungen der reinen Stahl- und Walzwerke. Einfluß der Verarbeitungsstufe auf den Wärmeverbrauch.*


Nach Beendigung der Feindseligkeiten und dem Wiederanlaufen eines Teiles der Eisenindustrie hat die allgemeine Brennstoffnot auch bei den Eisenhütten in der britischen Zone nie gekannte Ausmaße erreicht, die noch viel stärker als nach dem ersten Weltkriege zu sparsamster Verwendung von Wärme und Energie zwingen. Gegenüber der damaligen Zeit haben sich die Verhältnisse auf dem Gebiete der Wirtschaftsführung insofern grundlegend geändert, als die Erzeugung und die Zuteilung von Rohstoffen, Brennstoffen und Energie behördlich straff gelenkt und der Verbrauch der bewirtschafteten Stoffe durch eine umfassende Statistik erfaßt wird, die sich auch auf den Wärmeverbrauch der einzelnen Werke erstreckt. Hierdurch fallen fortlaufend ähnliche Unterlagen auf dem Gebiete der Wärmewirtschaft an, wie sie in der Vorkriegszeit durch Umfrage für je einen Stichmonat der Jahre 1937 und 1939 bei mehreren gemischten Hüttenwerken des Ruhr- und Saargebietes[1]) und außerdem noch für einen Stichmonat des Jahres 1940 bei einigen gemischten Werken des oberschlesischen Bezirkes ermittelt wurden. Der Vergleich zwischen den damaligen und gegenwärtigen Verhältnissen ist aufschlußreich, da sich maßgebende technische Einflußgrößen für den Wärmeverbrauch grundlegend gewandelt haben; charakteristisch für die Gegenwart ist die Verschlechterung des Beschäftigungsgrades, der Brennstoffe, der Betriebsmittel, der menschlichen Leistung und vielfach auch der Arbeitsweise in den Betrieben schlechthin.

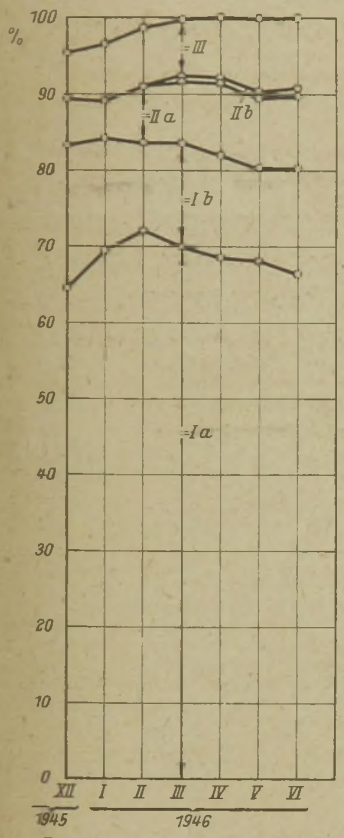



Bild 1. Prozentanteil der Untergruppen am Wärmeverbrauch der gesamten Eisenerzeugung in der englisch besetzten Zone.

Der Zweck der nachstehenden Auswertungen der Statistik erschöpft sich jedoch nicht in der Aufzeigung der Abhängigkeit des Gesamtverbrauches eines Werkes von dem Beschäftigungsgrad; diese Abhängigkeit tritt zwar klar hervor, aber selbst bei anscheinend gleichartigen Werken zeigten sich in den Monatswerten starke Streuungen. Es soll daher der Versuch gemacht werden, auf dem Wege der quantitativen betriebswirtschaftlichen Analyse die auf den Wärmeverbrauch je t Rohstahl einwirkenden Einflüsse an Hand charakteristischer Kenngrößen herauszustellen und zu ordnen, um auf diesem Wege zu einer für ein ganzes Hüttenwerk gültigen und eindeutigen Gütezahl zu kommen, die einen Vergleich zwischen Werk und Werk und zwischen Ist und Soll gestattet. Dieses Verfahren kann ohne Zweifel wichtige Beiträge zur raschen Auffindung „schwacher Punkte" der Wärmewirtschaft der Werke leisten, ohne daß zeitraubende und unter den heutigen Verhältnissen oft gar nicht durchzuführende Versuche und Einzelmessungen zu Hilfe genommen werden müssen.

Bei der Auswertung der statistischen Ergebnisse über den Wärmeverbrauch der eisenschaffenden Industrie ergab sich alsbald die Notwendigkeit, die ihr zugehörenden Werke in mehrere Untergruppen einzuteilen, die dem technologischen Aufbau der Werke entsprechen. Es wurden folgende Untergruppen gebildet.

Untergruppe I a: Gemischte Hüttenwerke mit Hochöfen, Stahl- und Walzwerken und Schmiedebetrieben.
Untergruppe I b: Reine Hochofenwerke, auch in Verbindung mit sonstigen Betrieben, z. B. Gießereien und Hüttenkokereien.
Untergruppe II: Reine Stahl- und Walzwerke.
Untergruppe III: Reine Walzwerks- und Schmiedebetriebe.

Den Prozentanteil der verschiedenen Untergruppen am gesamten Wärmeverbrauch der Eisenerzeugung zeigt *Bild 1*; danach stehen die gemischten Werke mit etwa 70 % durchaus im Vordergrund und verdienen daher in erster Linie nähere Betrachtung.

Die Beurteilung der Wärmewirtschaft dieser Werksgruppe setzt die Kenntnis bestimmter Erzeugungskennwerte voraus. Die Grundlagen hierfür sind:

Roheisenerzeugung
(einschließlich umgeschmolzenen festen Roheisens), denn der hierfür aufgewandte Koks bildet die Grundlage der Gichtgaswirtschaft.

Rohstahlerzeugung,
die zum weitaus größten Teil auf Rohblöcke entfällt. Innerhalb der Rohstahlerzeugung ist die Siemens-Martin-Stahlmenge wichtig, da die S.-M.-Oefen im Gegensatz zum Thomasbetrieb erhebliche Heizwärmemengen verbrauchen.

Fertigerzeugung
(einschließlich des an Fremde gelieferten Halbzeuges) der warmverarbeitenden Betriebe, d. h. der Walzwerke, Schmieden und Hammerwerke.

Hieraus sind folgende Kennzahlen abzuleiten, die Verhältniswerte darstellen:

$$\frac{\text{Roheisenmenge}}{\text{Rohstahlmenge}} \times 100 \quad \text{in \%}$$

$$\frac{\text{S.-M.-Stahlmenge}}{\text{Rohstahlmenge}} \times 100 \quad \text{in \%}$$

$$\frac{\text{Enderzeugung der warmverarbeitenden Betriebe mit bzw. ohne Halbzeug an Fremde}}{\text{Rohstahl}} \times 100 \quad \text{in \%}$$

In engem Zusammenhang mit den Erzeugungskennzahlen steht nun die Entwicklung des Brennstoff- und Energieverbrauchs, über dessen begriffliche Abgrenzung einige Bemerkungen vorauszuschicken sind. Grundsätzlich

*) Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 669, zu beziehen.

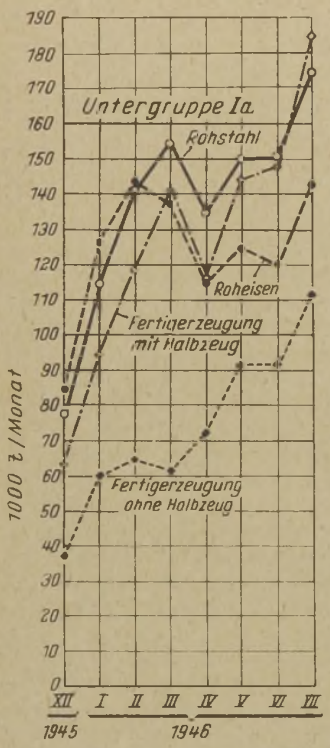
[1]) Wesemann, F.: Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 717/24 (Mitt. Wärmestelle 284).

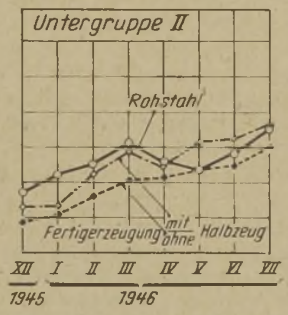
wird unterschieden zwischen

Brutto- und Nettowärmeverbrauch,

wie dies bereits in der unter Fußnote 1 erwähnten Veröffentlichung geschehen ist. Der Bruttowärmeverbrauch umfaßt sämtliche festen und gasförmigen Brennstoffe und Energien einschließlich aller unter die Zuständigkeit des Verwaltungsamtes für Wirtschaft, Amt Stahl und Eisen (VSE), fallenden Hilfs- und Nebenbetriebe. Unberücksichtigt bleiben daher Zementfabriken, Konstruktionswerkstätten, Stahl- und Brückenbauabteilungen, da sie nicht von T & I 15 bzw. vom ZAS betreut werden. Bei den gemischten Hüttenwerken und reinen Hochofenwerken werden auch die Hüttenkokereien aus der Ermittlung des Wärmeverbrauchs herausgelassen, d. h. brennstoff- und energiemäßig als Fremdbetriebe behandelt, die an die Werke Koks und Koksofengas abgeben und von ihnen Gas, Dampf und Strom beziehen. Dies ist notwendig, um Werke, die keine Hüttenkokerei haben, mit solchen wärmetechnisch einwandfrei vergleichen zu können, die über Hüttenkokerei verfügen.

Jede Brennstoffart wird zur Schaffung eines einheitlichen Maßstabes für den Wärmeverbrauch grundsätzlich mit ihrem unteren Heizwert, Dampf und Strom dagegen mit je einem Durchschnittswert für den Erzeugungsaufwand multipliziert. Hierfür werden einheitlich folgende Werte eingesetzt:



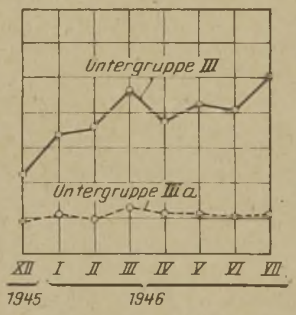




Bild 2. Erzeugungszahlen der Untergruppen.

| | | |
|---|---|---|
| Steinkohle | 7000 kcal | je kg (unterer Heizwert) |
| Braunkohlenbriketts | 4500 kcal | je kg (unterer Heizwert) |
| Koks | 7000 kcal | je kg (unterer Heizwert) |
| Koksgrus | 5500 kcal | je kg (unterer Heizwert) |
| Koksofengas | 3800 kcal | je Nm³ (unterer Heizwert) |
| Hochofengas | 1000 kcal | je Nm³ (unterer Heizwert) |
| Strom | 5000 kcal | je kWh (Erzeugungswärme) |
| Dampf | 1000 kcal | je kg (Erzeugungswärme) |

Der aus dem Verbrauch der Werke an einzelnen Brennstoffen und Energien sich ergebende Gesamtwärmeverbrauch wurde durch Division mit dem Wert von 7000 kcal auf Normalkohle (NK) umgerechnet.

Da die gemischten Hüttenwerke und reinen Hochofenwerke nicht nur Brennstoffe und Energien von außen her empfangen, sondern auch nach außen abgeben, ist es notwendig, dem Bruttoverbrauch den Nettowärmeverbrauch gegenüberzustellen. Während der Bruttowärmeverbrauch lediglich den Gesamtverbrauch an Brennstoffen und fremder Energie umfaßt, berücksichtigt der Nettowärmeverbrauch auch die Abgabe von Energien, insbesondere von Gas, Dampf und Strom an fremde, d. h. nicht örtlich mit dem Werk verbundene oder zur Zuständigkeit des VSE gehörende Verbraucher, liegt also stets unter dem Bruttoverbrauch. Abgegebene Mengen von Strom und Dampf sind hierbei ebenfalls mit einer Erzeugungswärme von 5000 kcal/kWh bzw. 1000 kcal/kg bewertet.

Als maßgebende Bezugsgrundlage für den spezifischen Wärmeverbrauch wurde die Tonne erzeugten Rohstahls gewählt.

**Die Entwicklung des Wärmeverbrauchs**

Als Ausgangspunkt für die weiteren Untersuchungen ist in den *Bildern 2 bis 4* die Entwicklung der obengenannten Erzeugungszahlen, der Erzeugungskennwerte und des Nettowärmeverbrauchs für die gemischten Hüttenwerke und die reinen Stahl- und Walzwerke, letzterer bezogen auf die Tonne Rohstahl und auf die Tonne Fertigerzeugung einschl. Halbzeug an Fremde, in der Zeit von Dezember 1945 bis Juli 1946 dargestellt. Man erkennt bei den gemischten Werken einen kräftigen Anstieg der Roheisen- und Rohstahlerzeugung bis zum Februar bzw. März 1946, sodann einen Rückschlag und einen erneuten Anstieg, der später im September von einem erneuten Rückschlag abgelöst wird. Anderseits wurde die Fertigerzeugung der warmverarbeitenden Betriebe durch Nutzbarmachung der erheblichen Bestände an Rohblöcken und Halbzeug unabhängig von der Rohstahlerzeugung fortlaufend gesteigert. Bei den reinen Stahl- und Walzwerken zeigt sich eine ähnliche Entwicklung der Rohstahlerzeugung, während die Fertigerzeugung der Warmverarbeitung auch hier ununterbrochen ansteigt und die Rohstahlerzeugung erheblich hinter sich gelassen hat. Demgegenüber ist der Nettowärmeverbrauch der gemischten Hüttenwerke je t Rohstahl bzw. Fertigerzeugung seit Dezember 1945 um etwa 35 bzw. 45 % der Anfangswerte auf 8,5 bis 9,0 Mill. kcal/t im Juni 1946 gesunken. Er zeigt einen weitgehenden Gleichlauf mit dem Verhältniswert zwischen Roheisen- und Rohstahlerzeugung, der gleichfalls von 110 auf 80 % gesunken ist.

Anderseits vermochte der erhebliche Anstieg des Verhältnisses zwischen Fertigerzeugung ein- und ausschließlich Halbzeug und Rohstahl von etwa 82 auf 105 % bzw. 48 auf 65 % die Senkung des Wärmeverbrauchs nicht aufzuhalten, während der Anteil der S.-M.-Stahlerzeugung mit etwa 30 bis 35 % ziemlich unverändert geblieben ist. Die günstige Entwicklung des Wärmeverbrauchs der gemischten Hüttenwerke darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, daß die Vorkriegswerte, die etwa zwischen 5,5 und 8,5 Mill. kcal/t Rohstahl lagen, noch lange nicht wieder erreicht sind.

Bei den reinen Stahl- und Walzwerken (Untergruppe II) ist der Wärmeverbrauch je t Rohstahl unter großen Schwankungen erheblich gestiegen, auf die Fertigerzeugung einschl. Halbzeug bezogen dagegen in annähernd gleichem Maße gefallen. Anderseits ist der Verhältniswert der Fertigerzeugung zur Rohstahlerzeugung von 70 über 135 % auf 103 % im Juli gestiegen; ein Gleichlauf dieser Verhältniszahl mit dem Wärmeverbrauch je t Rohstahl ist deutlich zu erkennen.

**Einflußgrößen des Wärmeverbrauchs je Tonne Rohstahl**

Es bestehen also unverkennbar eindeutige Beziehungen zwischen den Erzeugungskennwerten und den Wärmeverbrauchszahlen je t Rohstahl. Welcher Art sind nun diese Beziehungen, namentlich unter Berücksichtigung der Veränderungen gegenüber der Vorkriegszeit? Zur Beantwortung dieser Frage seien einige Ableitungen der zahlenmäßigen Beziehungen zwischen den Erzeugungskennzahlen und dem Wärmeverbrauch gemischter Hüttenwerke vorausgeschickt:

In grober Annäherung kann man den Wärmeverbrauch eines gemischten Werkes setzen zu

$$N = K \cdot a + R \cdot b + C.$$

Darin bedeutet:

$N$ = Wärmeaufwand je Zeiteinheit
$K$ = Verbrauch an Hochofenkoks je Zeiteinheit
$a$ = zum Hochofenkoksdurchsatz proportionaler Wärmeaufwand
$R$ = Rohstahlerzeugung je Zeiteinheit
$b$ = zur Rohstahlmenge proportionaler Wärmeaufwand
$C$ = Festbetrag des Wärmeaufwandes je Zeiteinheit.

Dann ergibt sich der Wärmeaufwand je t Rohstahl zu

$$\frac{N}{R} = \frac{K}{R} \cdot a + b + \frac{C}{R}$$

Setzt man $\frac{N}{R} = n$ und $\frac{K}{R} = k$, so ist $n = k \cdot a + b + \frac{C}{R}$.

Bezeichnet man weiter die Rohstahlkapazität mit $R_o$, deren Ausnutzung (Beschäftigungsgrad) mit $\beta$, so ergibt sich weiter

$$R = R_o \cdot \beta \text{ und } \frac{C}{R_o} = c = \text{const.}$$

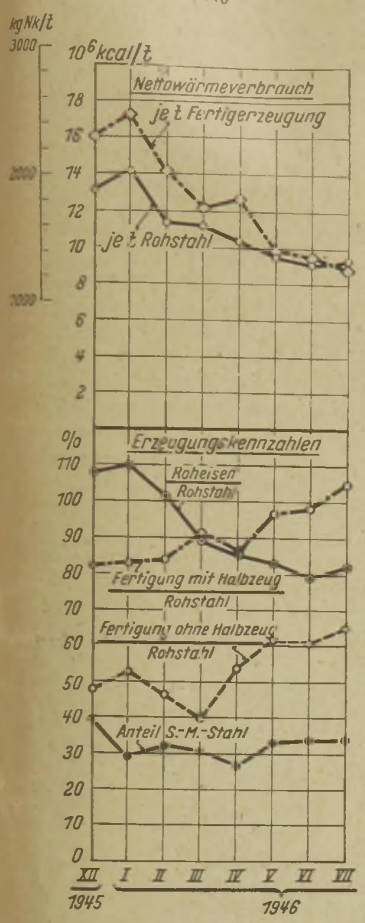



Bild 3.
Kennwerte der Untergruppe I a.

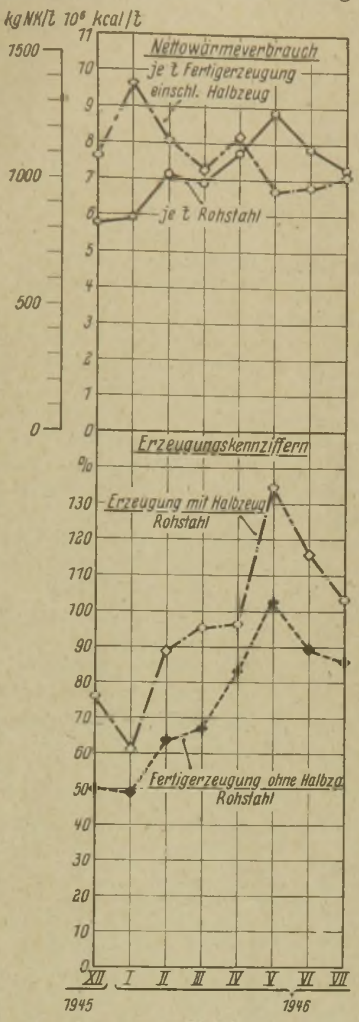



Bild 4
Kennwerte der Untergruppe II.

Somit wird

(1) $n = k \cdot a + b + \frac{c}{\beta}$

(2) bzw.

$$N = K \cdot a + b \cdot R_o \cdot \beta + C.$$

Die Ableitungen gelten zunächst unter zwei für normale Zeitverhältnisse meist erfüllten Bedingungen. Einmal sei $k$ unabhängig vom Beschäftigungsgrad $\beta$, was aber für niedrige Beschäftigungsgrade nicht zutrifft, nämlich immer dann, wenn der Hochofenbetrieb zusätzliche Koksmengen zur Aufrechterhaltung der Gaswirtschaft erblasen muß; zum zweiten werde die von einem Werk erzeugte Rohstahlmenge zu einem nur wenig veränderlichen und meist überwiegenden Teil in den Warmverarbeitungsbetrieben des gleichen Werkes durchgesetzt. Man kann also unterstellen, daß eine Aenderung von $\beta$ einer ähnlichen Aenderung des Beschäftigungsgrades der Warmverarbeitungsbetriebe entspricht, also $\beta$ im Hinblick auf den Wärmeverbrauch als repräsentativ zum mindesten für die Stahl- und Walzwerksbetriebe eines Werkes angesehen werden kann.

In den beiden Gleichungen tritt also zunächst der Beschäftigungsgrad bzw. Ausnutzungsgrad der derzeit vorhandenen Rohstahlkapazität eines Werkes als wichtige Einflußgröße hervor.

**Anwendung auf die Zahlen der Statistik**

Auf Grund der Zahlenunterlagen der gemischten Werke aus Vorkriegszeit und Gegenwart ist der monatliche Wärmeverbrauch $N$ in Abhängigkeit von $\beta$ in *Bild 5* aufgetragen. Es ergibt sich für jedes Werk ein charakteristischer Linienzug. Seine allgemeine Höhenlage entspricht in etwa der Abstufung der Rohstahlkapazität, deren gegenwärtig gültige Zahlen an die einzelnen Linienzüge angeschrieben sind. Durch Extrapolieren der $N$-Linien bis zur Ordinatenachse erhält man die Festwerte des Wärmeverbrauchs, die das Werk bei Betriebsbereitschaft benötigt und die ihrerseits wiederum von der Zahl und dem Umfang der in Betriebsbereitschaft gehaltenen Werksabteilungen und Betriebsmittel abhängen. Sie betragen bei den einzelnen Werken etwa 21 bis 40 % des Wärmeverbrauchs bei 100prozentiger Ausnutzung der derzeitigen Stahlkapazität und 14 bis 20 % des früheren Vollast-Wärmeverbrauchs. Einen Festwert von 19 % hat M. Steffes[2]) für einen Thomasstahl- und Walzwerksbetrieb eines gemischten Hüttenwerkes festgestellt; auch sei auf die Darlegungen von K. Rummel über den „Festigkeitsgrad" der Kosten hingewiesen[3]). Nun ist nach Steffes der Wärmefestwert des Hochofenbetriebes viel niedriger, nämlich nur etwa 6 % des Vollbeschäftigungswertes, und es entfällt ein sehr erheblicher Teil, etwa die Hälfte bis zwei Drittel des gesamten Wärmebedarfs eines gemischten Werkes, auf den Hochofenbetrieb. Das hat zunächst zur Folge, daß der Festwert $c$ für ein gesamtes Werk um so mehr sinkt, je größer das Verhältnis der Roheisen- zur Rohstahlerzeugung ist. Außerdem müßten aber auch bei normalen Beträgen dieses Verhältniswertes auf gemischten Hüttenwerken die Festwerte ihres Wärmeverbrauches bei 10 bis 15 % des Vollastverbrauches, also wesentlich tiefer als nach *Bild 5* liegen. Diesen Widerspruch klären die *Bilder 2 und 3* dahin auf, daß bei absinkender Beschäftigung $\beta$ bzw. beim Anlaufen eines einzelnen Werkes wie auch der Gesamtheit der gemischten Werke kein Gleichlauf zwischen Roheisen- und Rohstahlmenge besteht, sondern daß das Verhältnis $\frac{\text{Roheisen}}{\text{Rohstahl}}$

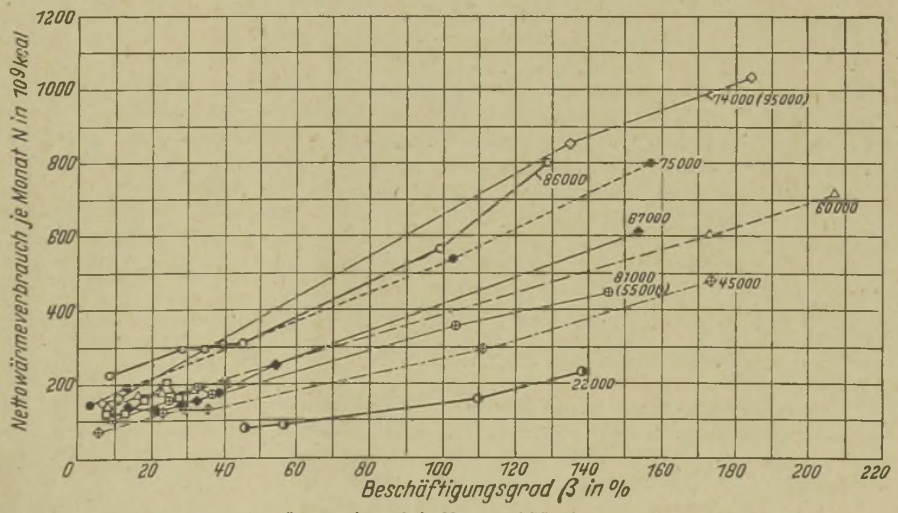



Bild 5. Nettowärmeverbrauch je Monat, abhängig vom Beschäftigungsgrad.

[2]) Siehe Stahl u. Eisen 63 (1943) S. 741/46 (Wärmestelle 318).
[3]) Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 227/36 (Betriebsw.-Aussch. 201).

stark ansteigt. Der Grund hierfür ist leicht zu finden; da die Stahl- und Walzwerksbetriebe und die Kraftanlagen der gemischten Werke größtenteils mit Gichtgas beheizt werden, muß dem Anlauf dieser Betriebe gewöhnlich die Ingangsetzung des Hochofenbetriebes vorausgehen. Dabei ist es zunächst gleichgültig, ob der Hochofen größere Mengen festes Roheisen erzeugt oder als Gaserzeuger betrieben wird. In jedem Fall muß er so viel Koks vergasen, als an Gichtgas von den Stahl- und Walzwerksbetrieben nach Abzug des Eigenbedarfs des Hochofenbetriebes und der Gasverluste benötigt wird.

Dieser Gas- und Koksbedarf ist um so höher, je mehr das Gichtgas in der Gas- und Wärmewirtschaft des Werkes vorherrscht, je höher der Eigenbedarf des Hochofenbetriebes an Gas und die Gasverluste sind, je weniger das Werk auf die Verwendung von Ausgleich-Energien, wie Ferngas, Fremdstrom, Generator-, Kessel- und Ofenkohle usw., eingerichtet und je höher der allgemeine Wärmebedarf des Werkes ist. Die bei einigermaßen normalem Beschäftigungsgrad sicher-

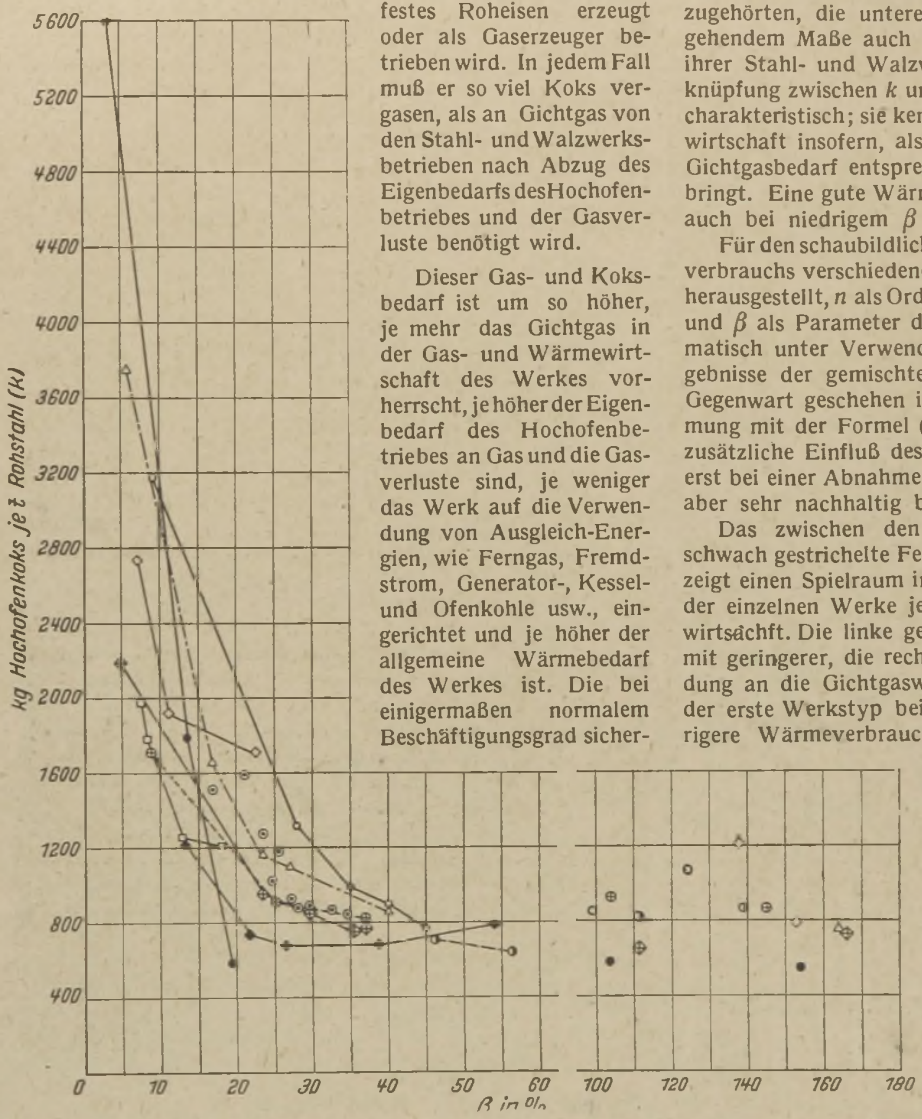



Bild 6. Faktor k, abhängig von β.

lich vorteilhafte Ausdehnung der Gichtgasverwendung kann somit bei starkem Beschäftigungsschwund zu einer fühlbaren Fessel werden, indem der Gichtgasbedarf der Stahl- und Walzwerksbetriebe zur Vergasung verhältnismäßig großer Hochofenkoksmengen zwingt und dadurch den monatlichen Wärmeverbrauch des Werkes stark heraufsetzt. Die oben abgeleitete Gleichung (1) zeigt, daß $n$ nicht nur von $\beta$, sondern auch von dem Kennwert $k$, dem Aufwand an Hochofenkoks im Verhältnis zur Rohstahlmenge abhängt. Der Wert $k$ stellt nichts anderes als das Produkt von $\frac{\text{Roheisenmenge}}{\text{Rohstahlmenge}}$ und Koksverbrauch j t Roheisen dar.

Wenn aber die Rücksicht auf die Gichtgaswirtschaft bei geringer Erzeugung die Vergasung einer bestimmten Mindestkoksmenge im Hochofenbetrieb verlangt, so bedeutet dies weiterhin eine Verknüpfung zwischen $k$ und $\beta$, die sowohl in einem Anstieg des Verhältniswertes $\frac{\text{Roheisenerzeugung}}{\text{Rohstahlerzeugung}}$ als auch des Koksverbrauchs je t Roheisen — herbeigeführt durch bewußte Senkung des Möllerausbringens, niedrige Windtemperaturen — bei abnehmendem Beschäftigungsgrad $\beta$ ihren Ausdruck finden kann. Daß sich dieser Zusammenhang zwischen $k$ und $\beta$ aus den Werksunterlagen tatsächlich eindeutig ergibt, zeigt *Bild 6*; er tritt aber erst bei $\beta$-Werten von weniger als etwa 40 % hervor. Es ergab sich bei dieser Auswertung weiterhin, daß die oberen Linienzüge mit einer starken Abhängigkeit von $k$ den Werken mit besonders ausgebauter Gichtgaswirtschaft zugehörten, die unteren denjenigen Werken, die in weitgehendem Maße auch andere Brennstoffe für den Betrieb ihrer Stahl- und Walzwerke einsetzen können. Diese Verknüpfung zwischen $k$ und $\beta$ ist also für die einzelnen Werke charakteristisch; sie kennzeichnet auch die Güte der Wärmewirtschaft insofern, als ein hoher Wärme- und somit auch Gichtgasbedarf entsprechende Koksaufwendungen mit sich bringt. Eine gute Wärmewirtschaft eines Werkes wirkt sich auch bei niedrigem $\beta$ in einer Beschränkung von $k$ aus.

Für den schaubildlichen Vergleich des spezifischen Wärmeverbrauchs verschiedener Werke hat es sich als zweckmäßig herausgestellt, $n$ als Ordinate und $k$ als Abszisse aufzutragen und $\beta$ als Parameter darzustellen, wie dies in *Bild 7* schematisch unter Verwendung der wärmewirtschaftlichen Ergebnisse der gemischten Werke in der Vorkriegszeit und Gegenwart geschehen ist. Hiernach ist $n$ in Uebereinstimmung mit der Formel (2) eine lineare Funktion von $k$; der zusätzliche Einfluß des Beschäftigungsgrades $\beta$ macht sich erst bei einer Abnahme der $\beta$-Werte unter etwa 30 %, dann aber sehr nachhaltig bemerkbar.

Das zwischen den gestrichelten Linien eingegrenzte schwach gestrichelte Feld der statistisch festgestellten Werte zeigt einen Spielraum in den Beziehungen zwischen $n$ und $k$ der einzelnen Werke je nach der Struktur ihrer Gichtgaswirtschaft. Die linke gestrichelte Grenzlinie gilt für Werke mit geringerer, die rechte für solche mit weitgehender Bindung an die Gichtgaswirtschaft. Man erkennt sofort, daß der erste Werkstyp bei gleichem Beschäftigungsgrad niedrigere Wärmeverbrauchszahlen aufweisen wird als der zweite, und daß diese Verschiedenheit bei geringer Beschäftigung besonders deutlich hervortritt.

Für den Zeitvergleich der Entwicklung des Wärmeverbrauchs eines Werkes und den Vergleich verschiedener Werke untereinander ist die Aufstellung von Richtwerten zweckmäßig. Derartige Richtwerte kann man unschwer aus den Werksunterlagen und den allgemeinen Anhaltszahlen für die Verhältnisse der Vorkriegszeit und Gegenwart ableiten. Entsprechend dem Aufbau der Formel (1) handelt es sich hierbei hauptsächlich um Richtwerte für $a$, $b$ und $c$, und zwar bei einer durchschnittlichen Ausnutzung $\beta$ der gegenwärtig vorhandenen Rohstahlkapazität von etwa 150 % bzw. 30 %. Im folgenden sind zunächst die entsprechenden Rechnungsgrundlagen für $a$ aufgeführt, die sich im wesentlichen auf den Hochofenbetrieb und seine Hilfs- und Nebenbetriebe beziehen.

Unterlagen zur Ermittlung der Richtwerte für den Wärmeverbrauch gemischter Hüttenwerke

| I. Wärmeverbrauch proportional zum Hochofenkoks-Durchsatz $a$ in 1000 kcal/t Hochofenkoks | Jetzige Werte $\beta = 30$ | Friedenswerte 150 % |
|---|---|---|
| 1. Hochofenkoks: $H_u$ = 7000 kcal/kg | 7000 | 7000 |
| 2. Gebläse: 4,0 Nm³/kg × 1000 kcal/Nm³ × 12 % (10 %) | 500 | 400 |
| 3. Winderhitzer: 4,0 × 1000 × 25 % (22 %) | 1000 | 900 |
| 4. Energie für Hochofenbetrieb, Möllerung und Gasreinigung: 90 kWh/t Koks × 5000 kcal/kWh (60 kWh/t) | 450 | 300 |
| 5. Gasverluste: 4,0 × 1000 × 10 % (7,5 %) | 400 | 300 |
| 6. Insgesamt brutto | 9350 | 8900 |
| 7. Ab Gaserzeugung: 4,0 Nm³/t Koks × 1000 kcal/Nm³ | 4000 | 4000 |
| 8. Insgesamt netto | 5350 | 4900 |

Klammerwerte = gültig für zweite Spalte.

Der eigentlich unter I aufzuführende Wärmeaufwand für etwa vorhandene Erzvor- und Aufbereitungsanlagen (Sinter-

anlagen) ist hier weggelassen, da diese gegenwärtig nur in sehr geringem Umfange in Betrieb genommen sind. Bei dem

| II. Wärmeverbrauch b + c in 1000 kcal/t Rohstahl | Jetzige Werte $\beta = 30$ | Friedenswerte 150 % |
|---|---|---|
| a) Reine Thomasstahlerzeugung | | |
| 1. Mischerbeheizung | 250 | 150 |
| 2. Thomasgebläse | 130 | 80 |
| 3. Pfannen- und Trichterfeuer, Dolomitanlage | 70 | 50 |
| 4. Stahlwerk gesamt | 450 | 280 |
| 5. Warmverarbeitung (Walzwerk, Schmiede, Hammerwerk) Heizwärme | 1000 | 600 |
| 6. Kraftwärme (Strom, Dampf, Wasser) für Stahlwerk und Warmverarbeitung | 1500 | 700 |
| 7. Warmverarbeitung gesamt | 2500 | 1300 |
| 8. Verkehrsbetriebe, Werksheizung, Kaltverarbeitung (T & I 15) (Brennstoffe und Energie) | 500 | 250 |
| 9. Insgesamt (4 + 7 + 8) | 3450 | 1830 |
| b) Reine S.-M.-Stahlerzeugung | | |
| 1. Heizwärme S.-M.-Oefen einschl. Pfannen- und Trichterfeuer | 1770 | 1450 |
| 2. Heizwärme Warmverarbeitung | 1100 | 700 |
| 3. Kraftwärme Stahlwerk und Warmverarbeitung (siehe a 6) | 1500 | 700 |
| 4. Verkehrsbetriebe usw. (siehe a 8) | 500 | 250 |
| 5. Insgesamt | 4870 | 3100 |

Vergleich der Werte eines Werkes mit den obenstehenden Richtwerten muß natürlich der Wärmeverbrauch derartiger Anlagen gesondert aufgeführt werden, da es keineswegs gleichgültig ist, ob hohe *a*-Werte durch ungünstige Gichtgaswirtschaft oder zusätzliche Aufwendungen für die Vorbereitung des Möllers zustande gekommen sind.

Bei der Aufstellung der Richtwerte für den der Rohstahlmenge proportionalen Wärmeaufwand *b* einschließlich

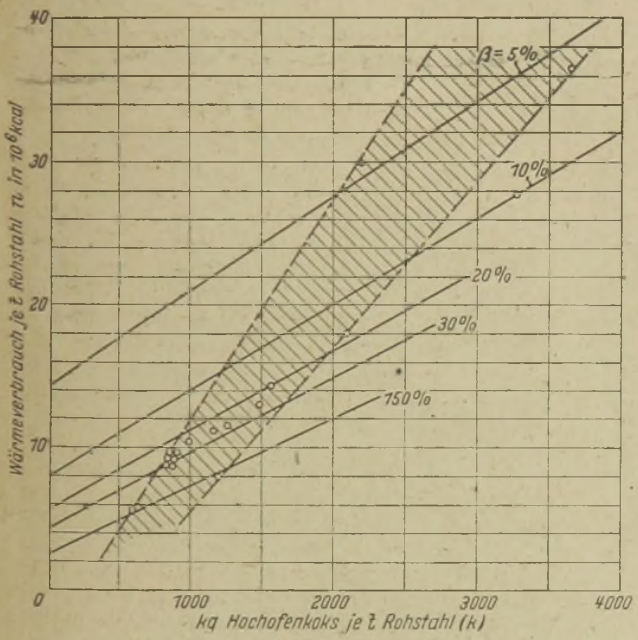



Bild 7. Schematische Darstellung der Beziehungen zwischen *k*, $\beta$ und *n*.

des Festwertes *c* tritt eine weitere, bisher noch nicht behandelte Einflußgröße auf. Es ist die metallurgische Arbeitsweise des Stahlwerksbetriebes, nämlich Thomas- oder Siemens-Martin-Verfahren, die sich in ihrem Wärmeaufwand erheblich voneinander unterscheiden.

Die Summenbeträge entsprechen einem Festwert *C* des Wärmeverbrauchs der unter II genannten Betriebe von 22 % des Vollastverbrauches ($\beta = 100$ %), die entsprechende Zahl der Summenwerte I für *a* beträgt 5 %.

Mit Hilfe der vorstehenden Rechenwerte ist nun in *Bild 8* der Verlauf von *n* in Abhängigkeit von *k* eingetragen. Das obere Linienpaar entspricht den gegenwärtigen, das untere den Vorkriegsverhältnissen; die obere Linie jedes Paares kennzeichnet den reinen S.-M.-Betrieb, die untere den reinen Thomasbetrieb.

Tatsächlich liegen die Punkte des Vorkriegswärmeverbrauchs der untersuchten Werke mit wenigen Ausnahmen zwischen den Parallelen, und zwar bezeichnen die offenen Kreise 80 bis 100 % Thomasstahlanteil, die halb offenen 40 bis 60 % und die schwarzen Kreise 80 bis 100 % S.-M.-Stahlanteil. Für einen gegebenen Verhältniswert *k* des Hochofenkoksverbrauches zur Rohstahlerzeugung ordnet sich also der Vorkriegswärmeverbrauch der angegebenen Reihenfolge ein. Dennoch scheint hier ein Widerspruch zu der landläufigen Erfahrung und Ansicht zu bestehen, daß der Wärmeverbrauch der Tonne S.-M.-Stahlerzeugung einschließlich desjenigen für das eingesetzte Roheisen niedriger ist als für Thomasstahl, weil der Roheisensatz bei der Erzeugung von S.-M.-Stahl gewöhnlich wesentlich niedriger ist. Dieser Widerspruch ist jedoch leicht zu lösen. Wird in einem gemischten Werk nur das vom S.-M.-Stahlwerk benötigte Roheisen — beispielsweise 300 kg/t Stahl — mit einem Koksverbrauch von 900 kg/t erzeugt, so erhält man $k = 300 \cdot 0{,}9 = 270$ kg/t Rohstahl und den zugehörigen Wärmeverbrauch $n = 4{,}42$ Mill. kcal/t Rohstahl in Punkt A. Für einen reinen Thomasbetrieb mit einem Verhältnis von Roheisen zu Rohstahl von 105 % und einem Koksverbrauch von 953 kg/t Roheisen ergibt sich $k = 1000$ kg/t Rohstahl und $n = 6{,}73$ Mill. kcal/t Rohstahl, ist also wesentlich höher; siehe Punkt C. Erzeugt aber das durch Punkt A gekennzeichnete Werk zusätzlich soviel Roheisen, z. B. an Hämatit oder Spezialeisen, daß sein Koksverbrauch je t Rohstahl auf gleichfalls 1000 kg steigt (Punkt B), so wächst sein Wärmeverbrauch von 4,42 auf 8,0 Mill. kcal je t Rohstahl, liegt also wieder über dem des reinen Thomasbetriebes. Der Unterschied der *n*-Werte des reinen S.-M.-Betriebes und des Thomasbetriebes beträgt dann 8,0 minus 6,73 = 1,27 Mill. kcal/t Rohstahl oder $\frac{1{,}27}{6{,}73} \cdot 100 = 18{,}8$ %.

Es ist aber noch ein anderer Einfluß zu beachten. Bei der Besprechung von *Bild 2 und 3* war auf den starken Anstieg der Erzeugung der warmverarbeitenden Betriebe im Verhältnis zur Rohstahlerzeugung hingewiesen worden, der mit der Verarbeitung von Rohblock- und Halbzeugbeständen zusammenhängt. Während dieser Kennwert — als *f* bezeichnet — unter normalen Verhältnissen, d. h. bei fortlaufender Warmverarbeitung des erzeugten Rohstahles im gleichen Werk, wie es bei den bisherigen Betrachtungen vorausgesetzt war, für die Gesamtheit der gemischten Werke etwa bei 82 % lag, bewegt er sich während der abgelaufenen Monate tatsächlich zwischen 82 und 105 %. Hieraus ergaben sich zusätzliche Aufwendungen an Heiz- und Kraftwärme in den warmverarbeitenden Betrieben. Man kann sie für jedes Prozent der Änderung von *f* gegenüber 82 % folgendermaßen veranschlagen:

| | kcal/t Rohstahl |
|---|---|
| Thomasstahl | 30 000 |
| S.-M.-Stahl | 35 000 |

Das sind bei $k = 600$ kg/t für Thomasstahl 0,45 %, für S.-M.-Stahl 0,44 %, bei $k = 1200$ kg/t für Thomasstahl 0,3 %, für S.-M.-Stahl 0,31 % des Gesamtwärmeverbrauchs *n*. Man erkennt, daß dieser zusätzliche Einfluß bei den gemischten Werken nicht bedeutend ist und mit zunehmendem *k* sinkt.

Bei dieser Gelegenheit sei vor einer naheliegenden Verwechslungsmöglichkeit gewarnt. Der Durchschnittswert $f = 82$ % gilt keineswegs für jedes einzelne gemischte Werk, sondern kann im Einzelfall zwischen etwa 77 und 85 % schwanken, wobei der untere Wert einer weitgehenden Verfeinerung vom Rohblock bis zum Enderzeugnis, z. B. geglühtem und vergütetem Stabstahl, Schmiedestücken, Feinblechen, der obere Wert einem vereinfachten Fertigungsprogramm, z. B. für schweres Formeisen, Schienen und Halbzeug für Fremde zugeordnet ist. Im ersten Fall ist der Wärmeaufwand für die Warmverarbeitung trotz des niedrigeren *f*-Wertes wesentlich höher als im zweiten. Es wäre natürlich falsch, den Wärmeverbrauch derart verschiedener Werke auf einen „Normalfall" umrechnen zu wollen; hier führt nur der Zeitvergleich der wärmetechnischen Kennzahlen technologisch ähnlicher Betriebe zu brauchbaren Ergebnissen.

Der senkrechte Abstand der beiden Richtgeradenpaare in *Bild 8* soll nun für den Durchschnitt der gemischten Werke die Gesamtheit der auf die Erhöhung des spezifischen Wärmeverbrauches gegenüber den Vorkriegsverhältnissen hinwirkenden Einflüsse zum Ausdruck bringen:

1. Rückgang des Ausnutzungsgrades der in Betrieb befindlichen Werke von etwa 150 % der derzeitigen Rohstahlkapazität auf 30 %.
2. Rückgang des unteren Heizwertes der verbrauchten Brennstoffe.
3. Nachlassen der Güte der Wärmewirtschaft an sich, teils infolge des jetzigen Zustandes der Betriebsmittel und weniger straffer Betriebsüberwachung, teils infolge unvorhergesehener Stockungen und Kürzungen bei der Anlieferung der geplanten Brennstoff- und Energiemengen.

Die entsprechende Zunahme des spezifischen Wärmeverbrauchs *n* der gemischten Hüttenwerke liegt bei reiner Thomasstahlerzeugung etwa zwischen 25 und 55 % der Vorkriegswerte, bei reiner S.-M.-Stahlerzeugung zwischen 23 und 42 %, wie die strichpunktierten Linien zeigen. Somit ist auch die prozentuale Zunahme von *n* eine Funktion von *k*, was bei dem Zeitvergleich eines bestimmten Werkes und dem Vergleich verschiedener Werke wohl zu beachten ist.

Im Anschluß an diese grundsätzlichen Darlegungen erhebt sich die Frage, wie sich der tatsächliche Wärmeverbrauch der von der Statistik des Amtes Stahl und Eisen erfaßten Werke gegenüber den abgeleiteten Richtwerten entwickelt hat. Angesichts des überragenden Einflusses, den der Wert *k* auf den Nettowärmeverbrauch *n* der gemischten Hüttenwerke ausübt, hat es sich für die Ueberprüfung der wärmetechnischen Er-

gebnisse dieser Werke als nützlich herausgestellt, die Monatswerte von $n$, den Beschäftigungsgrad $\beta$, den Anteil der S.-M.-Stahlerzeugung und das Verhältnis zwischen Fertig- und Rohstahlerzeugung $f$ in ein Schaubild ähnlich *Bild 8* einzutragen. Die vorliegenden Unterlagen gestatten es zwar, diese Kennlinien für alle Werke zu entwerfen, was für den internen Gebrauch bereits ausgiebig geschehen ist; doch wirkt die sich daraus ergebende Vielzahl der einzelnen Punkte und Linien trotz ihres großen Erkenntniswertes für das einzelne Werk verwirrend, so daß für die Drucklegung hiervon abgesehen wurde. Dafür sind die genannten Kenngrößen für die Gesamtheit in Betrieb befindlichen gemischten Hüttenwerke (Untergruppe I a), die man als ein einziges großes gemischtes Hüttenwerk auffassen kann, in *Bild 9* niedergelegt. Die einzelnen Monatswerte von $n$ sind durch angeschriebene lateinische Zahlen bezeichnet, ferner sind bei sämtlichen eingetragenen Punkten die aufeinanderfolgenden Monatswerte miteinander verbunden, so daß man den Verlauf der Entwicklung gut verfolgen kann. Schließlich enthält das Schaubild wieder die beiden Richtgeradenpaare von $n$ für die Gegenwart und die Vorkriegszeit.

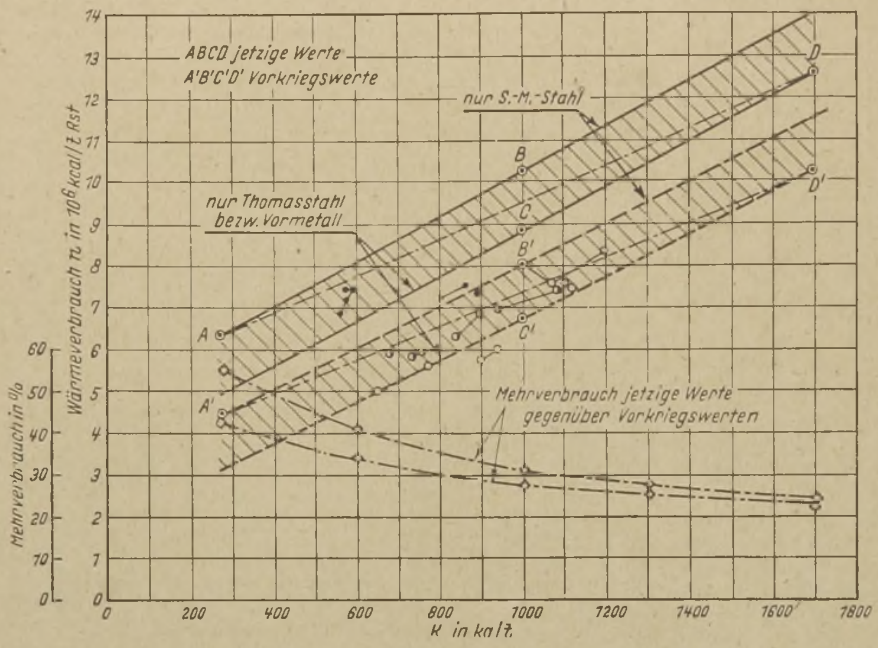



Bild 8. Grenzbereich des Wärmeverbrauchs gemischter Hüttenwerke.

Man erkennt, daß $n$ mit $k$ etwa bis zum Juni abnimmt, dabei zunächst dicht oberhalb der obersten für die reinen S.-M.-Betriebe gültigen Richtgeraden verläuft und diese für die Dauer erst seit dem Monat Mai unterscheidet, dann aber bis zum September bei unwesentlichen Veränderungen von $k$ weiter kräftig sinkt. Ausgesprochen ungünstig war die Entwicklung von $n$ zwischen den Monaten Dezember 1945 und Januar 1946 sowie im Februar und März, als einige größere Hüttenwerke anliefen. Bis Mai ist also die Abnahme von $n$ im wesentlichen als das Ergebnis der auf die Verminderung von $k$ hinwirkenden Einflüsse und Maßnahmen anzusprechen. Günstig in diesem Sinne hat sich der Beschäftigungsgrad gestaltet, der in den Monaten Dezember 1945 bis Mai 1946 von etwa 17 auf 27,5 % und danach auf 32,5 bis etwa 35 % gestiegen ist. Ungünstig, d. h. den Wärmeverbrauch steigernd war die Entwicklung des Kennwertes $f$, der namentlich zwischen den Monaten Februar und März und dann wieder von April bis Juli sprunghaft gestiegen ist und die Auswalzung erheblicher Bestände an Rohblöcken und Halbzeug andeutet. Seit Juli geht $f$ wieder stark zurück und hat dadurch zweifellos mit zur Senkung von $n$ beigetragen. Der Anteil der S.-M.-Stahlerzeugung stieg zwischen Januar und April 1946 im Durchschnitt kaum, dann aber sehr kräftig an; im September fiel er wieder etwas ab.

Wertet man das Zusammenspiel dieser Faktoren mit dem Wärmeverbrauch und berücksichtigt dann insbesondere den Umstand, daß sich die Steigerung des Beschäftigungsgrades auf über 30 % nicht mehr so nachhaltig auf $n$ auswirkt, so kann man den Schluß ziehen, daß sich die Wärmewirtschaft der Gesamtheit der gemischten Werke besonders im Laufe des letzten Vierteljahres ausgesprochen günstig entwickelt hat. Einigen Werken, die allerdings hauptsächlich schwere Profile und Halbzeug herstellen, ist es sogar gelungen, ihren Wärmeverbrauch fast bis auf Vorkriegswerte zu senken, doch ist immerhin für die Gesamtheit der Werke noch ein recht weiter Weg bis dahin zurückzulegen.

Dieser Weg führt praktisch auf die Senkung von $k$, $a$ und $b$ (siehe Gleichung 1). Dabei leisten die Kennlinien nützliche Dienste, und es sollte deshalb kein Betrieb versäumen, sich dieser Darstellungsform ausgiebig zu bedienen.

## Kennzahlen von Einzelbetrieben

So aufschlußreich auch die Beurteilung des Gesamtwärmeverbrauchs eines größeren Werkes sein mag, sie bleibt Stückwerk ohne die Ueberwachung der entsprechenden wärmetechnischen Kennzahlen der Einzel- und Teilbetriebe. Auch hierfür lassen sich brauchbare Kennzahlen bilden. Unter ihnen seien die folgenden wichtigeren genannt:

1. Nettowärmeverbrauch des Hochofenbetriebes einschl. Erzvorbereitung, bezogen auf die Tonne Hochofenkoks.

   Er ist identisch mit dem Faktor $a$ und umfaßt den Wärmewert des Verbrauches des Hochofenbetriebes einschl. Winderzeugung und -erhitzung und Nebenbetriebe, wie Gasreinigung, Pumpen, Möllerung, an festen Brennstoffen (Koks, Gas, Steinkohlen usw.), an gasförmigen Brennstoffen, insbesondere an Gichtgas einschl. der Gasverluste und an Dampf und Strom mit deren Erzeugungswärme, jedoch alles vermindert um den Wärmewert der gesamten Gichtgaserzeugung einschließlich der Gasverluste.

   Die Ermittlung dieses Kennwertes setzt die Aufstellung der Gichtgasbilanz mit den zugehörigen Kennzahlen voraus, unter denen die Gas- und Windmenge je t Hochofenkoksdurchsatz, der Prozentsatz der Gasverluste, der Wärmeaufwand für die Winderzeugung und -erhitzung je t Koksdurchsatz erwähnt seien.

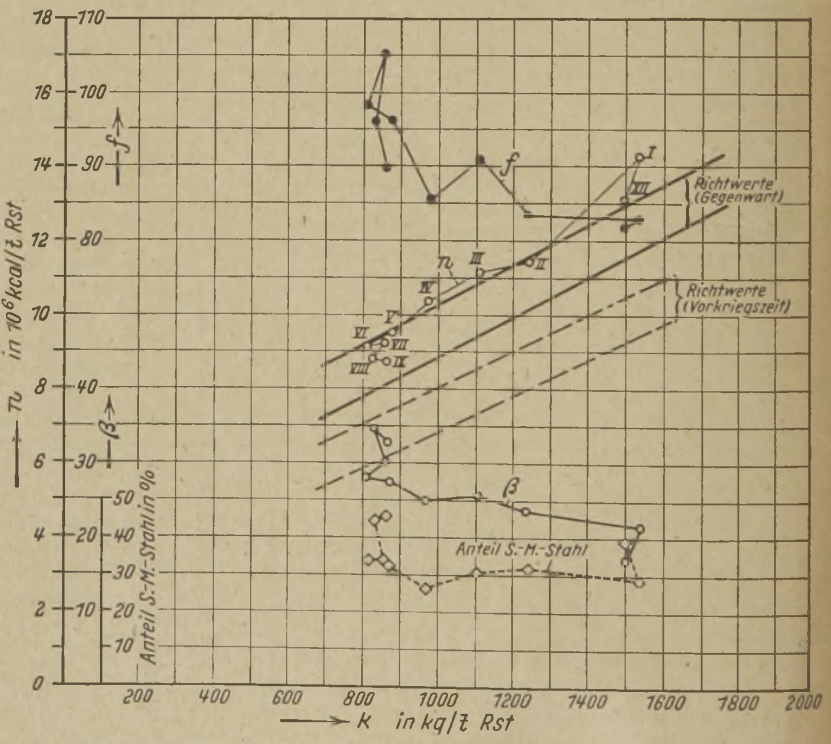



Bild 9. Entwicklung des Wärmeverbrauchs $n$, des Beschäftigungsgrades $\beta$, des Faktors $f$ und des Anteils der Siemens-Martin-Stahlerzeugung der gemischten Hüttenwerke (Untergruppe I a), abhängig von $k$.

2. Heizwärmeverbrauch der S.-M.-Stahlwerke je t S.-M.-Stahl. Er umfaßt den Verbrauch an festen, gasförmigen und flüssigen Brennstoffen für Ofenheizung, Pfannen- und Trichterfeuer einschl. der Verluste in etwa vorhandenen Gaserzeugeranlagen.
3. Heizwärmeverbrauch der Warmverarbeitungsbetriebe (Walzwerk, Schmiede, Hammerwerk, Glühereien) für Ofenbeheizung, bezogen auf die Enderzeugung dieser Betriebe einschließlich des an Fremde gelieferten Halbzeuges. Strom für thermische Zwecke ist mit seiner Erzeugungswärme (5000 kcal/kWh) zu multiplizieren.

Dieser Kennwert läßt sich wiederum in zahlreiche Hilfswerte, beispielsweise für die Hauptkostenstellen (Walzenstraßen, Ofenanlagen) auflösen und in Abhängigkeit von Stundenleistung, Beschäftigungsgrad und dergleichen darstellen.

4. Nettowärmeverbrauch für die Krafterzeugung, bezogen auf die Tonne Rohstahl.

Er enthält den Verbrauch des gesamten Werkes an festen und gasförmigen Brennstoffen für die Eigenerzeugung von Dampf, Strom und Preßluft in der ersten Erzeugungsstufe (Doppelzählungen vermeiden!), außerdem den Gesamtverbrauch an Fremdstrom, vermindert um eigene Energieabgabe an Fremde und für Schmelz- und thermische Zwecke, multipliziert mit deren Erzeugungswärme.

5. Wärmeaufwand für Verkehr, Werksheizung, Kaltbearbeitungsbetriebe, Werkstätten usw. in Form von festen, gasförmigen und flüssigen Brennstoffen, Strom und Dampf, bezogen auf die t Rohstahl.

Zahlentafel 1. Wärmeverbrauchs-Kennzahlen von Teilbetrieben gemischter Hüttenwerke

| Werk | Nettowärmeverbrauch Hochofenbetrieb $10^6$ kcal/t Hochofenkoks 1937/39 | jetzt | Heizwärmeverbrauch für S.-M.-Stahlerzeugung $10^6$ kcal/t S.-M.-Stahl 1937/39 | jetzt | Heizwärmeverbrauch für Warmverarbeitung $10^6$ kcal/t Erzeugung 1937/39 | jetzt | Netto-Kraftwärmeverbrauch $10^6$ kcal/t Rohstahl 1937/39 | jetzt | Wärmeverbrauch für Verkehr, Werksheizung und Sonstiges $10^6$ kcal/t Rohstahl 1937/39 | jetzt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | — | 4,9—5,3 | — | ~ 2,20 | — | 0,78—0,93 | — | 1,2—1,3 | — | 0,11—0,16 |
| B | 5,40 | 5,4—5,5 | 1,47 | 2,2—2,5 | 0,60 | 0,84—0,92 | 1,42—1,48 | 2,25 | 0,2 —0,26 | 0,64—0,73 |
| C | 5,24 | 5,30 | 1,45—1,55 | 2,55 | 0,43 | 1,4 —2,05 | 1,34—1,70 | 5,3 —5,90 | 0,2 —0,27 | 0,73—0,94 |
| D | 5,17 | 6,00 | 1,50 | 2,20 | 0,6 —0,85 | 0,95 | 1,50 | 2,10—2,34 | 0,17—0,23 | 0,19—0,21 |
| E | 5,70 | 5,20 | 1,44—1,48 | 1,8—1,9 | 1,74 | 1,3 —1,5 | 1,50—1,70 | 4,27 | 0,27—0,53 | 0,81—0,90 |
| F | 5,5—5,9 | 5,75 | 1,63 | 1,8—2,4 | 0,94—1,07 | 1,75—1,83 | 0,95—1,30 | 1,75—1,83 | 0,12 | 0,44—0,6 |
| G | 5,65 | 5,4—5,6 | 1,78 | 2,00 | 0,44 | 0,65 | 1,28 | 1,00 | — | 0,42—0,54 |
| H | 5,72 | 5,10 | 1,70 | 1,9—2,2 | 0,97 | 1,2 —1,4 | 1,20 | 0,9—1,1 | 0,37 | 0,28—0,4 |
| J | 5,30 | 5,50 | 0,68—0,73 | 1,3—1,5 | 1,0 | 1,23—1,45 | 1,27—1,5 | 2,3—2,7 | 0,18 | 0,22 |
| K | — | — | — | — | — | 0,62 | — | 2,0 | — | 0,35 |
| Mittel | 5,48 | 5,43 | 1,58 | 2,16 | 0,86 | 1,15 | 1,38 | 2,49 | 0,25 | 0,46 |
| Steigerung gegen 1937/39: % | | — 1,0 | | + 36,0 | | + 35,0 | | + 80,0 | | + 84,0 |

Eine Gegenüberstellung der Zahlenwerte dieser Kennzahlen für mehrere gemischte Werke und deren Mittelwert unter den Vorkriegs- und gegenwärtigen Verhältnissen zeigt *Zahlentafel 1*.

Man kann aus dem Zahlenstoff folgende Schlüsse ziehen:

1. Der Nettowärmeverbrauch des Hochofenbetriebes hat sich gegenüber den Vorkriegswerten kaum verändert, obgleich vielfach der Wärmeaufwand für die Winderzeugung und Erhitzung erheblich gestiegen ist (Ein-Ofen-Betrieb!). Den jetzt höheren Gasverlusten standen früher höhere Gasüberschüsse gegenüber. Außerdem ist die Erzvorbereitung neuerdings stark zurückgetreten. Die Mittelwerte entsprechen den jetzigen Richtwerten von *a*.
2. Der Heizwärmeverbrauch für die S.-M.-Stahlerzeugung ist um 36 % gestiegen, und zwar unabhängig von der Brennstoffart. Die auffallend niedrigen Werte des Werkes J sind durch den Duplexbetrieb begründet.
3. Aehnlich ist der Anstieg des Heizwärmeverbrauches der Warmverarbeitung mit 35 %. Die niedrigsten Zahlenwerte von etwa 0,6 bis 1,0 Mill. kcal/t weisen die Werke auf, die überwiegend schwere Profile und Halbzeug in einer Hitze herstellen.
4. Dagegen ist der Kraftwärmebedarf sehr stark, nämlich um 80 %, gestiegen und liegt jetzt mehr als doppelt so hoch wie der Heizwärmeverbrauch der Warmverarbeitung. Die Zahlenwerte der einzelnen Werke streuen außerdem viel stärker als in der Vorkriegszeit. Die höchsten Zahlen weisen diejenigen Werke auf, die in erheblichem Umfange schwere Rohblöcke vom Bestand auf dünne Endprofile auswalzen. Im ganzen drückt aber der Anstieg des Kraftwärmeverbrauchs nicht nur einen erhöhten Kraftbedarf der Warmverarbeitung und sonstigen Kraftverbraucher (hoher Leerlaufanteil!), sondern auch eine Verschlechterung des Wirkungsgrades der Krafterzeugung. d. h. der Gasmaschinen, Dampfkessel und Turbinenanlagen aus.
5. Der Wärmebedarf für Verkehr, Werksheizung, Werkstätten und Kaltverarbeitungsbetriebe ist um 85 % gewachsen. Angesichts des Rückganges von *a* auf etwa ein Fünftel der Vorkriegswerte ist das nicht weiter zu verwundern, beweist aber die Notwendigkeit der laufenden Ueberprüfung auch dieser Verbrauchergruppe.

### Reine Stahl- und Walzwerke

Wesentlich einfacher als vorstehende Auswertung der Statistik der gemischten Werke, aber nicht minder aufschlußreich ist die Untersuchung der Erzeugungs- und Wärmeverbrauchs-Kennzahlen der reinen Stahl- und Walzwerke (Untergruppe II). Durch den Wegfall des Hochofenbetriebes mit seiner umfangreichen Gas- und Kraftwirtschaft schrumpft die Zahl der Einflüsse auf *n* wesentlich zusammen; es verbleiben nur die Beziehungen zwischen *n*, $\beta$ und *f*, wobei die Aenderungen von *f* nach *Bild 3* mit 60 bis 140 % allerdings viel größer sind als bei den gemischten Werken und nach dem Wegfall der Einflußgröße *k* wahrscheinlich bedeutend stärker auf *n* einwirken müßten. Einen Ausgangspunkt zur Betrachtung der reinen Stahl- und Walzwerke liefert *Bild 8*, wenn man die Richtgeraden für den reinen S.-M.-Betrieb bis zum Schnitt mit der Ordinatenachse, also für den Fall $k = 0$ (kein Hochofenkoksdurchsatz, also kein Hochofenbetrieb) verlängert. Die senkrechten Abstände von der waagerechten Achse stellen dann die *n-Werte* des reinen Stahl- und Walzwerksbetriebes unter den Vorkriegs- und gegenwärtigen Verhältnissen und unter der allerdings nicht ganz zutreffenden Voraussetzung dar, daß die Warmverarbeitung des erzeugten Rohstahles mit $f = 82$ % und unter ähnlichen Betriebsverhältnissen erfolgt wie bei den gemischten Hüttenwerken. Man erhält so $n = 4{,}87$ für $\beta = \sim 30$ % und $f = 82$ % bzw. für die Vorkriegsverhältnisse 3,10 Mill. kcal/t Rohstahl. Tatsächlich lag die Ausnutzung der gegenwärtigen Rohstahlkapazität der in Betrieb befindlichen reinen Stahl- und Walzwerke seit Dezember 1945 aber zwischen 25 und 46 % und beträgt zur Zeit 30 %. Da leider keine Unterlagen über den Vorkriegswärmeverbrauch dieser Werksuntergruppe zur Verfügung stehen, bleibt nur die Möglichkeit, *n* in Abhängigkeit von *f* schaubildlich darzustellen und die monatlichen $\beta$-Werte seit dem Wiederanlaufen mit einzutragen, wie dies in *Bild 10* geschehen ist.

Es ergibt sich daraus ein eindeutiger Zusammenhang zwischen *n* und *f*, der jedoch mitunter spürbar durch einen Zusatzeinfluß von $\beta$ — besonders in den Monaten Februar bis April — überlagert wird. Immerhin bleibt *n* mit 5,8 bis 9,0 Mill. kcal/t Rohstahl bzw. mit

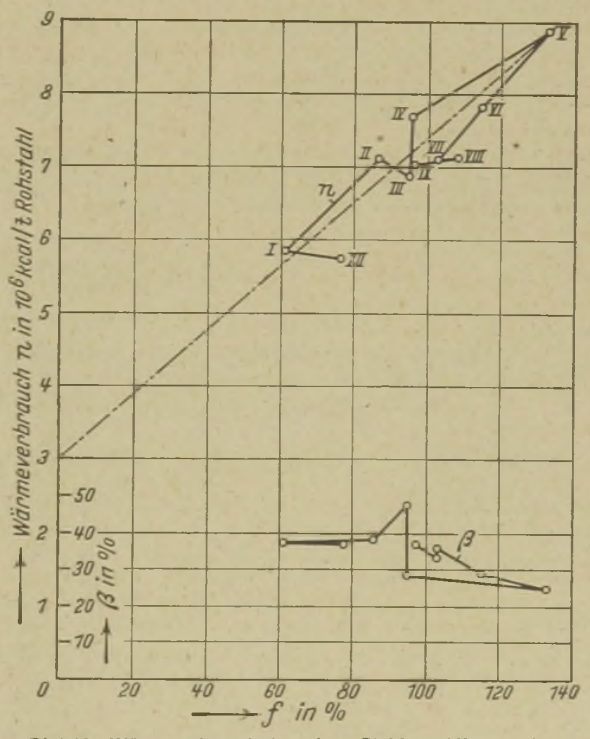



Bild 10. Wärmeverbrauch der reinen Stahl- und Walzwerke, abhängig vom Kennwert *f*.

7,0 Mill. kcal/t Rohstahl bei $f = 82$ % nur unwesentlich hinter dem Gesamtwärmeverbrauch der gemischten Werke einschließlich Hochofen zurück. Legt man durch die Einzelpunkte der Gruppe für *n* eine Mittelwertlinie und verlängert man diese bis zur Ordinatenachse, so schneidet sie $f = 0$, also den reinen Stahlwerksbetrieb einschließlich Verkehr, Werksheizung und Sonstiges einen Wärmeverbrauchswert $n = 3{,}0$ Mill. kcal/t heraus. Nach Abzug von etwa 0,5 Mill. kcal/t für Verkehr usw. verbleiben somit für den Stahlwerksbetrieb 3,0 — 0,5 = 2,5 Mill. kcal/t Rohstahl. Den Wärmeverbrauch der Warmverar-

beitung an Heiz- und Kraftwärme erhält man für $f = 100$ % aus dem Ordinatenwert von 7,5 Mill. kcal/t Rohstahl zu 7,5 — 3,0 = 4,5 Mill. kcal/t Warmerzeugung.

Hieraus ergeben sich folgende

Wärmeverbrauchszahlen für S.-M.-Stahlwerke und warmverarbeitende Betriebe:

| | Gemischte Hüttenwerke | Reine Stahl- und Walzwerke |
|---|---|---|
| Wärmeverbrauch der S.-M.-Stahlwerke $10^6$ kcal/t S.-M.-Stahl | | |
| Heizwärme | 2,16 | |
| gesamt einschl. Kraftwärmeanteil | | 2,50 |
| Wärmebedarf der Warmverarbeitung $10^6$ kcal/t Erzeugung | | |
| Heizwärme | 1,50 | } 4,50 |
| Kraftwärme | 2,00 (nach Abschnitt II auf Seite 39, oben links, geschätzt) | |
| Zusammen | 3,50 | 4,50 |
| Gesamtwärmebedarf für Verkehr usw. $10^6$ kcal/t Rohstahl | 0,46 | 0,50 |

Als Ursachen für die verhältnismäßig hohen Wärmebedarfszahlen schälen sich somit die ungleich höheren Bedarfszahlen der warmverarbeitenden Betriebe der reinen Stahl- und Walzwerke heraus. Ob und inwiefern sie durch wärmetechnische Maßnahmen noch gesenkt werden können, wird gegenwärtig für jedes einzelne Werk der Untergruppe II näher untersucht. Es dürfen aber einige grundsätzliche Unterschiede der Betriebsverhältnisse dieser Werke gegenüber den gemischten Werken nicht übersehen werden, nämlich:

1. Die Wärmewirtschaft der reinen Stahl- und Walzwerke ist wenig elastisch, es fehlen insbesondere die durch die Gichtgaswirtschaft gegebenen Ausgleichmöglichkeiten, besonders auf dem Gebiete der Krafterzeugung. Plötzliche Aenderungen der Zufuhr an Ferngas, Fremdstrom oder an festen Brennstoffen müssen sich deshalb stärker und nachteiliger auswirken, zumal da diese Betriebe in den letzten Monaten mitunter besonders unter derartigen Störungen zu leiden hatten.
2. Die Stahlwerksbetriebe setzen das Roheisen durchweg fest ein und erzeugen verhältnismäßig viel Qualitäten.
3. Sämtliche, auch die aus laufender Stahlwerkserzeugung stammenden Rohblöcke sowie das im Werk verwalzte und vom Bestand genommene Halbzeug werden fast durchweg kalt in die Wärmöfen eingesetzt. Dadurch kann der Vorteil des Auswalzens in einer Hitze nicht zur Geltung kommen. Diese Verhältnisse sind durch das Erzeugungs- und Qualitätsprogramm der reinen Stahl- und Walzwerke bedingt.
4. Es werden in stärkerem Maße Erzeugnisse mit dünnen Abmessungen hergestellt, die mehrfache Wärmung und hohen Kraftaufwand erfordern. Hinzu kommen wärmefressende Nebenbetriebe, wie Glüherei, Beizerei, Kaltverarbeitungsbetriebe usw.

Unter diesen Verhältnissen müssen auch die Aenderungen von $f$ viel stärker als bei den gemischten Werken ins Gewicht fallen. Daher ist die Darstellungsform nach *Bild 10* ganz besonders zur werkseigenen Prüfung der Wärmeverbrauchszahlen zu empfehlen und durch die Darstellung zusätzlicher Einflüsse, z. B. des Anteils besonders hochwertiger und stark Wärme verbrauchender Erzeugnisse am Fertigungsprogramm zu ergänzen.

Daß jeder Schritt zur Endstufe der hüttenmännischen Fertigung tatsächlich die Wärmeverbrauchszahlen erheblich steigert, zeigt die ergänzende Auswertung der Wärmeverbrauchszahlen der reinen Walzwerks- und Schmiedebetriebe (Untergruppe III), der unter Einbeziehung der Erzeugungswärme für den verbrauchten Fremdstrom etwa 5,0 Mill. kcal/t, bei reinen Hammerwerksbetrieben sogar 10 Mill. kcal/t und darüber beträgt, obwohl das Vormaterial nicht als Rohblöcke, sondern bereits weitgehend herunterverformt angeliefert wird.

Um so mehr kommt es bei der gegenwärtigen Brennstoffnot darauf an, den für die einzelnen Verarbeitungsstufen angemessenen Wärmeverbrauch in jedem Werk gewissenhaft festzustellen.

**Zusammenfassung**

Die Auswertung der mit der Gründung des VSE eingerichteten Erzeugungs- und brennstofftechnischen Statistik und der Vergleich der dadurch gewonnenen Kennzahlen mit den Vorkriegsverhältnissen gestattet einen Einblick in die Gesetzmäßigkeiten der Wärmewirtschaft der meisten gemischten Werke und der reinen Stahl- und Walzwerke. Im Vordergrund stehen hier als Einflußgrößen für den Wärmeverbrauch je t Rohstahl der Ausnutzungsgrad der Rohstahlkapazität, der Hochofenkoks je t Rohstahl, der Anteil der S.-M.-Stahlerzeugung und das Verhältnis von Fertigerzeugung zur Rohstahlmenge. Sie sind bei dem Werks- und Zeitvergleich sorgfältig zu berücksichtigen. Wichtig ist die Feststellung einer zusätzlichen Abhängigkeit des Hochofenkoksverbrauchs je t Rohstahl vom Beschäftigungsgrad im Bereiche niedriger Beschäftigungsgrade, der für die Struktur der Gaswirtschaft der gemischten Werke charakteristisch ist. Weitere Aufschlüsse liefern die wärmetechnischen Kennzahlen der einzelnen Werksbetriebe und deren zahlenmäßige Veränderungen gegenüber der Vorkriegszeit. Schließlich ergeben sich Anhaltspunkte für die Größe des Wärmeverbrauchs der warmverarbeitenden Betriebe in Abhängigkeit von der Verarbeitungsstufe.

# Das Ellira-Schweißverfahren

Von Wilhelm Rädeker in Mülheim (Ruhr)

*Leistung der Lichtbogenschweißung in Abhängigkeit von der Stromstärke. Kennzeichen des Ellira-Schweißverfahrens. Praktische Ausführung dieses Schweißverfahrens. Schweißvorgang. Vorbereitung der Schweißnaht. Einfluß des Schweißpulvers. Eigenschaften der Schweißnaht. Aufgaben der weiteren Entwicklung.*

Die Leistung der elektrischen Lichtbogenschweißung, ausgedrückt durch das in der Zeiteinheit niedergeschmolzene Volumen, hängt von der angewendeten (Absolut-) Stromstärke ab. Betriebsmäßig durchgeführte Messungen *(Bild 1)* ergaben, daß es gleichgültig ist, ob mit Gleichstromautomaten oder von Hand gearbeitet wird. Auch die Dicke der Elektrode selbst ist zunächst von untergeordneter Bedeutung. Der Uebergang von Hand- auf Automatenschweißung überbrückt zunächst nur die durch die physische Belastbarkeit des Handschweißers gesetzten natürlichen Grenzen, die im einzelnen in der etwa 50%igen Einschaltdauer bestehen, und in der Unmöglichkeit, auf die Dauer dickere als 5-mm-Elektroden von Hand zu verarbeiten. *Bild 2* zeigt, bei welcher Stromstärke die einzelnen Elektrodendicken zu glühen beginnen und so einen ordnungsgemäßen Schweißvorgang unmöglich machen. Durch Uebergang vom Gleichstrom- auf den Drehstromautomaten läßt sich die Leistung allein schon dadurch steigern, daß zwei Elektroden nebeneinander abbrennen. Aber auch hier sind die Grenzen der äußersten spezifischen Belastung nicht zu überschreiten. Will man sich von dieser Einschränkung freimachen, so bedarf es folgender Aenderungen im Schweißverfahren:

1. Die Gefahr, daß der Schweißdraht vorzeitig glühend wird, nimmt mit seiner stromführenden Länge zu. Diese Gefahr muß durch die Stromzuführung in unmittelbarer Nähe der Schweißstelle herabgesetzt werden.
2. Bei der Verwendung von Elektroden begrenzter Länge würden an den Unterbrechungsstellen jeweils Fehler in der Schweißverbindung zu erwarten sein. Um dies zu vermeiden, ist eine stetige Drahtzuführung von einer Spule aus notwendig. Diese kann dann durch Veränderung des Vorschubes der jeweiligen Schweißgeschwindigkeit angepaßt werden.
3. Da eine auf den Zusatzdraht aufgetragene Umhüllung das Auf- und Abspulen nicht vertragen würde, ist eine Trennung von Draht und Umhüllung notwendig. An die Stelle der Umhüllung tritt ein gekörntes Pulver, das in die Schweißnaht zugegeben und durch die beim Schweißen entstehende Wärme aufgeschmolzen wird.

Dies sind die kennzeichnenden Merkmale der Ellira-Lichtbogenschweißung[1]). Der Name ist aus den ersten Silben von Elektro-Lichtbogen-Rapidschweißung von Lindes Eismaschinen G. m. b. H., die zunächst die Lizenzen auf das in Amerika unter dem Namen „Union Melt" bekannte Verfahren[2]) von Lindes Airproducts Co. übernommen hatte, geprägt worden. Für das Verfahren mußte besonders der sogenannte Schweißkopf, der vorwiegend die Regel- und Drahtzuführungsteile trägt, entwickelt werden. Bei Längsnähten läßt sich der Kopf in waagerechter Richtung mit einer Vorschub-

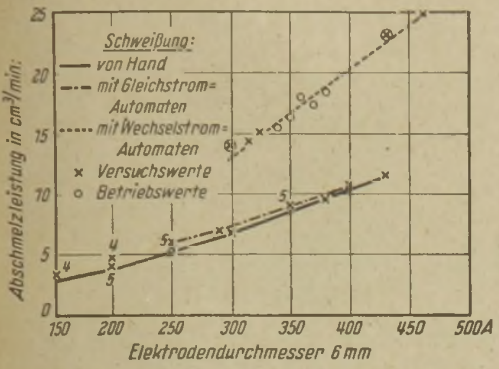



Bild 1. Abschmelzleistung von Preßmantelelektroden in Abhängigkeit von der Stromstärke.

geschwindigkeit bis 800 mm/min über das Werkstück hin bewegen. Bei Rundnähten wird das Werkstück selbst unter dem Schweißkopf gedreht. Alle Bewegungen müssen möglichst stoßfrei sein. Genügend große Fahrmotoren, eine gut geregelte Stromzufuhr und vor allen Dingen eine genügend kräftige und schwingungsfreie Aufhängung des Kopfes sind daher unerläßliche Voraussetzungen für eine gute Schweißung.

Der Draht wird über elektrisch angetriebene Rollen nachgeschoben. Die Spannung des Lichtbogens ändert sich mit seiner Länge. Diese Aenderung dient über eine Röhren-

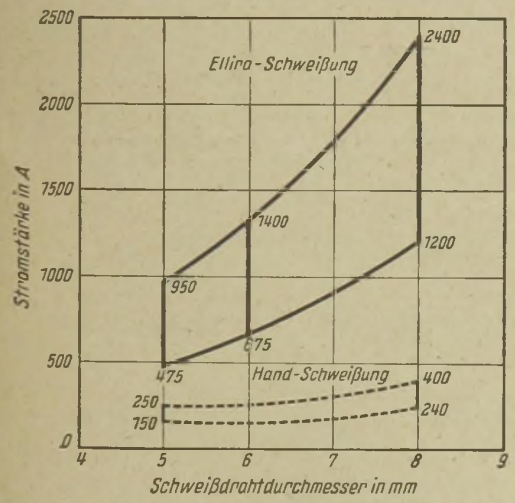



Bild 3. Belastbarkeit von Schweißdraht.

verstärkung zur Steuerung des Vorschubmotors, so daß sich mit Verlängerung des Lichtbogens und der Erhöhung seiner Spannung die Drahtzufuhrgeschwindigkeit steigert. Zeigt also das Spannungsmeßgerät am Steuerkasten nur geringe Schwankungen, so ist mit einem ruhigen und ungestörten Verlauf des Schweißvorgangs zu rechnen. Unter den Rollen für den Draht sitzen die Zuführungsbacken für den Strom; unter diesen taucht der Draht in das aufgestreute Schweißpulver. Zugeführt wird Wechselstrom, der über einen Umspanner bis auf 4000 A und eine Spannung von 25 bis 60 V umgeformt wird. Die Regelung der Stromstärke und der Vorschubgeschwindigkeit geschieht ebenfalls vom Steuerkasten aus.

Während man bei der Handschweißung mit steigendem Drahtdurchmesser nur linear mit der Stromstärke höher geht, vergrößert man diese beim Ellira-Verfahren quadratisch, d. h. mit dem Querschnitt, den man mit einer spezifischen Stromdichte von 25 bis 50 A/mm² belastet. Die Folge ist eine wesentlich höhere Schweißstromstärke bei gleichem Drahtdurchmesser *(Bild 3)*. Dementsprechend nimmt auch die Schweißleistung ganz besonders stark zu *(Bild 4)*. Was den Schweißvorgang selbst anbetrifft, so glaubte man anfangs, daß die verflüssigte Schlacke, deren Widerstand mit steigender Temperatur abnimmt, von dem durch-

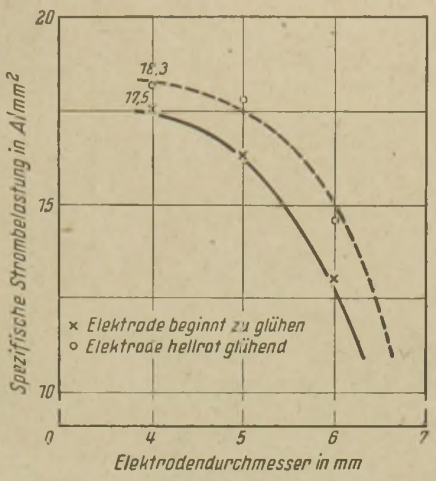



Bild 2. Belastungszangen für ummantelte Elektroden.

geleiteten Strom auf hohe Temperatur (über 2700°) erhitzt würde und die Wärme ihrerseits wieder an die angrenzenden Flanken der Nahtfuge und das abgeschmolzene Schweißgut abgäbe. Heute ist man der Auffassung, daß es sich vorwiegend um einen echten Lichtbogenschweißvorgang handelt. Nur 10 bis 15 % der eingebrachten Energie wird durch Widerstandserhitzung der Schlacke übertragen.

Die Begründung dieser Auffassung, die auch durch elektrochemische Ueberlegungen gestützt wird, ist kurz folgende: Eine ganze Reihe von Beobachtungen deutet darauf hin, daß im mittleren Bereich der Schweiße eine Temperatur von mehr als 2700° herrscht. Hier ist aber bereits der Siedepunkt der Kieselsäure überschritten, deren freie Anteile also verdampfen müssen und damit die Bildung

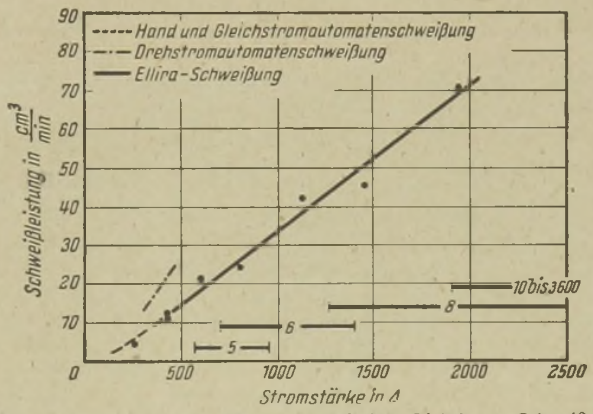



Bild 4. Leistungszahlen für die elektrischen Lichtbogen-Schweißverfahren. (Eingeschriebene Zahlen bedeuten Blechdicken.)

eines schmelzflüssigen Elektrolytbades stören würden. Außerdem bricht der Schweißvorgang bei einer Spannung von 20 V ab und führt zu einem Festkleben des Schweißdrahtes am Werkstück. Nach diesen Beobachtungen verläuft der Schweißvorgang folgendermaßen: An der unteren Kuppe des Schweißdrahtes bildet sich eine mit ionisiertem Gas gefüllte Haube von sehr hoher Temperatur. Diese erhitzt und verflüssigt durch Strahlung das umgebende Schweißpulver, so daß es für den Strom leitfähig wird. Dadurch wird ein Stromfluß zu den Blechkanten erzeugt, und diese erfahren eine erste Erhitzung. Gleichzeitig sprühen von der Elektrode hoch überhitzte Eisentropfen ab. Sie sammeln sich hinter dem Draht als Schweißbad und trennen sich von der

[1]) Siehe Ranke, P., und H. Tannheim: Elektroschweißg. 10 (1939) S. 101/06; Tannheim, H.: Elektroschweißg. 13 (1942) S. 17/24; 14 (1943) S. 141/46; vgl. Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 1294; 63 (1943) S. 867; 64 (1944) S. 662.

[2]) Weld. J. 18 (1939) S. 17/26 u. 156/63; vgl. Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 665/66. Weld. J. 19 (1940) S. 114/18; vgl. Stahl u. Eisen 61 (1941) S. 593.

Schlackenschmelze entsprechend dem Unterschied im spezifischen Gewicht.

Nach amerikanischen Berechnungen beträgt die Temperatur des Schlackenbades etwa 3000°. Ueberschlägliche Messungen am Schweißgut selber lassen in der Schweiße noch eine höhere Temperatur erwarten, wie die nachfolgende Rechnung zeigt: Ein Gewichtsteil des niedergeschmolzenen Drahtes bringt zwei Gewichtsteile des umgebenden Bleches zum Schmelzen. Der Wärmeinhalt des überhitzten Drahtes muß also mindestens gleich dem Wärmeinhalt des gesamten dreifach größeren Schweißbades sein. Dieses muß auf die Temperatur des Schmelzpunktes erhitzt sein und die Schmelzwärme noch aufgenommen haben, wobei die zum Schmelzen des Schweißpulvers notwendige Wärme noch

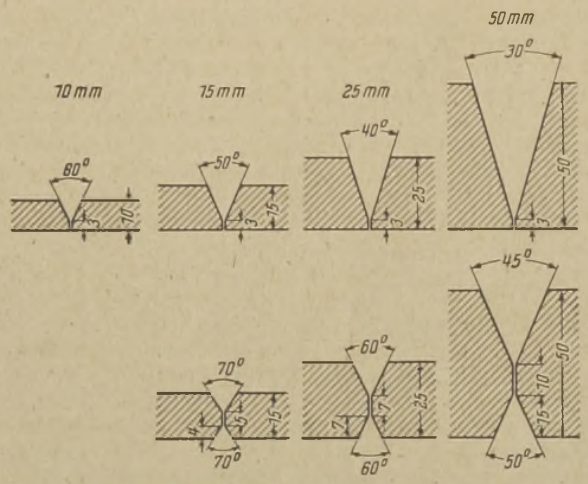



Bild 5. Nahtvorbereitung bei Ellira-Schweißung.

unberücksichtigt ist. Aus der abgegebenen Wärmemenge errechnet sich für den überhitzten Draht eine Temperatur von über 4000°, was derjenigen des Lichtbogens selber entsprechen dürfte.

Infolge der starken Wärmekonzentration in unmittelbarer Nähe des Lichtbogens werden auf je einen Volumanteil Draht zwei Teile Blechwerkstoff eingeschmolzen. Die Blechzusammensetzung überwiegt in der Analyse der Schweiße. Mit verhältnismäßig wenig Drahtsorten kann man also den Anforderungen an die verschiedensten Blechsorten

Bild 6. Verbindung von Hand- (unten) und Ellira-Schweißung (oben).

gerecht werden. Hiernach kann man die Zusammensetzung der Schweiße selber unschwer errechnen, wobei man berücksichtigen muß, daß wohl bei keinem Schweißverfahren die Zusammensetzung des Schmelzbades so genau ermittelt werden kann wie gerade hier.

Aus dem gleichen Grunde kommt man auch bei der Nahtvorbereitung bei Blechdicken von über 50 mm mit einem Oeffnungswinkel von 30° aus, während man bis 10 mm Blechdicke einen solchen von 60° benötigt *(s. Bild 5)*. Beabsichtigt man, die Naht von einer Seite aus durchzuschweißen, so läßt man unten einen 3 mm hohen Steg stehen und die Kanten möglichst eng und genau gegeneinander stoßen. Um das Durchlaufen von Schweißgut auf alle Fälle zu vermeiden, wird außerdem noch eine Kupferschiene von unten gegen die Fuge gedrückt. Diese Schiene ist bei der X-Naht nicht nötig. Der Steg in der Mitte soll dann höher als 3 mm gehalten werden. Auf jeden Fall darf der Spalt zwischen den Stegflanken an keiner Stelle breiter als 0,7 mm sein. Die genaue und zeitraubende Zurichtarbeit, die erforderlich ist, um die Flanken zum Anliegen zu bringen, war bisher das größte Hindernis gegen eine ausgedehnte Anwendung der Ellira-Schweißung im Rohrleitungs- und Behälterbau. Im Schiff- und Hochbau, wo in größerem Umfange Kehlnähte zu verschweißen sind, mögen die Verhältnisse günstiger liegen. Man geht deshalb neuerdings zu einer Verbindung von Hand- oder Automaten- mit der Ellira-Schweißung oder zur beiderseitigen Ellira-Schweißung über. Zunächst wird bei letzterer die Unterraupe in ein Drittel bis ein Viertel der Blechdicke gelegt. Darüber legt man in

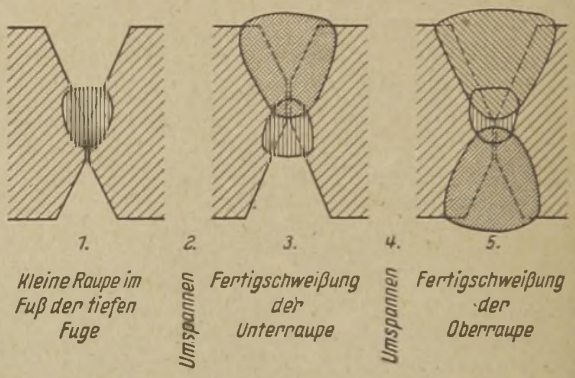



Bild 7. Arbeitsweise bei dreistufiger Schweißung von X-Nähten.

einem Zuge die Ellira-Außennaht *(Bild 6)*. Diese Arbeitsweise hat zwei Vorteile: Man kann die Kanten in der bisher üblichen Weise vorbereiten und man ist in der Lage, den Schweißvorgang durch Beobachtung der Temperatur an der Unterseite zu beeinflussen. Vorteilhaft ist diese Arbeitsweise auch bei Rundnähten, und zwar deshalb, weil ein Auskreuzen des Nahtgrundes überflüssig ist. Dieser wird von der Oberraupe mit aufgeschmolzen und spült alle festgesetzten Oxydteilchen mit fort. Das gleiche geschieht, wenn die Naht-

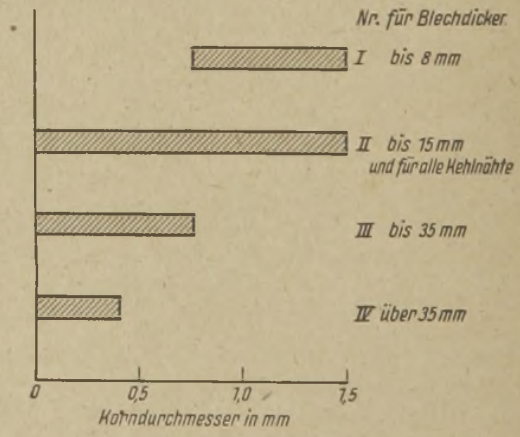



Bild 8. Körnung des Ellira-Schweißpulvers.

flanken durch autogenes Brennen mit Oxyd bedeckt sind. Dabei sind jedoch Anrostungen zu beseitigen, weil ihr chemisch gebundenes Wasser zu Porenbildungen führt.

Die Handschweißung erlaubt eine Spaltbreite bis 2 mm. Bei dicken Blechen ist das Vollschweißen von ein Drittel bis ein Viertel der Nahthöhe bereits recht zeitraubend und beeinflußt stark die Wirtschaftlichkeit der Arbeitsweise. Aus diesem Grunde wird das in *Bild 7* dargestellte dreistufige Arbeitsspiel empfohlen:

1. Zunächst legt man in den Grund der tieferen Fuge eine Naht, wobei die Stromstärke niedrig bleiben muß, um keine Durchbrüche im Steg zu erhalten.

2. Darauf wird die kleinere Fuge vollgeschweißt, wobei die Stromstärke so hoch sein muß, daß die Wurzel der vorher gelegten Naht wieder mit aufgeschmolzen wird.
3. Die große Fuge wird vollgeschweißt.

Durch geschickte Wahl der Stromstärke ist es also möglich, die Unsicherheitsstellen der vorher gelegten Naht bei dem nächsten Arbeitsgang wieder aufzuschmelzen und dadurch in die neue Naht einzubeziehen. Der einzige Nachteil bei dieser Arbeitsweise liegt in dem zweimaligen Umspannen des Werkstückes, da das Ellira-Verfahren verständlicherweise keine Ueberkopfschweißung erlaubt.

Wie man bei jedem Elektrodenwerkstoff besondere Rücksicht auf die Pflege der Umhüllung zu nehmen hat, so darf man beim Ellira-Verfahren auch das Schweißpulver nicht vernachlässigen. Chemisch gesehen, stellt es ein Glas aus Kalzium-Aluminium-Magnesium-Metasilikat mit Zusatz von Fluorid dar. Es ist je nach der Dicke der zu verschweißenden Bleche verschieden gekörnt *(Bild 8)*. Die dicksten Bleche verlangen die feinste Körnung und umgekehrt. Gerade in der jüngsten Zeit hat sich herausgestellt, daß bei ganz dicken

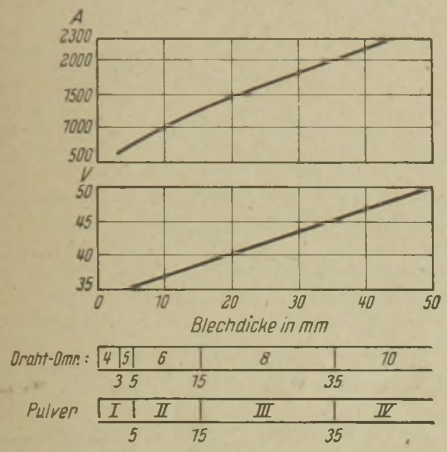



Bild 9.
Schweißbedingungen beim Ellira-Verfahren.

Schweißen noch eine besonders feine Körnung Nr. 4 notwendig ist. Leider ist das Pulver in seiner heutigen Zusammensetzung noch deutlich wasseransaugend, und die aufgenommenen Feuchtigkeitsmengen genügen, um die Naht in regelmäßigen Abständen porig zu machen. Diese unangenehme Eigenschaft verschwindet, wenn das Pulver sorgfältig vorgetrocknet wird. Es empfiehlt sich daher auch eine Lagerung in geschlossenen Behältern. In gleicher Weise kommt es zu Schwierigkeiten, wenn das Pulver durch organische Stoffe, die Wasser chemisch gebunden halten, z. B. durch Holzsplitterchen, verunreinigt ist. Jedes einzelne führt zu einer Schweißpore. Man sollte daher überlegen, das Pulver nicht mehr in Holz-, sondern in Eisenfässern, die ja auch öfter verwendet werden können, zu versenden und zu lagern. Solche Fässer ermöglichen auch eine besondere Trockenhaltung.

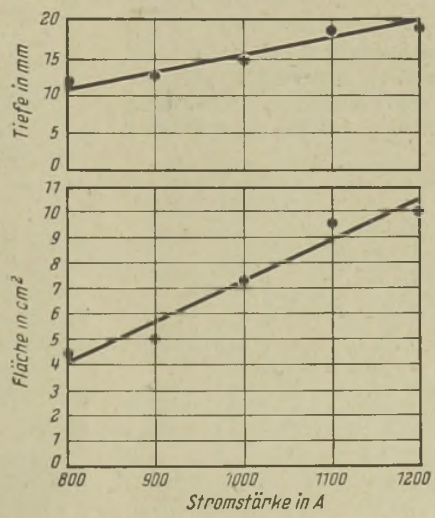
Bei der hohen Temperatur des Schmelzbades ist dieses sehr leichtflüssig. Es reagiert mit der freien Kieselsäure des Schlackenbades unter Abscheidung aller basischen Oxyde. Da die atmosphärische Luft durch das Schlackenbad fast völlig abgeschlossen wird, ist auch kein Sprühverlust, keine Stickstoffaufnahme und kein Abbrand von Legierungsbestandteilen durch Oxydation vorhanden. Chrom, Nickel, Molybdän, Kupfer und ebenfalls Phosphor und Schwefel werden nicht von der Schlacke aufgenommen. Sie gehen in unveränderter Menge in die Schweiße über. Dagegen wird eine geringe Menge Silizium reduziert und wandert in das Schweißgut ab. Der Sauerstoffgehalt der Kieselsäure entweicht in Form von Kohlenoxyd und erzeugt Poren in der Schlacke. Diese sind also nicht immer das Kennzeichen von schädlicher Gasbildung. Die Menge der verflüssigten und zusammengefritteten Schlacke beträgt nach eigenen Messungen 80 bis 100 % vom Gewicht des niedergeschmolzenen Zusatzwerkstoffes. Bei stark umhüllten Elektroden ist der Wert 30 bis 75 %. Im Gegensatz zu der Lichtbogenschweißung dauert daher die Erstarrung der Ellira-Schweiße etwa 1 min. Diese verhältnismäßig lange Zeit ist für die völlige Trennung von Schweiße und Schlacke und zur Abscheidung aller Verunreinigungen von Vorteil.

Das Ellira-Schweißverfahren umfaßt somit zwei Vorgänge, die sich verbessernd auf die metallurgischen Eigenschaften des Schweißgutes auswirken, nämlich die außerordentlich hohe Ueberhitzung der Schmelze bei gleichzeitiger Fernhaltung der Luft und normalerweise die Niederschmelzung der gesamten Raupe in einer einzigen Lage. Aus der sehr dünnflüssigen Schmelze vermögen sich alle Bestandteile, die gegenüber dem Eisen auch nur geringe Unterschiede im spezifischen Gewicht aufweisen, also vor allem nichtmetallische Einschlüsse, abzuscheiden. Ein Hängenbleiben zwischen den einzelnen Lagen, wie dies so oft bei der Handschweißung beobachtet wird, ist unmöglich.

Die bei der Handschweißung so sehr gefürchteten Einbrandfehler, die auf mangelhafte Bindung zwischen Schweiße und Nahtflanke zurückzuführen sind, kommen wegen der starken Aufschmelzung der Blechkanten bei der Ellira-Schweißung nicht vor. Bei Blechen, die stark mit Schlacken durchsetzt sind, findet man in der Schweiße selbst in unmittelbarer Nähe der Schlackenzeile keine Einschlüsse, ein Beweis für die stark reinigende Wirkung der Schmelzüberhitzung.

Anderseits bringt die Erstarrung der gesamten Schweiße in einem einzigen Block natürlich gewisse Gefahren mit sich. Dem Fluß der abströmenden Wärme entsprechend, stehen auf den Nahtflanken stengelförmig aufgebaute Kristalle, die sich von beiden Seiten her in der Mitte der Fuge treffen. Bei einem verunreinigten Bad werden sich hier alle vor den wachsenden Kristallen hergeschobenen Schlackenhäute absetzen. Nur der außerordentlichen Reinheit des Bades ist es zu danken, daß eine solche Beeinträchtigung durch Zerreißproben nicht nachzuweisen ist. Lediglich die Kerbschlagprobe zeigt durch höhere Kerbschlagwerte in den Nahtflanken größere Dichte als in der Mitte an.

Aus den umfangreichen Erfahrungen vieler Stellen über das Ellira-Verfahren hat sich eine Reihe von Arbeitsvorschriften entwickelt, bei deren Einhaltung einwandfreie Nähte erhalten werden können. Natürlich bedarf es einiger von Werk zu Werk verschiedener Verbesserungen, die aber unschwer zu erreichen sind. Die in *Bild 9* darge-



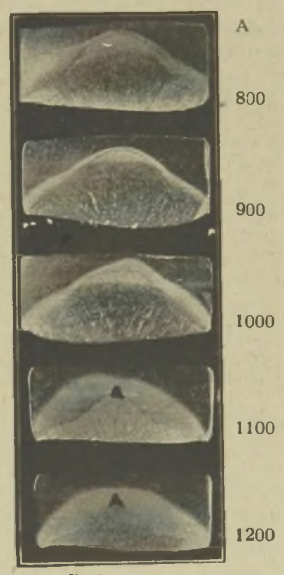




Bild 10 a. Bild 10 b.
Bild 10 a und b. Wirkung der Stromstärke auf Tiefe und Fläche der Naht.

stellten Werte für Stromstärke, Spannung, Drahtdurchmesser und Pulverkörnung haben sich als obere Grenzwerte bewährt. Die Kurven gelten für V- und X-Nähte, wenn bei den letzten statt der ganzen Blechdicke jeweils reichlich ein Drittel bei den Unterraupen und zwei Drittel bei den Oberraupen eingesetzt werden. Stromstärke und Spannung sind nicht untereinander ersetzbar. Steigerung der Stromstärke bewirkt bei gleichzeitig unveränderter Spannung eine Vertiefung der Naht und — wie schon erwähnt — eine gleichzeitige Erhöhung der Schweißleistung *(Bild 10 a und b)*. Im Gegensatz dazu wird mit Erhöhung der Spannung die Nahtbreite vergrößert und umgekehrt. Nach praktischen Erfahrungen soll diese zweckmäßig gleich der 1,25- bis 1,50fachen Blechdicke sein. Die Schweißleistung kann stark durch induktiv verursachte Stromverluste herabgesetzt werden. Es wird daher empfohlen, die überschüssigen Schweißkabel niemals in Spulen, sondern zweiadrig zu legen.

Wie bei allen Schweißarten können auch die beim Ellira-Verfahren erzielten Festigkeitseigenschaften zur Beurteilung der Güte herangezogen werden. Die vom Verfasser gemachten Erfahrungen decken sich im wesentlichen mit den Angaben des Schrifttums, so daß auch ihnen eine allgemeine Bedeutung zukommt. Wie schon eingangs erwähnt wurde, kommt man für übliche Baustähle mit zwei Drahtsorten aus, deren Zusammensetzung etwa folgende ist:

| | % C | % Si | % Mn | % P | % S |
|---|---|---|---|---|---|
| Weiche Sorte: St 37, 42 | 0,15 | 1,8 | 0,30 | 0,020 | 0,025 |
| Harte Sorte: St 52 | 0,15 | 3,0 | 0,30 | 0,020 | 0,025 |

Bei dickeren Blechen hat die Naht in allen Schichten eine gleichmäßige Beschaffenheit. Die an St 42 erzielten Festigkeitswerte sind in *Zahlentafel 1* zusammengestellt.

Zahlentafel 1. Erzielte Festigkeitswerte an Ellira-Schweißen von St 42

| Glühzustand | Zugfestigkeit kg/mm² | Bruchdehnung ($l = 5\,d$) | Kerbschlagzähigkeit mkg/cm² | Biegewinkel ° |
|---|---|---|---|---|
| Schweißzustand | 46—51 | 30—31,7 | 6,0—6,5 | 180 |
| 3 h 650° | 42—44 | 31—35 | 8—10 | 180 |
| Normalgeglüht | 43—46 | 32—35 | 8,5—11,5 | 180 |

| Zusammensetzung | % C | % Si | % Mn | % P | % S |
|---|---|---|---|---|---|
| Blech | 0,14–0,16 | 0,20–0,43 | 0,45–0,75 | 0,030–0,040 | 0,020–0,050 |
| Schweiße | 0,11–0,14 | 0,21–0,42 | 0,70 | 0,020–0,030 | 0,020–0,040 |

Blechdicken: 20, 30, 40 mm.

Wo nicht besonderes Augenmerk auf Spannungsfreiheit und hohe Kerbschlagzähigkeit der Naht gerichtet werden muß, ist ein Glühen der Nähte nicht notwendig.

Ein Vergleichsversuch, der die Eigenschaften der Ellira- und der Handschweißung an St 52 zeigen sollte, gibt Auskunft über die Wirkung der Wärmebehandlung *(Zahlentafel 2)*. Der Festigkeitswert liegt bei der Handschweiße

Zahlentafel 2. Vergleich zwischen Hand- und Ellira-Schweißung an St 52 bei verschiedener Wärmebehandlung

| Glühzustand | Zugfestigkeit kg/mm² | Bruchdehnung ($l = 5d$) | Kerbschlagwert Blech | Kerbschlagwert Uebergang | Kerbschlagwert Schw. |
|---|---|---|---|---|---|
| | Ellira-Schweißung | | | | |
| Schweißzustand | 57,2 | 24,0 | 11,8 | 9,6 | 6,6 |
| Bei 650° geglüht | 53,5 | 27,5 | 11,0 | 10,3 | 8,1 |
| Normalgeglüht | 53,3 | 32,6 | 11,8 | 13,6 | 12,4 |
| | Handschweißung | | | | |
| Schweißzustand | 54,8 | 21,7 | 11,8 | 8,2 | 9,9 |
| Bei 650° geglüht | 53,7 | 26,6 | 11,8 | 8,2 | 12,0 |
| Normalgeglüht | 54,1 | 25,0 | 11,9 | 7,0 | 8,0 |

| Zusammensetzung | % C | % Si | % Mn | % P | % S |
|---|---|---|---|---|---|
| Blech | 0,20 | 0,6 | 1,0 | 0,025 | 0,020 |
| Ellira-Schweißung | 0,14 | 0,8 | 1,1 | 0,030 | 0,030 |
| Handschweißung | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,030 | 0,020 |

infolge ihres geringen Mangan- und Siliziumgehaltes etwas niedriger; in beiden Fällen wird er durch Spannungsfreiglühen und Normalglühen etwas herabgesetzt. Die Dehnung — im ganzen bei der Ellira-Schweißung etwas höher — hat ihren Höchstwert bei der Handschweißung im spannungsfrei geglühten, bei der Ellira-Schweißung im normalgeglühten Zustand. Dasselbe trifft für die Kerbschlagwerte im Schweißgut zu. Die Werte zeigen nochmals, daß bei der Handschweiße der Uebergang zwischen Blech und Schweiße, bei der Ellira-Schweiße aber der Kern der Schweißnaht das Gebiet der niedrigeren Kerbschlagwerte darstellen.

Bei der Schweißung höherlegierter Stähle ist die große Leistungsfähigkeit des Ellira-Verfahrens im Augenblick weniger wichtig. Dagegen ermöglicht es in vielen Fällen die Herstellung von solchen legierten Schweißen, die bei der langsamer arbeitenden Hand- oder Automatenschweißung Schwierigkeiten — besonders durch Rißbildungen — bereiten. Dies ist vor allem bei Chromstählen der Fall. Die an einem Stahl mit etwa 1,2 % Cr erzielten Ergebnisse sind in *Zahlentafel 3* vereinigt. Weiterhin wurden mit gutem Erfolg

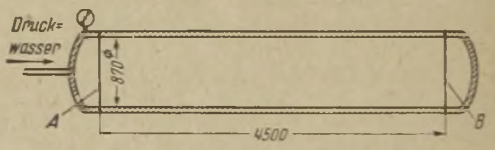
Zahlentafel 3. Schweißergebnisse an Stahl mit 1 % Cr

| | Wärmebehandlung | VGB-Probe Fest. | VGB-Probe Dehn. | Kerbschlagwert (DVM) Blech | Kerbschlagwert (DVM) Übergang | Kerbschlagwert (DVM) Schw. | Biegewinkel ° |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Voller Blechwerkstoff | normalisiert | 62,5 | (25,0) | | | | |
| | ölvergütet 600° angel. | 97,0 | (16,3) | | | | |
| Ellira: | Schweißzust. | 65,2 | 32,5 | 11,9 | 16,8 | 11,1 | 75 |
| | normalisiert | 61,3 | 48,8 | 20,9 | 16,3 | 13,4 | 180 |
| Schweiße | ölvergütet 600° angel. | 88,2 | 26,0 | 12,6 | 10,3 | 7,8 | 180 |

| Analyse: | % C | % Si | % Mn | % Cr | % Mo |
|---|---|---|---|---|---|
| Blech | 0,17 | 0,40 | 0,70 | 1,20 | 0,15 |
| Schweiße | 0,13 | 0,60 | 0,50 | 1,90 | 0,06 |

Schweißungen an Kupfer-Nickel-Stählen mit 1 % Cu und 0,3 % Ni durchgeführt. Im Schrifttum ist außerdem über die erfolgreiche Ellira-Schweißung von austenitischen Chrom-Nickel-Stählen berichtet worden.

Das Prüfergebnis an Zerreißproben, die quer zur Naht entnommen wurden, ist für die Beurteilung der Brauchbarkeit nur bedingt anwendbar. Um daher von Zufälligkeiten unabhängig zu sein, wurde an einem 4,5 m langen Rohrstück mit 870 mm Innendurchmesser und einer Wand-




A und B = vorgeschweißte Böden

| Wasserdruck atü | bleibende Dehnung des Umfanges mm | bleibende Dehnung des Umfanges % | tangentiale Beanspruchung kg/mm² |
|---|---|---|---|
| 4,0 | 0 | 0 | 17,5 |
| 46 | 18 | 0,06 | 20 |
| 60 | 35 | 1,25 | 26 |
| 66 | 104 | 3,7 | 29 |
| 76 | 170 | 6,1 | 33 |
| 82 | geplatzt | | 35,5 |

Bild 11. Versuchsergebnisse beim Sprengen eines nach dem Ellira-Verfahren geschweißten Rohres.

dicke von 10 mm ein Sprengversuch durchgeführt. Ein solcher hat immer den Vorteil, die schwächsten Stellen der Naht aufzudecken. Einzelheiten gehen aus *Bild 11* hervor. Der Werkstoff hatte eine Festigkeit von 37 kg/mm² und eine Streckgrenze von 18 kg/mm².

Bei einer zweifachen Sicherheit gegen die Streckgrenze und einem Verschwächungsfaktor der Naht von V = 0,9

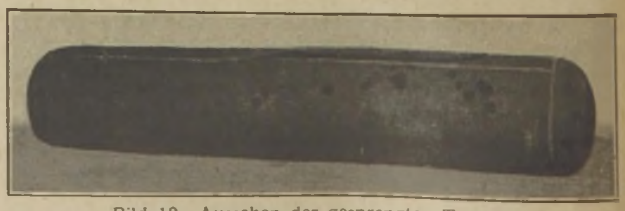


Bild 12. Aussehen der gesprengten Trommel.

ergibt sich für das Rohr ein zulässiger Betriebsdruck von etwa 19 atü. Geplatzt ist es erst bei einem Druck von 82 atü, also dem 4½fachen des Betriebsdruckes. *Bild 12*

zeigt das Aussehen der gesprengten Trommel. Kurz vor ihrer Höchstbeanspruchung war der Umfang bereits um 170 mm aufgeweitet worden. Der Riß ist offenbar in der Schweißnaht selbst entstanden, dann aber bald in den vollen Blechwerkstoff übergetreten. Wertvoll war es noch besonders, welche Ausbildungsformen der Naht, die ja auf größere Längen immer etwas unterschiedlich ausfällt, reißen würden. *Bild 13* zeigt die Ausbildung der Schweißnaht von der Rißstelle ausgehend in regelmäßigen Abständen nach beiden

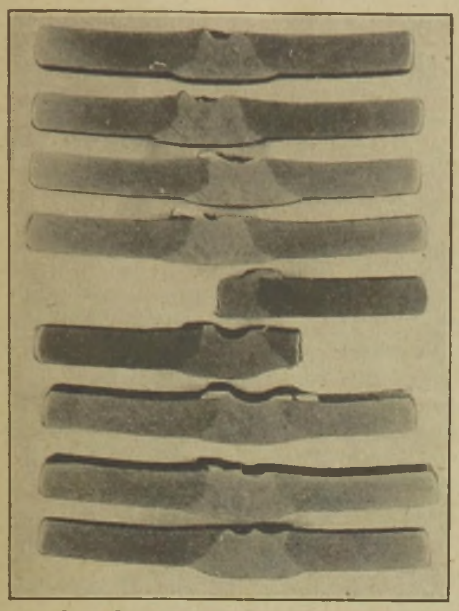


Bild 13. Ausbildung der Schweißnaht.

Seiten über die ganze Rohrlänge. Die Tunnelbildung in der Naht hat hier ihre Festigkeit nicht beeinträchtigt. Denn auch die nachträglich unmittelbar neben den Schliffen entnommenen Zerreißproben zeigten den Bruch außerhalb der Schweißzone.

Will man das chemische Verhalten der Schweißnähte untersuchen, entweder um ihre Beständigkeit bei Kesseln der chemischen Industrie oder um ihre metallurgische Beschaffenheit zu prüfen, so ist es nicht angebracht, einzelne Zonen herauszugreifen und deren Verhalten in bestimmten

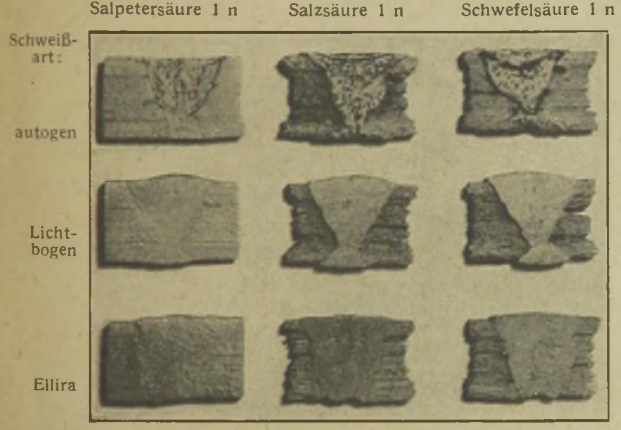



Bild 14. Schliffe durch Schweißnähte, die längere Zeit der Einwirkung von Säuren ausgesetzt waren.

Lösungen zu ermitteln. Da sich die einzelnen Zonen gegenseitig beeinflussen können, wurden ganze Schliffe verschiedenen Lösungsmitteln ausgesetzt. Die erhaltenen Profile *(Bild 14)* geben zwar keine absoluten Zahlen, aber einen leichtfaßlichen Ueberblick über die Güte der Naht im Vergleich zum Grundwerkstoff. Die hier wiedergegebenen Beispiele zeigen die sehr guten Eigenschaften der Ellira-Schweiße im Vergleich zu den beiden anderen Schweißarten.

Obwohl der Nahtwerkstoff weitgehend stickstoff- und sauerstofffrei ist, erwies er sich jedoch nicht als laugenbeständig. Es leuchtet ein, daß ein derartig hochentwickelter Schweißvorgang wie die Ellira-Schweißung zu Fehlern führen muß, wenn er nicht richtig gehandhabt wird. Gegen die meisten äußerlich erkennbaren Fehler gibt es Gegenmaßnahmen. Lediglich das Auftreten von Rissen bereitet ernsthaftere Schwierigkeiten. Man muß die Spannungen, die immer Voraussetzung für das Zustandekommen von Rissen sind, weitgehend vermindern. Dafür aber gibt es keine allgemeingültige Regel. Man ist hier auf die Erfahrungen und auf Versuche angewiesen. Manchmal nützt es, die Nahtbreite durch Erhöhung der Stromspannung zu vergrößern, ein andermal muß man die Schweißgeschwindigkeit herabsetzen, um ein Ausgleichen der Schrumpfspannungen im warmen Zustand zu bewirken. In schwierigen Fällen ist man auf die Verwendung des höherlegierten warmfesten Stahldrahtes mit 3 % Mn angewiesen.

Man kann wohl sagen, daß das Ellira-Verfahren umwälzend in der Schweißtechnik gewirkt hat. Die Frage ist daher von einiger Bedeutung, welche Richtung die weitere Entwicklung einschlagen wird. Die Schweißleistung des Ellira-Verfahrens ist mit einer Belastung der Elektroden von 50 A/mm² so hoch, daß eine weitere Erhöhung im Augenblick kaum bedeutungsvoll erscheint, zumal da dann die Beherrschung der im Schweißgut plötzlich auftretenden Wärmemengen Schwierigkeiten macht. In einem Sonderfalle jedoch ist diese überschüssige Wärme gut ausnutzbar, nämlich bei Instandsetzungsschweißungen von Stahlguß. Hier bestand beim Verfahren des Ausgießens immer die Gefahr, daß die letzten feinen Verästelungen der auszubessernden Stellen nicht mit Schweißgut gefüllt wurden oder mit dem Schweißbad nicht mehr banden. Bei Anwendung des Ellira-Verfahrens, wobei man mit der spezifischen Elektrodenbelastung sogar auf 80 A/mm² bei einer gleichzeitigen Drahtvorschubgeschwindigkeit von 3 m/min geht, soll eine bessere Güte der Flickstelle zu erzielen sein. Es bleibt abzuwarten, ob nicht durch die stärkere örtliche Wärmebehandlung beim späteren Abkühlen schon erhebliche Spannungen oder gar Rißbildungen auftreten. Auf jeden Fall ist durch unmittelbar nachfolgendes Normalglühen oder Spannungsfreiglühen für einen Abbau der Schrumpfspannungen zu sorgen.

Aufgabe der Stunde ist es auch, Erfahrungen an Thomasstählen, die zur Bildung von Querrissen neigen, zu sammeln, um auch bei diesem Werkstoff mit Sicherheit rißfreie Schweißen zu erhalten.

Bei den zu verschweißenden Abmessungen liegt selten das Bedürfnis vor, mit der Blechdicke bis über 80 mm zu gehen. Diese Dicken hat man bereits mit Erfolg geschweißt. Bis vor kurzem galt als unterste wirtschaftlichste Grenze eine Dicke von 8 mm. Neuerdings sollen in der Kleinfertigung auch 3 mm dicke Bleche mit Erfolg verschweißt worden sein.

Es wurde schon erwähnt, daß metallurgische Reaktionen zwischen Schmelze und Schlackenbad die Güte und Zusammensetzung der Schweiße beeinflussen. Da dem Schlackenbad nach den neueren Erkenntnissen nicht mehr die Bedeutung als Stromleiter und Wärmeübertrager zukommt, kann man es wagen, seine Zusammensetzung nach metallurgischen Funkten zu ändern. So könnte man daran denken, durch Veränderung des sauren Charakters eine Verschlackung des Phosphors und Schwefels bei Thomasstahlblechen zu erreichen und den starken Manganabbrand zu verringern. Die Loslösung des Schweißpulvers von den heute notwendigen Apothekervorschriften würde eine wesentliche Vereinfachung mit sich bringen, da gewichtsmäßig 80 bis 100 % des Schweißgutes auch an Pulver verbraucht werden. Volumenmäßig liegt das Verhältnis stärker zu Ungunsten des Pulvers.

Dies alles sind Entwicklungsarbeiten, die in den Schweißbetrieben geleistet werden können. Daß darüber hinaus auch die Entwicklung der Schweißköpfe von den einschlägigen Firmen vorangetrieben wird, mag nur neben-

bei erwähnt werden. So ist neuerdings ein Innenkopf E IV geschaffen worden, der bei einer größten Ausladung von 500 mm noch für Innenschweißungen an Rohren mit einem lichten Durchmesser von etwa 550 mm verwendet werden kann.

### Zusammenfassung

Die Kennzeichen der Ellira-Schweißung sind: hohe Leistung infolge hoher Strombelastung, ermöglicht durch Stromzuführung in unmittelbarer Nähe der Schweißstelle, stetige Schweißdrahtzuführung und Verwendung von Schweißpulver an Stelle einer Elektrodenummantelung. Bei dem Schweißvorgang wird die Hauptmenge der eingebrachten Energie durch den Lichtbogen und nur 10 bis 15 % durch Widerstandserhitzung übertragen. Die hohe Schmelzüberhitzung bewirkt gute Aufschmelzung der Nahtflanken; die Schlackendecke schützt vor Sprühverlusten und Abbrand der Legierungsbestandteile. Die Verhütung unzulässig hoher Schweißspannungen muß beachtet werden. Eine Weiterentwicklung in metallurgischer und verfahrensmäßiger Richtung ist zu erwarten.

# Die Erzeugung der deutschen Eisenindustrie von 1938 bis 1944

Von Hans Schmitz in Düsseldorf

*Statistik über die Erzeugung an Roheisen, Rohstahl, Walzstahl, Schmiedestücken und Guß in den Jahren von 1938 bis 1944. Anteil der einzelnen Sorten und Gebiete an der Erzeugung. Vergleich mit der Entwicklung in den Vereinigten Staaten von Amerika.*

Zum letzten Male sind in „Stahl und Eisen" für Juli 1939 Statistiken über die deutsche Eisenindustrie veröffentlicht worden[1]). Während des Krieges war ihre Bekanntgabe nicht gestattet. Wenn die Zahlen auch heute überholt und selbst für die zukünftige Friedensplanung nur beschränkt brauchbar sind, so liegt doch vielen Volkswirten und Ingenieuren daran, eine möglichst lückenlose Reihe über die Erzeugung an Eisen und Stahl in der Welt zu erhalten. Darum seien die Statistiken über die Erzeugung der deutschen Eisenindustrie für die Kriegszeit hier nachgetragen. Für die drei oder vier ersten Monate des Jahres 1945, in denen ein großer Teil der Werke noch arbeiten konnte, sind die Meldungen derart lückenhaft, daß ihre Zusammenstellung wertlos ist. Des Vergleichs halber sind die Zahlen für das letzte Friedensjahr 1938 mit angeführt worden.

Es war zunächst beabsichtigt, die Zahlen über die Erzeugungsmengen mit Angaben über den Rohstoff- und Energieverbrauch, die Leistung der metallurgischen Einheiten und deren Erhaltungszustand zu ergänzen. Da

[1]) Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 953 für die Roheisenerzeugung, S. 979 für die Rohstahlerzeugung, S. 1036 für die Walzstahlherstellung.

Bild 1. Standorte von Hochofen-, Stahl- und Walzwerken in Deutschland 1944.

Zahlentafel 1. Anteil der verschiedenen Gebiete an der deutschen Eisenerzeugung 1938 bis 1944

| Bezirk | | Erzeugung an Roheisen 1938 | 1939 | 1940 | 1941 | 1942 | 1943 | 1944 | Erzeugung an Rohstahl 1938 | 1939 | 1940 | 1941 | 1942 | 1943 | 1944 | Erzeugung an Walzfertigstahl 1938 | 1939 | 1940 | 1941 | 1942 | 1943 | 1944 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Deutsches Reich | 1000 t | 18 045 | 17 478 | 13 935 | 15 433 | 15 441 | 15 972 | 13 369 | 22 656 | 22 508 | 19 141 | 20 836 | 20 480 | 20 758 | 18 318 | 15 468 | 14 903 | 11 723 | 12 240 | 11 577 | 11 591 | 9 762 |
| | in % von 1938 | 100,0 | 97,0 | 77,3 | 85,5 | 85,6 | 89,4 | 74,1 | 100,0 | 99,4 | 84,4 | 91,8 | 90,2 | 91,7 | 80,8 | 100,0 | 96,4 | 75,8 | 79,2 | 74,8 | 74,9 | 63,2 |
| Anteil im Berichtsjahr bei | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rheinland-Westfalen | % | 71,5 | 72,5 | 71,8 | 64,8 | 63,9 | 61,9 | 61,7 | 70,7 | 72,1 | 71,7 | 65,3 | 63,8 | 60,4 | 59,7 | 67,3 | 69,0 | 71,1 | 65,7 | 64,5 | 61,6 | 61,2 |
| Sieg-, Lahn- und Dillgebiet | % | 3,6 | 3,7 | 4,1 | 3,7 | 3,3 | 3,5 | 3,0 | 2,0 | 1,9 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,5 | 2,4 | 3,7 | 3,2 | 3,4 | 3,4 | 2,9 | 3,3 | 3,5 |
| übrigem Nordwesten | % | 2,3 | 2,7 | 2,8 | 2,4 | 2,3 | 2,5 | 2,7 | 1,5 | 1,7 | 1,9 | 1,9 | 1,8 | 2,0 | 1,9 | 1,4 | 1,7 | 2,0 | 1,7 | 2,0 | 1,9 | 2,1 |
| Südwesten | % | 12,9 | 10,7 | 7,3 | 13,8 | 14,1 | 14,4 | 12,3 | 11,4 | 9,0 | 6,1 | 11,5 | 11,3 | 12,3 | 10,0 | 12,6 | 11,0 | 6,8 | 13,4 | 12,9 | 14,4 | 11,6 |
| Mittel- und Süddeutschland | % | 9,7 | 10,4 | 11,9 | 13,4 | 14,7 | 16,1 | 18,6 | 12,5 | 13,3 | 13,0 | 16,5 | 18,2 | 19,7 | 21,9 | 15,0 | 13,9 | 13,2 | 12,8 | 12,4 | 15,1 | 17,9 |
| Schlesien | % | | 1,9 | 2,1 | 1,9 | 1,7 | 1,6 | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 5,2 | 2,7 | 2,8 | 3,1 | 4,1 | | 1,2 | 3,5 | 3,0 | 3,3 | 3,7 | 3,7 |
| Deutsches Reich | % | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Zahlentafel 2. Die Erzeugung an Roheisen und Ferrolegierungen in den deutschen Hochofenwerken von 1938 bis 1944[1])

| Bezirk | Erzeugnis | 1938 1000 t | 1939 1000 t | 1940 1000 t | 1941 1000 t | 1942 1000 t | 1943 1000 t | 1944 1000 t |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rheinland-Westfalen | Thomas-Roheisen | 8 824 | 8 762 | 6 591 | 6 550 | 6 435 | 6 753 | 5 523 |
| | Gießereiroheisen | 334 | 403 | 372 | 334 | 284 | 232 | 136 |
| | Hämatitroheisen | 594 | 637 | 418 | 452 | 556 | 602 | 587 |
| | Siegerländer Sonderroheisen | 126 | 124 | 143 | 195 | 169 | — | — |
| | Stahleisen | 2 032 (Spiegeleisen mit 6 bis 14 % Mn bis Ferrosilizium) | 2 743 | 2 490 | 2 228 (Spiegeleisen mit 6 bis 14 % Mn bis Ferrosilizium) | 2 187 | 1 614 | 1 445 |
| | Spiegeleisen mit 6 bis 14 % Mn | | | | | | 331 | 251 |
| | mit 14 bis 30 % Mn | | | | | | 136 | 108 |
| | Ferromangan | | | | 241 (Ferromangan bis Ferrosilizium) | 176 | 108 | 88 |
| | Ferrosilizium | | | | | | 93 | 83 |
| | Sonstige Roheisensorten | unter Siegerländer Sonderroheisen erfaßt | | | | | 4 | 28 |
| | alle Sorten | 12 910 | 12 669 | 10 014 | 10 000 | 9 807 | 9 873 | 8 249 |
| Sieg-, Lahn- und Dillgebiet | Thomas-Roheisen | — | — | — | — | — | — | — |
| | Gießereiroheisen | 192 | 170 | 148 | 140 | 124 | 125 | 92 |
| | Hämatitroheisen | — | 9 | 9 | 10 | 10 | 17 | 26 |
| | Siegerländer Sonderroheisen | 128 | 131 | 122 | 129 | 116 | 124 | 85 |
| | Stahleisen | 295 (Spiegeleisen mit 6 bis 14 % Mn bis Ferrosilizium) | 328 | 302 | 296 | 253 | 180 | 133 |
| | Spiegeleisen mit 6 bis 14 % Mn | | | | | | 85 | 54 |
| | mit 14 bis 30 % Mn | | | | | | 12 | 6 |
| | Ferromangan | | | | | | — | — |
| | Ferrosilizium | | | | | | — | — |
| | Sonstige Roheisensorten | unter Siegerländer Sonderroheisen erfaßt | | | | | 13 | 13 |
| | alle Sorten | 615 | 638 | 581 | 575 | 503 | 556 | 409 |
| Uebriger Nordwesten | Thomas-Roheisen | 7 | 15 | 15 | — | — | 9 | 8 |
| | Gießereiroheisen | 64 | 80 | 61 | 55 | 69 | 31 | 70 |
| | Hämatitroheisen | 116 | 124 | 113 | 101 | 88 | 147 | 85 |
| | Siegerländer Sonderroheisen | 35 | 35 | 26 | 26 | 14 | — | — |
| | Stahleisen | 184 (Spiegeleisen mit 6 bis 14 % Mn bis Ferrosilizium) | 218 | 180 | 193 | 184 | 201 | 180 |
| | Spiegeleisen mit 6 bis 14 % Mn | | | | | | — | — |
| | mit 14 bis 30 % Mn | | | | | | — | — |
| | Ferromangan | | | | | | — | — |
| | Ferrosilizium | | | | | | — | — |
| | Sonstige Roheisensorten | unter Siegerländer Sonderroheisen erfaßt | | | | | 18 | 19 |
| | alle Sorten | 406 | 472 | 395 | 375 | 355 | 406 | 362 |
| Südwesten | Thomas-Roheisen | 2 190 | 1 746 | 977 | 1 979 | 1 919 | 2 034 | 1 463 |
| | Gießereiroheisen | 140 | 102 | 27 | 110 | 132 | 128 | 70 |
| | Hämatitroheisen | — | — | — | 2 | 1 | 9 | 29 |
| | Siegerländer Sonderroheisen | — | — | — | 15 | 34 | — | — |
| | Stahleisen | 45 (Spiegeleisen mit 6 bis 14 % Mn bis Ferrosilizium) | 27 | 13 | 47 (Spiegeleisen mit 6 bis 14 % Mn bis Ferrosilizium) | 75 | 45 | 29 |
| | Spiegeleisen mit 6 bis 14 % Mn | | | | | | 14 | 12 |
| | mit 14 bis 30 % Mn | | | | | | 22 | 17 |
| | Ferromangan | | | | — | — | — | — |
| | Ferrosilizium | | | | — | — | — | — |
| | Sonstige Roheisensorten | — | — | — | — | — | — | 9 |
| | alle Sorten | 2 380 | 1 875 | 1 017 | 2 153 | 2 161 | 2 302 | 1 629 |
| Mittel- und Süddeutschland | Thomas-Roheisen | 1 088 | 1 137 | 1 308 | 1 642 | 1 780 | 2 007 | 2 032 |
| | Gießereiroheisen | 197 | 199 | 72 | 121 | 132 | 238 | 172 |
| | Hämatitroheisen | 81 | 108 | 82 | 87 | 71 | 169 | 170 |
| | Siegerländer Sonderroheisen | 42 | 43 | 29 | 50 | 100 | — | — |
| | Stahleisen | 326 (Spiegeleisen mit 6 bis 14 % Mn bis Ferrosilizium) | 337 | 165 | 150 | 159 | 15 | 13 |
| | Spiegeleisen mit 6 bis 14 % Mn | | | | | | 41 | 32 |
| | mit 14 bis 30 % Mn | | | | | | 14 | — |
| | Ferromangan | | | | — | — | — | — |
| | Ferrosilizium | | | | — | — | 4 | 27 |
| | Sonstige Roheisensorten | unter Siegerländer Sonderroheisen erfaßt | | | | | 84 | 38 |
| | alle Sorten | 1 734 | 1 824 | 1 656 | 2 050 | 2 242 | 2 572 | 2 484 |
| Schlesien | Thomas-Roheisen | bei Mittel- und Süddeutschland erfaßt | bei Mittel- und Süddeutschland erfaßt einschl. Oberschlesien (ab Sept.) | — | 6 | — | — | — |
| | Gießereiroheisen | | | 31 | 41 | 24 | 18 | 5 |
| | Hämatitroheisen | | | 19 | 23 | 20 | 39 | 36 |
| | Siegerländer Sonderroheisen | | | 29 | — | — | — | — |
| | Stahleisen | | | 242 (Spiegeleisen mit 6 bis 14 % Mn bis Ferrosilizium) | 203 (Spiegeleisen mit 6 bis 14 % Mn bis Ferrosilizium) | 209 | 196 | 185 |
| | Spiegeleisen mit 6 bis 14 % Mn | | | | | | — | — |
| | mit 14 bis 30 % Mn | | | | | | 1 | 3 |
| | Ferromangan | | | | 15 (Ferromangan bis Ferrosilizium) | 11 | 9 | 7 |
| | Ferrosilizium | | | | | | — | — |
| | Sonstige Roheisensorten | | | | — | — | — | — |
| | alle Sorten | | | 292 | 288 | 264 | 263 | 236 |
| Deutsches Reich | Thomas-Roheisen | 12 114 | 11 660 | 8 891 | 10 177 | 10 134 | 10 873 | 9 026 |
| | Gießereiroheisen | 927 | 954 | 711 | 801 | 765 | 772 | 545 |
| | Hämatitroheisen | 791 | 878 | 641 | 675 | 746 | 983 | 933 |
| | Siegerländer Sonderroheisen | 331 | 333 | 320 | 415 | 433 | 124 | 85 |
| | Stahleisen | 3 882 (Spiegeleisen mit 6 bis 14 % Mn bis Ferrosilizium) | 3 653 | 3 392 | 3 117 (Spiegeleisen mit 6 bis 14 % Mn bis Ferrosilizium) | 3 067 | 2 251 | 1 985 |
| | Spiegeleisen mit 6 bis 14 % Mn | | | | | | 471 | 349 |
| | mit 14 bis 30 % Mn | | | | | | 185 | 134 |
| | Ferromangan | | | | 256 (Ferromangan bis Ferrosilizium) | 187 | 117 | 95 |
| | Ferrosilizium | | | | | | 97 | 110 |
| | Sonstige Roheisensorten | unter Siegerländer Sonderroheisen erfaßt | | | | | 119 | 107 |
| | alle Sorten | 18 045 | 17 478 | 13 935 | 15 433 | 15 441 | 15 972 | 13 369 |

[1]) Bis 1942 nach den Statistiken der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie, 1943 und 1944 nach den Statistiken der Reichsvereinigung Eisen.

beim Verein Deutscher Eisenhüttenleute nur ein Teil der Unterlagen über das Kriegsende erhalten blieb, sind dazu Rückfragen notwendig, die die Veröffentlichung der Statistiken zu lange verzögert hätten. Zudem scheint eine Abhandlung mit technischen Einzelheiten für die Entwicklung im Hochofen-, Stahlwerks- und Walzwerkswesen getrennt zweckmäßiger.

### Gesamterzeugung und Aufteilung auf Gebiete

In *Zahlentafel 1* sind die Hauptzahlen über die deutsche Erzeugung an Roheisen, Rohstahl und Walzfertigstahl seit 1938 und deren Aufteilung auf die verschiedenen Industriegebiete zusammengestellt. Die Leistung von 1938 ist während des Krieges nicht mehr erreicht worden, wenn auch der Tiefstand des Jahres 1940, in dem das Saargebiet wenig beitragen konnte, in der Zeit von 1940 bis 1943 für Roheisen und Rohstahl

merklich überschritten wurde. Das verhältnismäßig stärkere Sinken der Walzfertigerzeugung ist zurückzuführen

1. auf kriegsbedingte Aenderungen in den Aufträgen, durch die der Anteil des Rohstahls für Stahlguß und Schmiedestücke und die Menge des Walzhalbzeugs für Pressereien, Plattierwerke und Ziehereien erheblich zunahm;
2. auf eine Verschlechterung des Ausbringens in den Walzwerken, die teilweise mit Verschiebungen in den Walz- und Stahlsorten, teilweise mit Kriegseinwirkungen auf den Betrieb, teilweise mit Kontingentsvorschriften zusammenhängt, und
3. auf die geringere Anpassungsfähigkeit der Walzwerke an Aenderungen in erteilten Aufträgen, so daß die Bestände an Blöcken und Halbzeug während des Krieges wuchsen.

Bei den Zahlentafeln ist für „Deutschland", soweit nichts anderes bemerkt, das Gebiet vom 31. Dezember 1937 zugrunde gelegt worden. Die Einteilung nach Bezirken geht auf die Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie zurück. Da für die einzelnen Werke die Unterlagen aller Berichtsjahre nicht mehr verfügbar sind, war eine genaue Aufgliederung der für das jeweilige Reichsgebiet zusammengestellten Statistiken auf Gebiete nicht in allen Fällen möglich; so sind wohl kleinere Fehler besonders in den Angaben für Schlesien sowie für Mittel- und Süddeutschland möglich. Aus Mangel an Werksunterlagen ist auch eine Aufteilung auf die derzeitigen Besetzungszonen nicht durchzuführen. *Bild 1* gibt einen rohen Ueberblick über die Unterschiede zwischen Besetzungszonen und den in der Statistik genannten Bezirken. Im wesentlichen entfallen auf

1. die amerikanische Zone
   ein kleiner Anteil des Sieg-, Lahn- und Dillgebiets,
   ein Teil von Mittel- und Süddeutschland und
   zwei Betriebe der Bezirksgruppe Südwest;
2. die englische Zone
   der größte Teil von Rheinland-Westfalen,
   der größere Teil des Sieg-, Lahn- und Dillgebiets,
   der sonstige Nordwesten und
   ein erheblicher Teil der Leistung des Bezirks Mittel- und Süddeutschland;
3. die französische Zone
   fast die ganze Bezirksgruppe Südwest, die im wesentlichen dem Saargebiet entspricht, und
   ein kleiner Teil des Sieg-, Lahn- und Dillgebiets;
4. das polnisch verwaltete Gebiet
   Schlesien und
   drei Betriebe des Bezirks Mittel- und Süddeutschland, und schließlich
5. die russische Zone
   ein erheblicher Teil des Bezirks Mittel- und Süddeutschland.

Um Wiederholungen bei den Einzelstatistiken über Roheisen, Rohstahl und Walzstahl zu vermeiden, seien Angaben über die Einwirkung der Kriegsereignisse auf die verschiedenen Industriebezirke vorweggenommen.

Das Saargebiet wurde mit Kriegsausbruch geräumt, so daß seine Werke vollständig zum Erliegen kamen. Erst kurze Zeit nach Beginn des Feldzuges im Westen — etwa Ende Mai 1940 — wurde der Wiederbetrieb der Werke in die Wege geleitet. Er nahm im Hinblick auf die Schäden, die zum Teil auf die überhastete Stillegung, zum Teil auf die lange Zeit der Nichtbenutzung zurückzuführen waren, mehrere Wochen in Anspruch; zerstörte Brücken und Bahnanlagen verzögerten weiter den vollen Betrieb. Im November und Dezember 1944 wurde das Saargebiet von neuem Kriegsschauplatz, wobei die Erzeugung wieder ganz zum Erliegen kam.

Das Industriegebiet an der östlichen Grenze — Schlesien — ist bis etwa Januar 1945 ohne wesentliche Kriegseinwirkung geblieben. Seine Leistung, besonders sein Anteil an der gesamten deutschen Erzeugung, stieg deshalb stetig.

Das Ruhrgebiet hatte dagegen seit Kriegsbeginn immer größere Ausfälle, zunächst durch das Fehlen ausländischer Rohstoffe, auf die die Werke eingestellt waren, von 1943 auch durch Fliegerangriffe. Von März oder April 1945 an, nachdem die Front an den Rhein und schließlich über den Rhein gerückt war, konnten die Werke nicht mehr arbeiten.

Vom Sieg-, Lahn- und Dillgebiet und dem übrigen Nordwesten ist nichts Besonderes zu bemerken. Die Verschiebung im Anteil des Sieggebiets an der Walzerzeugung ist vor allem auf die während des Krieges verringerte Nachfrage nach dünnen Feinblechen und Weißblechen zurückzuführen, auf die die Siegerländer Werke vor allem eingestellt sind.

Die Leistung des Bezirks Mittel- und Süddeutschland an Roheisen und Rohstahl nahm von 1941 sprunghaft zu, als die im Jahre 1937 begonnenen Reichswerke AG. für Erzbergbau und Eisenhütten[2]) in ihrer ersten Ausbaustufe in Watenstedt in Betrieb kamen.

### Die Roheisenerzeugung

Für die Hochofenwerke, deren Erzeugung *Zahlentafel 2* wiedergibt, war die wesentliche Kriegsfolge, daß die Einfuhr ausländischer Erze, die verständlicherweise mehr Eisen enthalten und sich mit geringerem Aufwand an Brennstoff und Arbeit verhütten lassen als die in Deutschland vorkommenden geringwertigen Erze[3]), eingeschränkt oder unterbunden wurde.

Am stärksten wirkte sich die Notwendigkeit, auf die einheimischen Rohstoffe überzugehen, bei den Ruhrwerken aus; ihre absolute Erzeugung und ihr Anteil an der gesamten Leistung ist deshalb während des Krieges erheblich gesunken *(Zahlentafel 2)*.

Der Durchsatz größerer Ballastmengen läßt die Leistungsfähigkeit eines Hochofens an Roheisen sinken. Ueber den Anstieg der Schlackenmenge je t Roheisen während des Krieges ist nur eine Statistik der Fachgruppe Hochofenschlacke verfügbar, die eine Aufgliederung auf das Reichsgebiet von 1937 nicht zuläßt, also nicht streng vergleichbare Zahlen liefert. Immerhin zeigt *Zahlentafel 3*, daß die Schlackenmenge in der Zeit von 1940 bis 1943 um etwa 300 kg/t Roheisen, also um etwa 45 %, höher als 1936 lag. Durch Vorbereitung der Erze, für die einige neue Anlagen während des

Zahlentafel 3. Entfall an Hochofenschlacke bei der Roheisenerzeugung und deren Verwertung[1])

| Jahr | Entfall an Hochofenschlacke 1000 t | Roheisenerzeugung 1000 t | Schlackenmenge je t Roheisen kg | Verwertete Schlacke 1000 t | Verwertete Schlacke % des Entfalls |
|---|---|---|---|---|---|
| 1936 | 10 270 | 15 303 | 671 | 6 821 | 68,1 |
| 1937 | 11 830 | 15 958 | 741 | 7 295 | 57,5 |
| 1938 | 13 830 | 18 595 | 742 | 8 377 | 69,9 |
| 1939 | 13 900 | 18 478 | 752 | 10 169 | 72,8 |
| 1940 | 14 453 | 15 548 | 930 | 7 761 | 53,7 |
| 1941 | 19 980 | 20 243 | 990 | 8 838 | 44,2 |
| 1942 | 20 652 | 21 096 | 979 | 6 546 | 31,4 |
| 1943 | 21 975 | 23 034 | 954 | 8 088 | 36,8 |
| 1944 | 17 118 | 17 963 | 903 | 8 550 | 49,7 |

[1]) Nach der Statistik der Fachgruppe Hochofenschlacke. In ihr ist von 1938 an Oesterreich, von 1940 an Lothringen und Luxemburg enthalten.

Krieges in Betrieb kamen, suchte man die Hochöfen zu entlasten; auf sie ist das, wenn auch geringfügige, Sinken des Schlackenanteils seit 1941 vor allem zurückzuführen. Nebenbei sei zu *Zahlentafel 3* noch erwähnt, daß während des Krieges eine Ausnutzung der Hochofenschlacke nicht mehr in dem Maße wie vorher möglich war und ein bedeutend größerer Anteil auf die Halde geschüttet werden mußte.

Die Verschiebungen in der Sortenaufteilung ergeben sich auf der einen Seite aus den verfügbaren Rohstoffen, die zu einem kleineren Anteil des Thomasstahls an der gesamten Rohstahlerzeugung führten, auf der anderen Seite aus dem Absinken der Gußeisenerzeugung. Unter den Sonderroheisen, die neben dem kalterblasenen Siegerländer Gießerei-

[2]) Siehe Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 862.

[3]) Bansen, H., u. E. Krebs: Arch. Eisenhüttenw. 14 (1940/41) S. 91/105 (Hochofenaussch. 192); Schumacher, H.: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 353/63 (Hochofenaussch. 181); Wilhelmi, A.: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 501/11 (Hochofenaussch. 182); Senfter, E.: Arch. Eisenhüttenw. 12 (1938/39) S. 49/64 (Hochofenaussch. 173); Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 1041/3 (Hochofenaussch. 210); Wesemann, F.: Arch. Eisenhüttenw. 13 (1939/40) S. 114/22 (Hochofenaussch. 186).

eisen seit 1943 getrennt ausgewiesen werden, sind vor allem Vanadin- und Chromeisen zu verstehen[4]). Bekanntlich enthalten fast alle phosphorreichen Eisenerze geringe Mengen Vanadin, das im Hochofen vollständig reduziert wird und ins Roheisen übergeht. Das Vanadin kann durch Oxydation wieder leicht in eine Schlacke übergeführt werden. Bei dem üblichen geringen Anteil an Vanadin im Erz und damit im Roheisen ist das Verfahren aber schwer so zu lenken, daß man gleich durch eine einzige Oxydation eine Schlacke mit einem für die weitere Verarbeitung — heute im wesentlichen durch chemische Auslaugung — ausreichenden Vanadingehalt erzielt. Man muß sich damit abfinden, daß außer Vanadin auch noch ein erheblicher Teil des Eisens und sonstiger Eisenbegleiter oxydiert wird und man erst durch nochmalige Verhüttung der Schlacke im Hochofen ein Vanadinroheisen mit einem wirtschaftlichen Vanadingehalt von etwa 0,3 bis 0,5 % erhält. Um den Chromgehalt aus niedriglegiertem Stahlschrott, der für Elektro- oder Siemens-Martin-Oefen wenig geeignet ist, zu gewinnen, wurde er im Hochofen mit Chromerz auf ein Roheisen mit nur etwa 8 bis 12 % Cr verarbeitet.

### Die Rohstahlerzeugung

Die Aufteilung des Rohstahls auf Sorten und Gebiete gibt *Zahlentafel 4.*

Wie bei keinem anderen Lande ist für die deutschen Stahlwerke das Verhältnis von Thomasstahl zu Siemens-Martin-Stahl (vgl. *Zahlentafel 5)* von Bedeutung. Im Hinblick auf leicht erreichbare Erze am Harz, aus Schweden und Lothringen, die phosphorreich sind, hatte sich die Eisenindustrie an der Ruhr, an der Saar und in Mitteldeutschland seit der Erfindung des Thomasverfahrens auf dieses eingestellt. Anderseits liegen die Gestehungskosten des Thomasstahls nicht so weit unter denen des Siemens-Martin-Stahls, daß nicht bei ziemlich geringen Verschiebungen in dem Verhältnis des Preises von Eisenerz zu Schrott das Siemens-Martin-Verfahren wirtschaftlicher werden könnte, ganz abgesehen davon, daß der Siemens-Martin-Stahl einen breiteren Anwendungsbereich hat. Das gilt besonders, wenn für das Thomasroheisen arme Erze mit viel Gangart wie aus dem Salzgitterer und Dogger-Bezirk herangezogen werden müssen; die Aufbereitung und Verhüttung dieser Erze erfordert viel Arbeit und Brennstoff, so daß nach dem Siemens-Martin-Verfahren Stahl mit geringerem Aufwand erzeugt werden kann, wenn ein reichliches Angebot von Schrott und phosphorärmeren Erzen vorliegt. So ist in Deutschland seit etwa 1914, d. h. seitdem die Rohstoffgrundlage ziemlich labil war, ein ständiges Auf und Ab im Anteil von Siemens-Martin-Stahl zu Thomasstahl zu beobachten *(Bild 2)*. Damit ist der Nachteil verbunden, daß man für beide Erzeugungsverfahren Anlagen bereithalten muß, die im allgemeinen nicht gleichzeitig voll betrieben werden können, also die Ausnutzung der Leistungsfähigkeit schlechter sein muß. Ein Vergleich mit der Entwicklung der Vereinigten Staaten von Amerika, für die die genauen Statistiken des American Iron and Steel Institute in *Bild 2* herangezogen wurden

Zahlentafel 4. Erzeugung an Rohstahl von 1938 bis 1944[1])
(In 1000 t)

| Bezirk | Erzeugnis | 1938 Blöcke und Guß | 1938 davon Guß | 1939 Blöcke und Guß | 1939 davon Guß | 1940 Blöcke und Guß | 1940 davon Guß | 1941 Blöcke und Guß | 1941 davon Guß | 1942 Blöcke und Guß | 1942 davon Guß | 1943 Blöcke und Guß | 1943 davon Guß | 1944 Blöcke und Guß | 1944 davon Guß |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rheinland-Westfalen | Thomasstahl[2])[3]) | 6 496 | 121 | 6 826 | 163 | 5 226 | 249 | 5 075 | 228 | 4 960 | 238 | 5 048 | 289 | 4 288 | 297 |
| | Siemens-Martin-Stahl | 8 899 | 311 | 8 646 | 328 | 7 633 | 282 | 7 591 | 293 | 7 111 | 250 | 6 360 | 195 | 5 543 | 169 |
| | Elektrostahl[3]) | 613 | 76 | 752 | 84 | 829 | 126 | 947 | 143 | 987 | 137 | 1 113 | 173 | 1 096 | 202 |
| | Schweißstahl | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 5 | 0 |
| | alle Sorten | 16 008 | 508 | 16 224 | 575 | 13 728 | 657 | 13 613 | 664 | 13 058 | 625 | 12 526 | 657 | 10 932 | 668 |
| Sieg-, Lahn- u. Dillgebiet | Thomasstahl[2])[3]) | 6 | 6 | 10 | 10 | 20 | 20 | 24 | 24 | 30 | 30 | 43 | 43 | 53 | 53 |
| | Siemens-Martin-Stahl | 418 | 7 | 382 | 5 | 319 | 5 | 338 | 23 | 320 | 23 | 354 | 41 | 296 | 30 |
| | Elektrostahl[3]) | 23 | 5 | 38 | 8 | 65 | 15 | 68 | 10 | 76 | 12 | 109 | 21 | 95 | 19 |
| | Schweißstahl | 6 | 0 | 6 | 0 | 6 | 0 | 5 | 0 | 4 | 0 | 4 | 0 | 3 | 0 |
| | alle Sorten | 453 | 18 | 436 | 23 | 410 | 40 | 435 | 57 | 430 | 65 | 510 | 105 | 447 | 102 |
| Sonstiger Nordwesten | Thomasstahl[2])[3]) | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Siemens-Martin-Stahl | 350 | 8 | 365 | 12 | 347 | 19 | 371 | 18 | 344 | 25 | 383 | 30 | 325 | 20 |
| | Elektrostahl[3]) | 0 | 0 | 6 | 1 | 16 | 5 | 17 | 2 | 20 | 2 | 23 | 1 | 21 | 0 |
| | Schweißstahl | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | alle Sorten | 352 | 10 | 372 | 14 | 364 | 25 | 388 | 20 | 364 | 27 | 406 | 31 | 346 | 20 |
| Südwesten | Thomasstahl[2])[3]) | | | | | | | 1 803 | 41 | 1 761 | 57 | 1 920 | 87 | 1 369 | 87 |
| | Siemens-Martin-Stahl | 567 | 3 | 436 | 2 | | | 512 | 3 | 480 | 3 | 518 | 3 | 387 | 5 |
| | Elektrostahl[3]) | weitere Sortenaufteilung nicht möglich | | | | | | 72 | 28 | 84 | 39 | 97 | 51 | 84 | 44 |
| | Schweißstahl | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | alle Sorten | 2 573 | 3 | 2 033 | 2 | 1 156 | ? | 2 387 | 72 | 2 325 | 99 | 2 535 | 141 | 1 840 | 136 |
| Mittel- und Süddeutschland | Thomasstahl[2])[3]) | | | | | | | 1 355 | 63 | 1 537 | 95 | 1 698 | 127 | 1 654 | 147 |
| | Siemens-Martin-Stahl | Sortenaufteilung nicht möglich | | | | | | 1 698 | 148 | 1 774 | 159 | 1 838 | 181 | 1 780 | 172 |
| | Elektrostahl[3]) | | | | | | | 370 | 141 | 393 | 136 | 524 | 167 | 559 | 181 |
| | Schweißstahl | | | | | | | 23 | 0 | 16 | 0 | 16 | 0 | 16 | 0 |
| | alle Sorten | 2 838 | ? | 2 988 | ? | 2 496 | ? | 3 446 | 352 | 3 720 | 390 | 4 076 | 475 | 4 009 | 500 |
| Schlesien | Thomasstahl[2])[3]) | | | | | | | 21 | 21 | 27 | 27 | 47 | 47 | 54 | 54 |
| | Siemens-Martin-Stahl | Sortenaufteilung nicht möglich | | | | | | 511 | 25 | 494 | 8 | 551 | 14 | 537 | 0 |
| | Elektrostahl[3]) | | | | | | | 35 | 22 | 62 | 20 | 107 | 32 | 153 | 50 |
| | Schweißstahl | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | alle Sorten | 432 | ? | 455 | ? | 987 | ? | 567 | 68 | 583 | 55 | 640 | 93 | 744 | 104 |
| Deutsches Reich | Thomasstahl[2])[3]) | 9 479 | 170 | 9 407 | 227 | 7 192 | 356 | 8 278 | 377 | 8 315 | 447 | 8 756 | 593 | 7 418 | 638 |
| | Siemens-Martin-Stahl | 12 266 | 446 | 11 950 | 487 | 10 640 | 489 | 11 022 | 510 | 10 523 | 468 | 10 004 | 464 | 8 868 | 396 |
| | Elektrostahl[3]) | 881 | 184 | 1 121 | 207 | 1 281 | 289 | 1 509 | 346 | 1 622 | 346 | 1 973 | 445 | 2 008 | 496 |
| | Schweißstahl | 30 | 0 | 30 | 0 | 28 | 0 | 27 | 0 | 20 | 0 | 25 | 0 | 24 | 0 |
| | alle Sorten | 22 656 | 800 | 22 508 | 921 | 19 141 | 1134 | 20 836 | 1233 | 20 480 | 1261 | 20 758 | 1502 | 18 318 | 1530 |

[1]) Bis 1942 nach den Statistiken der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie, für 1943 und 1944 nach Reichsvereinigung Eisen. — [2]) Soweit für Stahlguß verzeichnet, Bessemerstahl. Von 1943 an einschl. windgefrischter Austauschstähle. — [3]) Tiegelstahl wurde bis 1942 mit Elektrostahl, 1943 und 1944 mit Bessemerstahl zusammen erfaßt. Einzelangaben liegen nur vor für 1941, wo die Tiegelstahlerzeugung rd. 6000 t, davon rd. 1000 t für Formguß betrug, und für 1942, wo rd. 5000 t Tiegelstahl, davon weniger als 500 t für Guß erzeugt wurden. Fast die ganze Menge dieses Tiegelstahls entfiel auf das Ruhrgebiet.

Zahlentafel 5. Anteil der Stahlerzeugungs-Verfahren an der deutschen Rohstahlerzeugung

| Stahlart | 1938 % | 1939 % | 1940 % | 1941 % | 1942 % | 1943 % | 1944 % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Thomasstahl | 41,08 | 40,78 | 35,71 | 37,92 | 38,42 | 39,32 | 37,03 |
| Bessemerstahl | 0,75 | 1,01 | 1,86 | 1,81 | 2,18 | 2,86 | 3,48 |
| Siemens-Martin-Stahl | 54,13 | 53,09 | 55,59 | 52,90 | 51,38 | 48,19 | 48,39 |
| Elektrostahl[1]) | 3,89 | 4,98 | 6,69 | 7,24 | 7,92 | 9,50 | 10,97 |
| Schweißstahl[1]) | 0,13 | 0,13 | 0,15 | 0,13 | 0,10 | 0,12 | 0,11 |

[1]) Die unbedeutenden Mengen an Tiegelstahl sind bis 1942 bei Elektrostahl, 1943 und 1944 bei Schweißstahl mit erfaßt.

[4]) Vgl. Hahn, R.: Vertr. Ber. Ver. dtsch. Eisenhüttenl. Nr. 59 (1944); Marenbach, H.: Stahl u. Eisen 65 (1945) S. 57/64 (Hochofenaussch. 223).

zeigt, wieviel günstiger und stetiger sie dort ist. Die Ausnutzung der Leistungsfähigkeit der Stahlwerke, die für diesen Vergleich noch erwünscht wäre, hat man in Deutschland nicht wie in Amerika laufend erfaßt.

Der Anteil des Thomasstahls ist in Deutschland von 1939 auf 1940, vor allem durch den Ausfall des Saargebiets, merklich gesunken. Daß er in den folgenden Jahren nicht mehr die Höhe von 1938 und 1939 erreichte, ist hauptsächlich in der starken Zunahme der Bessemer- und Elektrostahlerzeugung begründet. Weiter setzte die Gewinnung von Vanadinschlacke die Stahlerzeugung der Thomaswerke herunter. Schließlich spielen auch Werkstofffragen eine Rolle insofern, als ein Teil der Verarbeiter und Verbraucher Siemens-Martin-Stahl wegen seiner allgemeineren Verwendbarkeit bevorzugte. Die Reichsstelle Eisen und Metalle und die Reichsvereinigung Eisen suchten deshalb, die Nachfrage nach Siemens-Martin- und Thomasstahl durch eine Anordnung auszugleichen[5]).

Hierzu trug die Entwicklung der sogenannten windgefrischten Austauschstähle[6]) merklich bei, von denen man vereinbarungsgemäß seit 1943 zwei Gruppen unterschied:

1. PN-Stähle, die durch Phosphorgehalte unter 0,060 % und Stickstoffgehalte unter 0,0.2 % gekennzeichnet sind, oder auch bis 0,016 % $N_2$ bei höchstens 0,045 % P enthalten dürfen;
2. Alto-Stähle, die einen Gehalt an metallischem Aluminium von etwa 0,010 % bei den für Thomasstahl üblichen Phosphor- und Stickstoffgehalten aufweisen.

In beiden Fällen handelt es sich um Stähle aus der Thomasbirne. Bei den PN-Stählen strebt man durch entsprechenden Einsatz und Blasverlauf[7]) einen niedrigen Phosphor- und Stickstoffgehalt an, so daß die Verarbeitungseigenschaften von Siemens-Martin-Stahl erreicht werden. Der Alto-Stahl wird mit Silizium und Aluminium so weit desoxydiert, daß die für üblichen unberuhigten Thomasstahl bezeichnende Trennbruchempfindlichkeit beseitigt oder ausreichend vermindert wird.

Ueber die Erzeugung an windgefrischten Austauschstählen, die seit 1943 in der Statistik besonders erfaßt wurden, liegen nur mehr folgende Zahlen vor:

Für Deutschland, Lothringen und Luxemburg zusammen

| | 2. Halbjahr 1943 | ganzes Jahr 1944 |
|---|---|---|
| an PN-Stahl | 526 100 t | 627 197 t |
| an Alto-Stahl | 173 900 t | 298 102 t |
| an windgefrischten Austauschstählen gesamt | 700 000 t | 925 299 t |

aus dem ganzen Jahr 1943

| | |
|---|---|
| für das Ruhrgebiet | 561 000 t |
| Saargebiet | 99 000 t |
| Mitteldeutschland | 4 000 t |
| für das Altreich | 664 000 t |

Im Jahre 1943 machten die windgefrischten Austauschstähle demnach im Altreich etwa 15 % der Thomasstahlerzeugung aus, während der Anteil, bezogen auf die Thomasstahlgewinnung Deutschlands, Lothringens und Luxemburgs zusammen, 1943 und 1944 bei etwa 9 % gelegen hat.

Daß das Fertigmachen von Thomasvormetall in Siemens-Martin- oder Elektroöfen während des Krieges beibehalten, in den Jahren 1942 und 1943 sogar gegenüber 1941 ausgedehnt wurde (vgl. *Zahlentafel 6)*, findet auch in dem Streben nach Gütesteigerung seine Ursache.

Der Anstieg des Bessemerstahls ist, wie *Zahlentafel 7* zeigt, auf die Entwicklung beim Stahlguß, für den er allein verwendet wurde, zurückzuführen. Nachdem der Anteil des Stahlgusses an der Rohstahlerzeugung seit 1924 merklich kleiner geworden war, nimmt er seit 1934 wieder erheblich zu. Für den Ausbau der Stahlgießereien sind Klein-Bessemerbirnen besonders geeignet, da sie in Anschaffung und Betrieb billig sind und einen für viele Zwecke ausreichenden Stahl liefern.

Auch in die rasche Zunahme des Elektrostahls spielte die Entwicklung beim Stahlguß hinein. Daß seit etwa 25 Jahren der Anteil des Elektrostahls am Stahlguß — wie übrigens

Zahlentafel 6. Anteil des Vorschmelzstahls an der Rohstahlerzeugung

| Jahr | Thomas-Vormetall | | | | Sonstiger Vorschmelzstahl | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Erzeugung 1000 t | für Siemens-Martin-Stahlblöcke 1000 t | für Elektrostahlblöcke 1000 t | für Stahlguß 1000 t | Erzeugung 1000 t | für Siemens-Martin-Stahlblöcke 1000 t | für Elektrostahlblöcke 1000 t | für Stahlguß 1000 t |
| 1940 | 1338 | 1136 | 194 | 8 | 90 | 25 | 63 | 1 |
| 1941 | 1197 | 971 | 220 | 4 | 85 | 30 | 52 | 3 |
| 1942 | 1410[1]) | 1158 | 243 | 7 | 91 | 25 | 61 | 4,5 |
| 1943 | 1518 | 1248[2]) | 270[2]) | ? | ? | ? | 187[2]) | ? |

[1]) Davon 1600 t für Thomas-Stahlblöcke. [2]) Darin auch Stahlguß.

Zahlentafel 7. Erzeugung an Rohstahl für Stahlguß[1])

| Jahr | Rohstahlguß-Erzeugung 1000 t | Anteil in % des Bessemerstahls | sauren Siemens-Martin-Stahls | basischen Siemens-Martin-Stahls | Elektrostahls |
|---|---|---|---|---|---|
| 1920 | 286 | 41,3 | | 54,2 | 4,5 |
| 1921 | 284 | 32,7 | | 63,7 | 3,5 |
| 1922 | 336 | 35,7 | | 60,4 | 3,9 |
| 1923 | 202 | 26,3 | | 65,2 | 8,4 |
| 1924 | 330 | 35,2 | | 61,2 | 3,5 |
| 1925 | 309 | 34,9 | | 61,2 | 3,9 |
| 1926 | 194 | 32,5 | | 62,3 | 5,2 |
| 1927 | 303 | 33,3 | | 61,3 | 5,3 |
| 1928 | 281 | 31,6 | | 62,2 | 6,1 |
| 1929 | 297 | 29,6 | | 63,0 | 7,4 |
| 1930 | 231 | 28,6 | | 62,7 | 8,7 |
| 1931 | 169 | 35,5 | | 66,8 | 7,7 |
| 1932 | 174 | 23,6 | | 67,8 | 8,6 |
| 1933 | 188 | 28,7 | | 61,2 | 10,1 |
| 1934 | 294 | 29,9 | | 59,2 | 10,9 |
| 1935 | 437 | 19,0 | 10,5 | 55,6 | 14,9 |
| 1936 | 593 | 22,6 | 9,6 | 51,4 | 16,4 |
| 1937 | 665 | 22,5 | 9,8 | 47,6 | 20,1 |
| 1938 | 800 | 21,2 | 55,8 | | 23,0 |
| 1939 | 921 | 24,6 | 52,9 | | 22,5 |
| 1940 | 1134 | 31,4 | 43,1 | | 25,5 |
| 1941 | 1233 | 30,6 | 41,4 | | 28,0 |
| 1942 | 1261 | 35,5 | 37,1 | | 27,4 |
| 1943 | 1502 | 39,5 | 30,9 | | 29,6 |
| 1944 | 1530 | 41,9 | 25,6 | | 32,5 |

[1]) Nach den Statistiken des Vereins deutscher Stahlformgießereien und der Fachgruppe Stahlformgießereien.

die Elektrostahlerzeugung auf der ganzen Welt (vgl. *Bild 3)* — nur mit geringen Konjunkturschwankungen stark ansteigt, hängt mit den Eigenheiten des Elektroofens und der allgemeinen technischen Entwicklung zusammen:

1. Der Zug der Technik geht zu höherwertigen Stählen, für deren Herstellung Siemens-Martin-, Thomas- und Bessemer-Verfahren aus qualitativen Gründen weniger in Betracht kommen.
2. Elektroöfen sind auch in kleineren Einheiten schon wirtschaftlich, in denen Siemens-Martin-Oefen üblicherweise nicht gebaut werden.
3. Aber auch in größeren Einheiten ist der Elektroofen, nachdem der Stromverbrauch je t Stahl und der Strompreis ständig gesenkt werden konnten, wettbewerbsfähig[8]).
4. Bei unterbrochenem Betrieb, zumal wenn kleine Mengen Stahles wechselnder Zusammensetzung benötigt werden, sind Elektroöfen billiger als Siemens-Martin-Oefen.
5. Der Legierungsverbrauch ist im Elektroofen sowohl infolge besserer Rückgewinnung aus dem Schrott als auch durch verringerten Abbrand günstiger; wenn Legierungsmittel teuer sind oder an ihnen aus anderen Gründen ge-

[5]) Siehe Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 974/75.

[6]) Eichholz, W., u. T. Kootz: Vertr. Ber. Ver. dtsch. Eisenhüttenl. Nr. 40 (1943); Daeves, K., u. H. Hauttmann: Vertr. Ber. 44 (1943); Naeser, G.: Vertr. Ber. 67 (1944); Holtmann, W., u. K. Daeves: Vertr. Ber. 70 (1944); Kootz, T.: Vertr. Ber. 72 (1944); Hauttmann, H.: Vertr. Ber. 78 (1944).

[7]) Vgl. auch Colclough, T. P., u. J. Simpson: Iron Coal Tr. Rev. 152 (1946) S. 621/22.

[8]) Rohland, W.: Vertr. Ber. Ver. dtsch. Eisenhüttenl. Nr. 6 (1940); Kral, H.: Vertr. Ber. 22 (1941); Phelps, H. F.: Iron Steel Engr. 18 (1941) Nr. 4, S. 53/60.

spart werden muß, wird man für die Erschmelzung legierter Stähle Elektroöfen bevorzugen, selbst wenn eine qualitative Notwendigkeit nicht vorliegt.

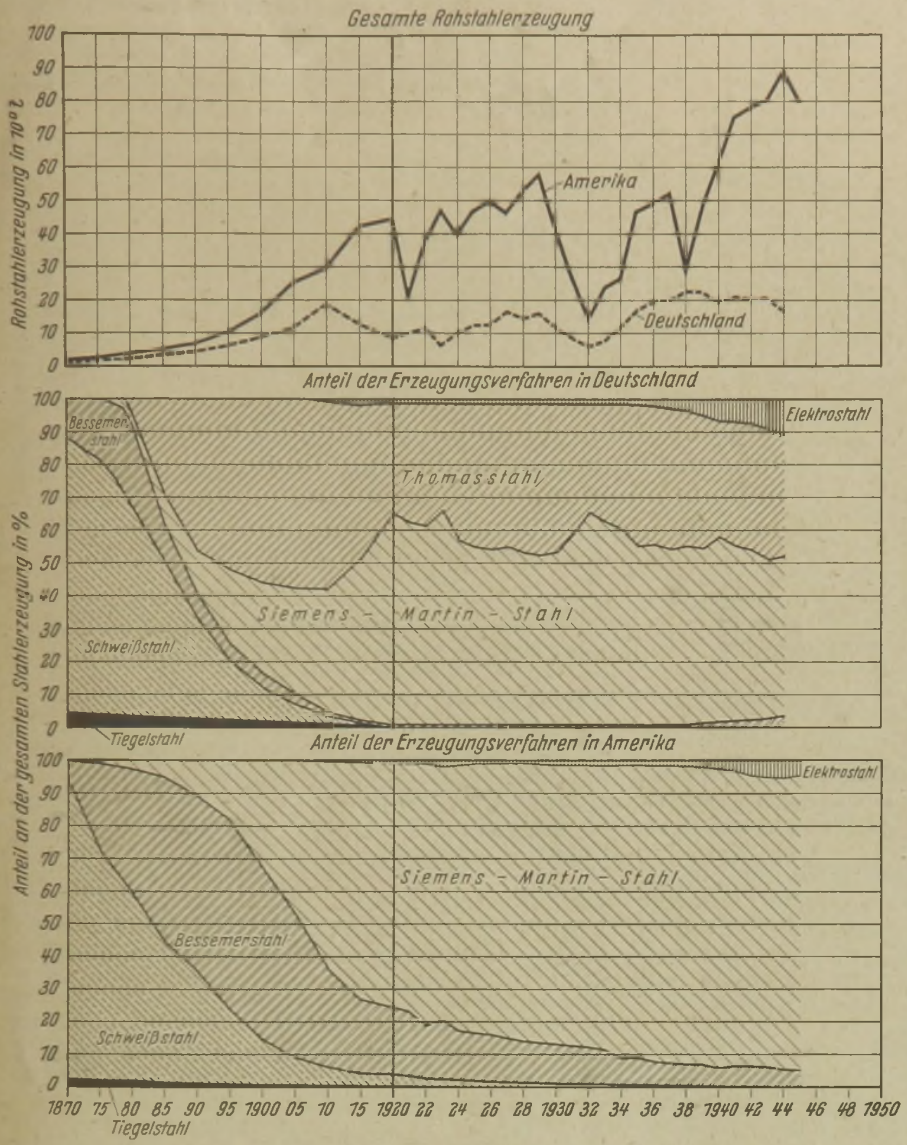



Bild 2. Anteil der Erzeugungsverfahren an der Rohstahlmenge in Deutschland und in den Vereinigten Staaten von Amerika.

einem beliebigen Anteil von Stahl aus Elektroöfen — etwa in der Pfanne — gemischt oder mit Schlacke aus dem Elektroofen behandelt wurde[9]). Die hierunter fallenden Stahlmengen sind nicht bekannt. Außerdem sei nicht vergessen, daß durch Einsatz von flüssigem Vormetall aus Siemens-Martin-Oefen, Thomas- oder Bessemerbirnen[10]) die Leistung der Elektroöfen verbessert wurde. Die nur für 1940 bis 1944 verfügbaren Zahlen sind in *Zahlentafel 6* zusammengestellt.

### Erzeugung legierter Stähle

Von ständig steigender Bedeutung für die Technik seit ihrem Aufkommen sind die legierten Stähle. In Deutschland hat man ihren Anteil an der Rohstahlerzeugung erst seit 1939 genauer erfaßt, nachdem die Vorarbeiten zu einer solchen Statistik seit 1936 liefen. Aus den noch greifbaren Unterlagen ist *Zahlentafel 8* zusammengestellt worden, die sich auf die Erschmelzung von legiertem und unlegiertem Edelstahl im Deutschen Reich und den jeweiligen Einflußgebieten für die Zeit von September 1939 bis zum Oktober 1944 beziehen. Da eine Aussonderung des Raumes innerhalb der Grenzen von 1937 nicht mehr möglich ist, ist die gesamte Rohstahlerzeugung für die in Frage kommenden Gebiete in *Zahlentafel 8* mit angeführt worden. Mit den vorhergehenden Angaben über die Rohstahlerzeugung sind diese Zahlen also nicht genau vergleichbar. Der Anteil des legierten Stahles ist z. B. in Lothringen und Luxemburg ohne Zweifel kleiner als im Altreich, dagegen in Oesterreich und in der Tschechoslowakei größer gewesen.

Dabei sei besonders erwähnt, daß sich *Zahlentafel 8* auf Edelstahl bezieht, der sowohl legiert als auch unlegiert sein kann. Eine

Zahlentafel 8
Die Erzeugung Deutschlands an legierten und unlegierten Edelstählen von September 1939 bis zum Oktober 1944[1])

| Jahr | Gesamte Rohstahlerzeugung | | | | | Edelstahlerzeugung | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | davon | | | | | | | Baustähle | | Chemisch beständige Stähle | | | Physikalische Stähle | Schnellarbeitsstähle | Werkzeugstähle | |
| | gesamt | Siemens-Martin-Stahl | Thomasstahl | Elektrostahl | Bessemer-, Tiegel- und Schweißstahl | gesamt | | davon legiert | gesamt | davon unlegiert | gesamt | davon nichtrostend | davon hitzebeständig | | | gesamt | davon unlegiert |
| | 1000 t | 1000 t | 1000 t | 1000 t | 1000 t | 1000 t | % der Rohstahlerzeugung | | 1000 t | 1000 t | 1000 t | 1000 t | 1000 t | 1000 t | 1000 t | 1000 t | 1000 t |
| 1939[2]) | 6 488 | 4 252 | 2 412 | 423 | 91 | 605 | 9,32 | 6,45 | 492 | 150 | 32,2 | 12,0 | 20,2 | 1,3 | 6,9 | 71 | 36 |
| 1940 | 23 063 | 13 981 | 6 999 | 1 595 | 394 | 1944 | 8,42 | 5,67 | 1552 | 476 | 97,1 | 53,2 | 43,7 | 5,8 | 25,2 | 261 | 133 |
| 1941 | 32 039 | 16 466 | 12 697 | 2 105 | 531 | 2300 | 7,13 | 4,92 | 1929 | 592 | 97,1 | 62,0 | 35,1 | 5,8 | 28,0 | 255 | 124 |
| 1942 | 30 962 | 15 549 | 12 559 | 2 258 | 570 | 2578 | 8,33 | 5,52 | 2182 | 717 | 45,3 | 26,3 | 19,0 | 9,6 | 29,5 | 313 | 150 |
| 1943 | 34 621 | 15 957 | 15 183 | 2 948 | 748 | 3794 | 10,90 | 8,14 | 3420 | 840 | 56,1 | 29,5 | 26,6 | 9,8 | 37,4 | 298 | 126 |
| 1944[3]) | 25 652 | 13 499 | 9 690 | 2 787 | 666 | 3944 | 15,35 | 11,67 | 3715 | 774 | 54,6 | 25,9 | 28,7 | 7,5 | 23,2 | 284 | 132 |

[1]) Nach den Statistiken der Fachgruppe Edelstahl. In ihr ist die Erzeugung der jeweiligen Einflußgebiete mit erfaßt. — [2]) Nur für die Monate September bis Dezember; vorher wurde die Statistik nicht geführt. — [3]) Nur für die Monate Januar bis Oktober; für die folgenden Monate sind nur lückenhafte Unterlagen vorhanden.

Beim Vergleich der deutschen Erzeugungszahlen mit denen anderer Länder muß auch noch die Begriffsbestimmung für Elektrostahl berücksichtigt werden. Bis 1942 fällt unter sie der Stahl aus Lichtbogen-, Induktions- und Graphitstaböfen; seitdem wurde aber auch derjenige aus anderen Oefen — im allgemeinen aus Siemens-Martin-Oefen — stammende Stahl in der Statistik als Elektrostahl gezählt, der mit

technische Begriffsbestimmung für Edelstähle gibt es noch nicht; ihre endgültige Abgrenzung von den Nichtedelstählen — d. h. von den in den deutschen Ver-

[9]) Vgl. Stallmann, H.: Vertr. Ber. Ver. dtsch. Eisenhüttenl. Nr. 60 (1944); Herzog, E.: Vertr. Ber. 69 (1944); Krifka, O., u. F. Rapatz: Vertr. Ber. 77 (1944).
[10]) Holweg, E.: Vertr. Ber. Ver. dtsch. Eisenhüttenl. Nr. 71 (1944).

bänden so genannten Massen- und Qualitätsstählen — ist bei der Aufstellung der „Kriegsliste der Eisenwerkstoffe" im Jahre 1943 vereinbart worden, wobei man sich an die seit etwa 1914 eingespielten Gepflogenheiten gehalten hat[11]).

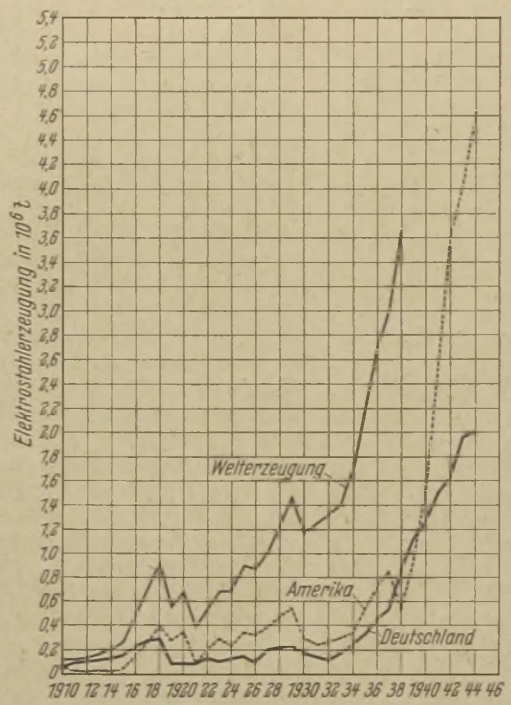



Bild 3. Die Entwicklung der Elektrostahlerzeugung von 1910 bis 1944.

Für den legierten Stahl hat die Reichsstelle für Eisen und Stahl im Jahre 1942 eine Begriffsbestimmung festgelegt, die nach der letzten Fassung durch das Verwaltungsamt für Stahl und Eisen wie folgt lautet:

Als legiert gelten Stähle, wenn die obere Grenze des vorgeschriebenen oder angestrebten Gehaltes an Silizium 0,50 %, an Mangan 0,80 %, an Aluminium oder Titan 0,10 % oder an Kupfer 0,25 % überschreitet oder wenn sonstige Legierungselemente — außer Phosphor und Schwefel — mit der Absicht, bestimmte Stahleigenschaften zu erzielen, zugesetzt werden.

Folgende Stähle gelten jedoch als unlegiert, soweit sie nur mit Silizium und/oder Mangan legiert sind: Automatenstähle, St 52, Stähle für nahtlose und geschweißte Behälter einschließlich Flaschen, Dampfkessel, Dampfleitungsrohre, Dynamobleche, Fahrzeugfedern, Federringe, Heißdampfkühler, Kultivatorfedern, Mahlkugeln, Oelfeldrohre, Pflugschare, Radreifen, Radsätze, Schienen, Siederohre, Transformatorenbleche, Trommeln, Ueberhitzerrohre, Ueberhitzersammler, Wasserabscheider und Wasserrohre. Es gibt also nach der deutschen Feststellung auch (Nicht-edel-) Stähle, die zwar im technischen Sinne als legiert anzusprechen sind, aber trotzdem im Hinblick auf die an sich geringwertigen Gehalte an Silizium und Mangan außerhalb der zunächst aus wirtschaftlichen Gründen aufgestellten Grenzen für legierte Eisenwerkstoffe bleiben.

[11]) Koßmann, W.: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 1333/36.

Der Anteil der legierten Stähle hat innerhalb Deutschlands und der Einflußgebiete erst 1943 den Satz von Ende 1939 wieder überschritten und ist dann allerdings 1944 erheblich gestiegen. Zum Teil liegt dies an der Verschiebung der Gebiete, die in der Statistik erfaßt wurden. 1940 und 1941 kamen die westlichen Länder, in denen die Edelstahlindustrie eine geringere Rolle als im Altreich, in Oesterreich und in der Tschechoslowakei spielt, hinzu, und 1944 schieden sie wieder aus. Daneben spiegelt sich in *Zahlentafel 8* die Tatsache wider, daß neuzeitliches Kriegsgerät viel hochwertige und legierte Stähle erfordert. Deshalb ist die Menge an unlegierten und legierten Baustählen, unter denen die Edelstähle für Munition, Panzer und Waffen miterfaßt sind, ständig gestiegen. Dagegen schränkte man den Verbrauch an nichtrostenden und hitzebeständigen Stählen zur Einsparung von Chrom und Nickel, besonders Ende 1941, erheblich ein.

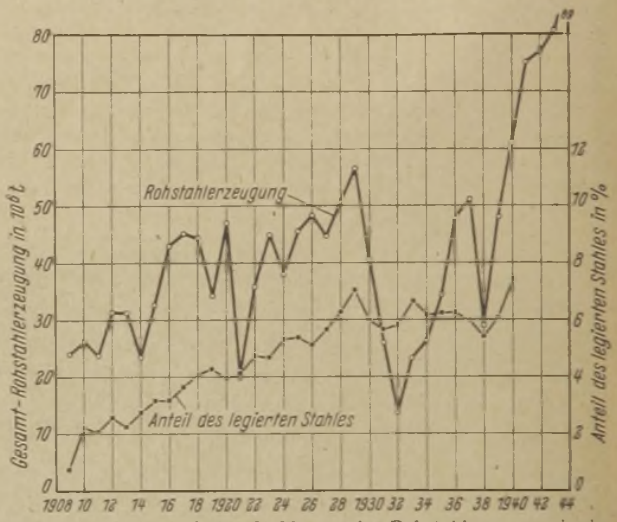



Bild 4. Anteil des legierten Stahles an der Rohstahlerzeugung in den Vereinigten Staaten von Amerika.

Zahlentafel 9. Erzeugung an warmgewalztem Halbzeug für den Absatz von 1938 bis 1943 (in 1000 t)

| Bezirk | 1938 | 1939 | 1940 | 1941 | 1942 | 1943 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rheinland-Westfalen | 402 | 560 | 609 | 592 | 679 | 1082,2 |
| Sieg-, Lahn- u. Dillgebiet | 2 | 3 | 10 | 13 | 13 | |
| Sonstiges Nordwestdeutschland | 13 | 18 | 10 | 11 | 10 | |
| Südwestdeutschland | 39 | 41 | 32 | 116 | 150 | ? |
| Mittel- und Süddeutschland | 83 | 193 | 162 | 537 | 497 | 729,8 |
| Schlesien | | | | 1 | 21 | ? |
| Deutsches Reich | 539 | 815 | 823 | 1270 | 1370 | ? |

Nach den Statistiken der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie.

Zahlentafel 10. Die Fertigerzeugung d

| Erzeugnis | 1938 | 1939 | 1940 | 1941 | 1942 | 1943 | 1944 | 1938 | 1939 | 1940 | 1941 | 1942 | 1943 | 1944 | 1938 | 1939 | 1940 | 1941 | 1942 | 1943 | 1944 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Rheinland-Westfalen | | | | | | | Sieg-, Lahn- und Dillgebiet | | | | | | | Sonstiger Nordwesten | | | | | | |
| Eisenbahnoberbau-Stoffe | 851 | 942 | 618 | 746 | 614 | 278 | 212 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 59 | 69 | 69 | 68 | 55 | 5 | |
| Formstahl | 554 | 531 | 440 | 281 | 231 | 166 | 134 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Breitflanschträger | | | | | | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | |
| Spundwände | | | | | | 38 | 17 | | | | | | 0 | 0 | | | | | | 0 | |
| Stäbe | 3 251 | 3394 | 2588 | 2175 | 2062 | 1981 | 1493 | 64 | 68 | 63 | 61 | 62 | 67 | 57 | 138 | 163 | 143 | 133 | 130 | 195 | |
| Walzdraht | 1 103 | 981 | 785 | 811 | 815 | 842 | 663 | 7 | 7 | 5 | 6 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Breitflachstahl | 258 | 272 | 222 | 191 | 171 | 184 | 201 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Bleche ≧ 4,76 mm Dicke | 1 409 | 1366 | 1198 | 1200 | 1138 | 1301 | 1141 | 92 | 74 | 80 | 86 | 34 | 6 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| ≧ 3,00 < 4,76 mm Dicke | 216 | 201 | 183 | 196 | 179 | 206 | 189 | 26 | 17 | 11 | 14 | 10 | 9 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| ≧ 1,00 < 3,00 mm Dicke | 313 | 328 | 290 | 327 | 318 | 381 | 373 | 138 | 160 | 138 | 125 | 100 | 137 | 153 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| ≧ 0,32 < 1,00 mm Dicke | 394 | 346 | 296 | 301 | 245 | 284 | 228 | 131 | 91 | 67 | 71 | 78 | 96 | 68 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 0,32 mm Dicke | 70 | 67 | 76 | 61 | 49 | 63 | 43 | 7 | 7 | 16 | 5 | 4 | 62 | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Weißbleche | 115 | 93 | 8 | 18 | 13 | 0 | 0 | 91 | 69 | 11 | 45 | 41 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Bänder und Röhrenstreifen | 704 | 634 | 555 | 598 | 572 | 688 | 595 | 7 | 7 | 10 | 10 | 7 | 8 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Röhren | 950 | 895 | 824 | 848 | 778 | 593 | 574 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Rollendes Eisenbahnzeug | 179 | 174 | 191 | 209 | 219 | 114 | 88 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 10 | 9 | 10 | 19 | 19 | |
| Sonstige Fertigerzeugnisse | 43 | 67 | 66 | 77 | 63 | 25 | 24 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 8 | 7 | 7 | 12 | 0 | 27 | 6 | |
| Alle Sorten | 10 410 | 10291 | 8340 | 8039 | 7467 | 7144 | 5975 | 568 | 500 | 401 | 423 | 338 | 397 | 344 | 211 | 249 | 233 | 211 | 231 | 225 | |

[1]) Bis 1942 nach den Statistiken der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie, für 1943 und 1944 nach Reichsvereinigung Eisen. — [2]) Einschließlich 737 000 t ohne weitere Sortenaufteilung. — [3]) Einschließlich 312 000 t ohne weitere Sortenaufteilung. — [4]) Einschl

Ueber die Erzeugung an Eisenwerkstoffen mit besonderen physikalischen Eigenschaften, zu denen die Dauermagnetstähle als wichtigste Gruppe gehören, an Werkzeug- und Schnellarbeitsstählen, braucht im Rahmen dieses Berichtes nichts weiter gesagt zu werden; ihr Verbrauch und damit ihre Herstellungsmenge war im wesentlichen durch Anordnungen und Kontingentsvorschriften der Reichsstelle Eisen und Metalle geregelt.

Ein Vergleich für die Erzeugung an legierten Stählen ist wieder nur mit den Vereinigten Staaten von Amerika möglich, für die Zahlen von 1908 bis 1940 vorliegen (*Bild 4*). Dabei muß berücksichtigt werden, daß nach dem American Iron and Steel Institute die Grenzen, von denen an ein Stahl als legiert zählt, bei wichtigen viel verwendeten Legierungselementen höher als in Deutschland angesetzt sind; seine Begriffsbestimmung lautet nämlich:

Ein Stahl gilt als legiert, wenn die untere Grenze des vorgeschriebenen Gehaltes überschreitet

| | |
|---|---|
| bei Nickel | 0,40 % |
| „ Chrom | 0,30 % |
| „ Kupfer | 0,50 % |
| „ Mangan | 1,65 % |
| „ Silizium | 0,50 % |
| „ Molybdän | 0,10 % |
| „ Vanadin, Wolfram, Kobalt, Titan und Zirkon | 0,0 % |

### Erzeugung der Warmwalzwerke

Bei der Herstellung von Halbzeug für den Absatz (*Zahlentafel 9*) fällt auf, daß seine Menge während des Krieges erheblich gestiegen ist, während sie seit Jahrzehnten durch das Streben, den Rohstahl aus wärmewirtschaftlichen und qualitativen Gründen möglichst im selben Werke fertigzuwalzen, stetig abnahm. Bei Verlagerungen oder Schäden mußte dieser Grundsatz während des Krieges manchmal verlassen werden. Die Hauptursache liegt aber in den steigenden Lieferungen von Knüppeln und Platinen, die statistisch als Halbzeug geführt werden, für die Erzeugung von Granaten und Hülsen an Pressereien und Ziehereien. Für 1943 sind die Zahlen nicht mehr für alle Gebiete zu beschaffen, für 1944 ganz unvollständig.

Die Menge der Walzfertigerzeugnisse (*Zahlentafel 10*) hat von 1938 bis 1940 und nochmals von 1943 bis auf 1944 erheblich abgenommen. Wie schon erwähnt, sind dafür neben den Kriegseinwirkungen auf die Arbeitsmöglichkeit der Werke Verschiebungen in den Aufträgen und Fertigungsverfahren ausschlaggebend: Halbzeug wurde in steigendem Umfange an Schmieden, Pressereien, Ziehereien und Plattierwerke der Nichteisenmetall-Industrie geliefert. Der Anteil höherwertiger Stähle und von Walzsorten, bei denen das Ausbringen aus allgemein technischen Gründen kleiner ist, nahm zu. Bemerkenswert sind die Verschiebungen z. B. bei Eisenbahnoberbau-Stoffen, Blechen, Bändern und Rohren, die in *Bild 5* mit den Zahlen für die Vereinigten Staaten Amerikas verglichen sind. Während vor dem Kriege seit längeren Jahren eine Entwicklung zu Walzerzeugnissen mit größerer Oberfläche je Gewichtseinheit, also zu Erzeugnissen mit kleineren Querschnitten, zu beobachten war, ist sie während des Krieges nicht mehr so eindeutig oder gar rückläufig. Ohne Zweifel ist dies in beiden Ländern nur auf Kriegsanforderungen zurückzuführen, so daß sich die Entwicklungsrichtung der Zeit vor 1939 auf die Dauer wieder durchsetzen wird.

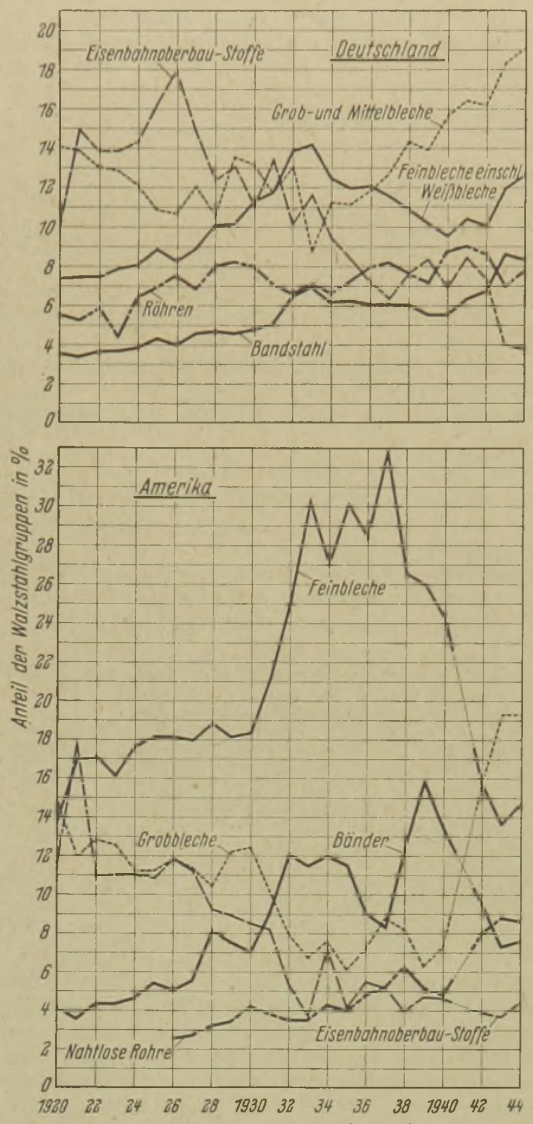



Bild 5. Anteil der Walzstahlgruppen an der Walzstahlerzeugung in Deutschland und den Vereinigten Staaten von Amerika

### Die Erzeugung der Schmieden und Schmiedepreßwerke

Ein Ueberblick über die Erzeugung aller Schmieden und Preßwerke wird durch Ueberschneidungen in der Zuständig-

alzwerke von 1938 bis 1944[1]) (in 1000 t)

| 938 | 1939 | 1940 | 1941 | 1942 | 1943 | 1944 | 1938 | 1939 | 1940 | 1941 | 1942 | 1943 | 1944 | 1939 | 1940 | 1941 | 1942 | 1943 | 1944 | 1938 | 1939 | 1940 | 1941 | 1942 | 1943 | 1944 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Südwesten | | | | | | | Mittel- und Süddeutschland | | | | | | | Schlesien | | | | | | Deutsches Reich | | | | | | |
| 139 | 106 | 25 | 98 | 93 | 88 | 45 | 121 | 83 | 82 | 107 | 79 | 70 | 70 | 30 | [7]) 9 | 8 | 7 | 3 | 11 | 1 170 | 1 230 | 803 | 1 027 | 848 | 444 | 358 |
| | | | | | 68 | 61 | | | | | | 165 | 169 | | | | | 15 | 12 | | | | | | 414 | 376 |
| 261 | 178 | 95 | 189 | 147 | | | 364 | 341 | 301 | 255 | 286 | | | 44 | [7])44 | 30 | 25 | | | 1 179 | 1 094 | 880 | 755 | 689 | | |
| | | | | | 16 | 7 | | | | | | 59 | 31 | | | | | 0 | 0 | | | | | | 75 | 38 |
| | | | | | 0 | 0 | | | | | | 0 | 0 | | | | | 0 | 0 | | | | | | 38 | 17 |
| 718 | 585 | 365 | 623 | 536 | | | 899 | 908 | 479 | 486 | 600 | | | 60 | 210 | 164 | 167 | | | 5 070 | 5 178 | 3 848 | 3 642 | 3 557 | | |
| | | | | | 602 | 399 | | | | | | 674 | 700 | | | | | 212 | 165 | | | | | | 3 731 | 2986 |
| 185 | 137 | 103 | 131 | 104 | 135 | 116 | 84 | 57 | 6 | 6 | 5 | 7 | 34 | 25 | 24 | 19 | 51 | 74 | 56 | 1 379 | 1 207 | 923 | 973 | 977 | 1 060 | 871 |
| [3]) | [3]) | 20 | 71 | 71 | 97 | 53 | [3]) | [3]) | 41 | 41 | 31 | 44 | 37 | 7 | 0 | 0 | 0 | 7 | 1 | 378 | 380 | 283 | 303 | 273 | 332 | 292 |
| [3]) | [3]) | 30 | 133 | 129 | 147 | 100 | [3]) | [3]) | 231 | 257 | 261 | 312 | 320 | 30 | 1 | 0 | 0 | 2 | 3 | 1 836 | 1 744 | 1 540 | 1 676 | 1 562 | 1 768 | 1572 |
| [3]) | [3]) | 20 | 49 | 55 | 62 | 24 | [3]) | [3]) | 67 | 82 | 73 | 68 | 67 | 9 | 3 | 0 | 0 | 3 | 1 | 365 | 323 | 284 | 341 | 317 | 348 | 290 |
| [3]) | [3]) | 6 | 58 | 45 | 49 | 41 | [3]) | [3]) | 81 | 110 | 120 | 125 | 129 | 10 | 15 | 0 | 0 | 17 | 18 | 632 | 648 | 530 | 620 | 583 | 709 | 714 |
| [3]) | [3]) | 3 | 29 | 29 | 37 | 31 | [3]) | [3]) | 94 | 79 | 85 | 101 | 102 | 15 | 7 | 22 | 10 | 9 | 2 | 692 | 582 | 467 | 502 | 447 | 527 | 431 |
| [3]) | [3]) | 1 | 14 | 13 | 15 | 9 | [3]) | [3]) | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 84 | 77 | 93 | 82 | 66 | 140 | 87 |
| 41 | 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 247 | 198 | 22 | 66 | 54 | 0 | - |
| 161 | 121 | 71 | 144 | 136 | 223 | 145 | 52 | 45 | 6 | 8 | 10 | 18 | 12 | 7 | 6 | 7 | 48 | 56 | 57 | 924 | 814 | 648 | 767 | 773 | 993 | 813 |
| [3]) | [3]) | 55 | 98 | 137 | 132 | 97 | [3]) | [3]) | 120 | 121 | 48 | 54 | 54 | 25 | 21 | 24 | 29 | 24 | 30 | 1 169 | 1 067 | 1 020 | 1 091 | 992 | 803 | 755 |
| [3]) | [3]) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | [3]) | [3]) | 28 | 16 | 29 | 22 | 18 | 6 | 0 | 12 | 16 | 10 | 7 | 224 | 226 | 228 | 247 | 283 | 165 | 122 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 71 | 0 | 67 | 63 | 47 | 3 | 3 | 0 | [7]) 9 | 8 | 17 | 0 | 1 | 119 | 13[illegible] | 154 | 148 | 156 | 44 | 40 |
| 51[2]) | 1506 | 794 | 1637 | 1497 | 1671 | 1128 | 2328 | 1746 | 1606 | 1636 | 1665 | 1722 | 1746 | 272 | 349 | 294 | 379 | 432 | 364 | 15 468 | 14 903 | 11 723 | 12 240 | 11 577 | 11 591 | 9762 |

eßlich 446 000 t ohne weitere Sortenaufteilung. — [2]) Einschließlich 343 000 t ohne weitere Sortenaufteilung. — [4]) Einschließlich Schlesien.
erreich; Aufteilung nicht möglich.

keit ihrer Organisationen und die Lückenhaftigkeit der Statistiken erschwert. Es standen Zahlen zur Verfügung

1. der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie für 1938 bis 1942 *(Zahlentafel 11)*. Von ihr wurden erfaßt:
   a) Freiformschmiedestücke, Kurbeln und lose Zapfen für Lokomotivradsätze sowie Ziehpreßteile aus Edelstahl in allen Gewichten,

Zahlentafel 11. Erzeugung der den Eisenhüttenwerken angeschlossenen Schmieden und Preßwerke von 1938 bis 1942[1])

| Bezirk | 1938 | 1939 | 1940 | 1941 | 1942 |
|---|---|---|---|---|---|
| Rheinland-Westfalen | 354 | 387 | 364 | 381 | 361 |
| Sieg-, Lahn- und Dillgebiet | 29 | 36 | 30 | 29 | 26 |
| Sonstiges Nordwestdeutschland | 17 | 19 | 18 | 20 | 19 |
| Südwestdeutschland | } 69 | } 72 | 7 | 13 | 12 |
| Mittel- und Süddeutschland | | | 59 | 62 | 65 |
| Schlesien | | | 0 | 3 | 10 |
| Deutsches Reich | 469 | 514 | 478 | 508 | 493 |

[1]) Nach den Statistiken der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie.

   b) dieselben Teile aus Nichtedelstählen nur bei Gewichten über 125 kg,
   c) rohgeschmiedete Stäbe aus allen Stahlsorten und in allen Gewichten,
   d) und ebenso geschmiedete Achsen;
2. der Wirtschaftsgruppe Werkstoffverfeinerung *(Zahlentafel 12)*, die sich auf die Lieferung an Dritte
   a) an Gesenkschmiedestücken,
   b) an Freiformschmiedestücken, Kurbeln und lose Zapfen für Lokomotivradsätze sowie Ziehpreßteile aus Nichtedelstahl mit Gewichten bis 125 kg bezieht;

Zahlentafel 12. Die Erzeugung an Gesenkschmiedestücken und kleinen Freiformschmiedestücken von 1938 bis 1944

| Jahr | Nach Statistik der Wirtschaftsgruppe Werkstoffverfeinerung | | Nach Statistik des Hauptringes Schmiedestücke |
|---|---|---|---|
| | | davon kleine Freiformschmiedestücke in der englischen Zone | |
| | 1000 t | 1000 t | 1000 t |
| 1938 | 291 | 37 | — |
| 1939 | 306 | 33 | 518 |
| 1940 | 305 | 31 | 556 |
| 1941 | 372 | 32 | 585 |
| 1942 | 416 | 38 | 679 |
| 1943 | — | — | 859 |
| 1944 | — | — | 1190 |

3. des Hauptringes Schmiedestücke *(Zahlentafel 12)*, in der die Erzeugung aller Schmieden und Schmiedepreßwerke zusammengefaßt sein soll. Abweichend von den beiden vorhergehenden Statistiken ist in ihr Oesterreich und die Tschechoslowakei eingeschlossen; eine Aufteilung ist nicht möglich.

Bemerkenswert ist, daß sich die Erzeugung der zur Eisen schaffenden Industrie gezählten Schmieden und Preßwerke während des Krieges nicht wesentlich geändert hat. Der mengenmäßig größte Anteil an der erheblichen Steigerung der Schmiedestückerzeugung entfällt auf die Schmieden außerhalb der Eisenhüttenwerke. Die Leistungsfähigkeit der großen Schmieden und Preßwerke ist nicht wesentlich erweitert, aber ständig voll ausgenutzt worden, wobei vermutlich die Fertigung kleinerer Stücke in entsprechend steigendem Umfange anderen Werken überlassen wurde.

### Die Erzeugung der Gießereien

In den Gießereien *(Zahlentafel 13)* hat während des Krieges die Herstellung von Eisenguß um etwa ein Drittel abgenommen. Das ist daraus verständlich, daß dieser Werkstoff für Kriegsgerät schlecht geeignet war und der Bedarf für andere Zwecke zurücktreten mußte.

Umgekehrt ist, wie schon bei der Rohstahlerzeugung erwähnt, die Herstellung von Stahlguß im Kriege ganz erheblich gestiegen. Dabei ist nach einem Vergleich von *Zahlentafel 13* mit *Zahlentafel 4* zu bemerken, daß sich das Ausbringen an versandfertigem Guß aus Rohstahl nennenswert gebessert hat; während es 1938 wie seit vielen Jahren bei etwa 50 % lag, ist es 1944 rund 60 %.

Die Tempergußerzeugung ist sich bis 1942 ziemlich gleichgeblieben und erst 1943 um etwa ein Viertel gestiegen. Für 1944 fehlen Zahlen.

Ebenso mangelt es an Unterlagen für eine Aufteilung der Gußerzeugung auf Gebiete oder Zonen.

### Verbleib des erzeugten Eisens und Stahles

Daß bei dem heutigen Stande der Technik während eines Krieges ein erheblicher Teil des Stahles für die Rüstung verwendet wird, ist klar. Aufstellungen über den tatsächlichen Eisenverbrauch für Kriegsgeräte sind aber nicht geführt worden, und Schätzungen können nur zu rohen, weiter nicht

Zahlentafel 13
Erzeugung an Guß in den Jahren 1938 bis 1944[1])

| Jahr | Gesamte Guß-erzeugung t | Eisenguß 1000 t | Stahlguß 1000 t | Temperguß 1000 t |
|---|---|---|---|---|
| 1938 | 4 030 000 | 3500 | 390 | 140 |
| 1939 | 4 078 302 | 3500 | 423 | 155 |
| 1940 | 3 930 046 | 3200 | 580 | 150 |
| 1941 | 3 788 236 | 3000 | 638 | 150 |
| 1942 | 3 691 277 | 2800 | 740 | 151 |
| 1943 | 3 840 257 | 2800 | 850 | 190 |
| 1944 | (3 450 000) | 2400 | 904 | ? |

[1]) Nach den Angaben der Wirtschaftsvereinigung Gießereien. Es handelt sich um Versandgewichte, nicht um das Gewicht des flüssigen Eisens oder Stahles.

brauchbaren Zahlen führen. So fehlt auch ein Anhalt über die Eisenmenge, die in der Zeit von 1939 bis 1945 der Bevölkerung Deutschlands für die Befriedigung der unabhängig vom Kriege auftretenden Bedürfnisse verblieben ist. Ihre Kenntnis wäre insofern von Bedeutung, als man aus ihr einen wenn auch geringfügigen Beitrag für die Schätzung des zukünftigen Bedarfes an Stahl in Deutschland gewinnen könnte. Allerdings wird man einwenden, daß einmal nach dem Potsdamer Abkommen der deutsche Lebensstand gesenkt werden soll und damit voraussichtlich auch der Eisenverbrauch Deutschlands beeinflußt wird, anderseits der Wiederaufbau und die Versorgung der vielen in der Kriegs- und Nachkriegszeit vom Notwendigsten entblößten Deutschen einen zusätzlich erheblichen Eisenbedarf bringt. Als Unterlagen bieten sich Angaben über die Eisenversorgung der Vorkriegszeit, die in *Zahlentafel 14* zusammengestellt sind. Die

Zahlentafel 14. Die Eisenversorgung einiger Industrieländer von 1929 bis 1937[1])

| Jahr | Eisenversorgung in kg Rohstahl je Kopf der Bevölkerung in | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Deutschland | Belgien-Luxemburg | Frankreich | Großbritannien | Vereinigten Staaten von Amerika |
| 1929 | 239,8 | 388,0 | 234,6 | 272,2 | 518,5 |
| 1930 | 166,4 | 294,5 | 227,6 | 241,5 | 375,0 |
| 1931 | 104,6 | 211,4 | 176,8 | 191,4 | 237,1 |
| 1932 | 80,6 | 169,1 | 136,4 | 164,0 | 122,2 |
| 1933 | 122,5 | 171,6 | 159,0 | 182,3 | 199,5 |
| 1934 | 194,2 | 184,5 | 148,0 | 236,0 | 222,0 |
| 1935 | 234,0 | 212,0 | 133,0 | 248,0 | 293,0 |
| 1936 | 274,0 | 272,0 | 141,0 | 303,0 | 409,0 |
| 1937 | 284,0 | 316,0 | 163,0 | 340,0 | 415,0 |

[1]) Nach: Statistisches Jahrbuch für die Eisen- und Stahlindustrie 1938 (Düsseldorf 1938) S. 214.

im Potsdamer Abkommen zunächst vorgesehene Rohstahlerzeugung von 5,8 Millionen Tonnen entspricht dem Stand des Jahres 1932, in dem sich die in fast der ganzen Welt herrschende Wirtschaftsnot auf Deutschland besonders stark senkend auswirkte; die damalige Arbeitslosenzahl ist für ein Land mit den Ernährungsbedingungen, klimatischen Verhältnissen und der noch gestiegenen Bevölkerungsdichte Deutschlands nicht für lange Zeit tragbar. Dabei gibt die aus Erzeugung, Einfuhr und Ausfuhr des Jahres 1932 errechnete Versorgung noch nicht den tatsächlichen Verbrauch wieder. Ersatz und Neubeschaffung konnten damals für die voraussichtlich kurze Zeit der Krise zurückgestellt werden, und zudem brauchte die unbedingt notwendige Einfuhr an Lebens- und Kleidungsmitteln damals nicht sofort durch Ausfuhr von Industrieerzeugnissen, die unweigerlich aus einem verhältnismäßig hohen Anteil von Eisen bestehen müssen, bezahlt zu werden.

Für die Ueberlassung von Zahlen sei der Wirtschaftsvereinigung Eisen- und Stahlindustrie, der Wirtschaftsvereinigung Gießereien und der Wirtschaftsvereinigung Eisen- und Stahlverformung und -bearbeitung besonders gedankt.

# Umschau

## Arbeitswissenschaftliche Tagung in Hahnenklee (Oberharz)

Auf Einladung des britischen Board of Trade, London, hatten sich vom 10. bis 12. Dezember 1946 etwa 40 deutsche und englische Fachleute der Arbeitswissenschaft und Betriebswirtschaft zu Aussprachen in Hahnenklee im Oberharz getroffen. Die Organisation hatte Dr.-Ing. K. Pentzlin, Hannover, übernommen und trefflich durchgeführt. Unter den Teilnehmern befanden sich auch einige weibliche Fachgenossen, unter ihnen Mrs. A. Shaw, die als junges Mädchen noch zu Füßen von Taylor und Gilbreth gesessen hat und deren Mitarbeiterin gewesen ist. Den Vorsitz führte Lord Marley, eine eindrucksvolle Persönlichkeit aus dem Stabe des genannten britischen Amtes. In seiner Begrüßungsansprache sagte er, daß die Tagung die deutsche einschlägige Wissenschaft aus ihrer Isolierung herausführen und ein Beitrag sein solle zum friedlichen Aufbau der Welt im Sinne der Zusammenarbeit und Rehabilitierung. Als Generalthema war in etwa die Aufgabe bezeichnet, „mit einem Mindestmaß an Aufwand ein Höchstmaß von Erfolg zu erzielen", ein Satz, der nichts anderes und Geringeres bedeutet als eine Definition des Wirtschaftens und der Wirtschaftlichkeit überhaupt.

Der lebhafteste Eindruck, den die deutschen Teilnehmer über die Entwicklung in Großbritannien und den Vereinigten Staaten von Amerika haben mochten, war der starke Einschlag in die Psychologie, den die Arbeitswissenschaft dort gewonnen hat, die Betonung des rein Menschlichen. Die Sorge um die seelische Einstellung des Werkenden zu seiner Arbeit hat in der praktischen Auswirkung wie in der Methodik der Auswertung anscheinend im Auslande bemerkenswerte Fortschritte zur Folge gehabt. Die hervortretende Betonung der praktischen Psychologie auf der Tagung mag zum Teil in der Zusammensetzung der britischen Delegation ihre Ursache gehabt haben, der sehr namhafte Vertreter dieses Kreises angehörten; aber allein die Mitteilung, daß an den englischen technischen Schulen die Arbeitspsychologie als Pflichtfach und gleichwertig mit den technischen Fächern gelehrt werde, gibt zu denken. In Deutschland hat die Eignungsprüfung erst manche Eierschalen abstreifen müssen, die sie von ihrer Herkunft aus der Sphäre der Universitäten noch auf dem Rücken trug. Durch eine Vielheit von ungeeigneten Verfahren, durch ungenügend geschulte Kräfte, durch die Schwierigkeit der Auswertungen der sogenannten Tests zu treffsicheren Schlüssen, durch unvollkommene Nachprüfung der Urteile in der späteren Praxis hat die Eignungsprüfung Rückschläge erfahren und an Kredit verloren. Verstärkt wurde das Mißtrauen durch die Ablehnung der obligatorischen Eignungsprüfung für die Truppengattungen während des Krieges bzw. deren laue Handhabung und ihr späteres Verbot durch die höchste Stelle.

Die neuen Auswertungsverfahren des psychotechnischen Testes bestehen im wesentlichen in einer Zergliederung der Einzelergebnisse in Einzeleigenschaften (factor analysis) und Feststellung ihrer gegenseitigen Beziehungen mit Hilfe der statistischen Korrelationslehre zur Gewinnung eindeutiger Eignungsaussagen. Das Verfahren ist allerdings recht umständlich und zeitraubend; so wurde gesprächsweise mitgeteilt, daß die Durcharbeitung eines Betriebes von 200 Arbeitskräften bei Beschränkung auf 10 Einzeltests mehrere Monate erfordere. Die Treffsicherheit sei jedoch sehr groß.

Das Interesse der nichtdeutschen Teilnehmer der Konferenz war vorwiegend der praktischen Auswirkung (nicht nur in der Arbeitspsychologie) zugewandt. Merkwürdigerweise war von der Technik der Zeitstudien und all dem, was sich sonst bei uns an den Refa-Namen knüpft, kaum die Rede und damit auch nicht über unsere Bestrebungen, das Refa-Gut auf die Rohstoff- und Grundindustrien und andere Wirtschaftszweige als den Maschinenbau auszudehnen, auf die Stoffwirtschaft anzuwenden und anderes mehr, Arbeiten, die in unserer wissenschaftlichen Weiterentwicklung eine breite Diskussion gefunden haben. Der von unserer Arbeitswissenschaft so lebhaft besprochene Begriff des Leistungsgradschätzens bei der Zeitaufnahme trat in Hahnenklee überhaupt nicht auf. Versuche zur Erörterung der jüngsten Probleme, z. B. über die Beeinflußbarkeit der Einzelzeiten, etwa in dem Vortrag von Dr.-Ing. H. Euler, fanden kein Echo. Mitunter konnte man wohl auf beiden Seiten — vielleicht auch wegen der Schwierigkeiten der sprachlichen Verständigung — sich des Eindrucks nicht erwehren, daß manche Erörterung von Tagesfragen im Sande steckenblieb, ohne daß man genau gewußt hätte, ob das Angeschnittene so allbekannt sei, daß eine eingehende Aussprache als überflüssig betrachtet wurde, oder ob sie nicht in Fluß kam, weil die Aeußerungen der Gegenseite so neu waren, daß erst Zeit zum Eindringen in deren Problematik gelassen werden muß.

In deutschen Landen sind die Früchte praktischer Ernten oft genug aus dem selbstgezüchteten Saatgut der Wissenschaft erwachsen. Das ist unsere Stärke. Unsere wissenschaftliche Veranlagung, gepaart mit praktischer Denkart und geschickten Arbeitshänden (siehe das + + +-Zeichen in dem weiter unten besprochenen Vortrag von Professor Hische), ist vielleicht in nächster Zukunft das einzige uns verbliebene Gut, dessen immer neue und letzten Endes unserem eigenen Willen untertane Keimkraft, unser höchster Besitz für den Wiederaufbau sein kann. Dieser Drang kann allerdings nur an freier Luft seine Blüten treiben, und eine solche Atmosphäre zu schaffen, erscheint uns als Ziel von Veranstaltungen, wie der Tagung in Hahnenklee.

Als Einführung sah die Tagesordnung eine Anzahl von Vorträgen der deutschen Teilnehmer vor, über deren Inhalt im folgenden kurz berichtet werden soll.

Der schon erwähnte Bericht von Dr.-Ing. habil. H. Euler, Düsseldorf:

Neue Wege der Arbeitszeitstudien und der Arbeitsbewertung

ging ausführlich auf die Zeitfragen ein, die sich bei der Schätzung der Schwierigkeit der von den Werkenden auszuführenden Arbeit als Grundlage einer Abstufung der Löhne ergaben. Punktsysteme zu solchem Zweck sind sowohl in Deutschland als auch in England und Nordamerika veröffentlicht worden, im Auslande jedoch ohne Einigung auf ein einheitliches System; z. B. soll nach persönlicher Mitteilung eines der Konferenzteilnehmer auch in Großbritannien die Bewertung der zu leistenden Arbeit an Stelle einer Bewertung des Werkenden (also nach den sachlichen Anforderungen und nicht nach den persönlichen Eigenschaften) ziemlich allgemein üblich sein, nur daß man nicht darüber redet, sondern es macht. Unseres Erachtens ist aber ein Arbeitsfriede nicht denkbar, wenn von Werk zu Werk die Bewertungsgrundlagen wechseln.

Der Vortragende ging von dem in Deutschland allgemein eingeführten Punktbewertungssystem auf eigene, vereinfachende und den Einfluß der Zeitdauer berücksichtigende neue Vorschläge über.

In der eingehenden Aussprache wurde eingewandt, daß Punktsysteme kein wissenschaftliches Verfahren seien und daß auch keine exakten Unterlagen für die Geradlinigkeit oder Kurvenformen der Funktionszusammenhänge vorlägen. Das Verfahren sei daher willkürlich. Solchen Einwänden kann man nur ein ultra posse nemo obligatur entgegenhalten. Ein noch mangelhaftes System ist aber immer noch besser als gar keines, wie ja auch ein linearer oder gar rein proportionaler Akkord bekanntlich besser ist als gar keiner; jedenfalls ist festzustellen, daß nach einiger Schulung Kalkulatoren verschiedener Werke verschiedener Wirtschaftszweige zu Aussagen über den Wert einer Arbeit mit nur ganz geringen Streuungen kommen. Nicht unerwähnt bleibe auch die erneute Feststellung, daß Arbeit in großer Hitze zwar ermüdend wirkt, aber keinen höheren Kalorienbedarf hat im Sinne der Schwer- und Schwerstarbeiterzulagen. Alle diese Fragen müssen allerdings auch von dem Empfinden des Werkenden aus betrachtet werden, wie dann auch der Höhepunkt von der Seltenheit der geeigneten Arbeitskräfte und ihrer Einschätzung der Arbeitsschwierigkeit abhängt.

Es ist beabsichtigt, den Bericht von H. Euler in absehbarer Zeit ausführlicher wiederzugeben, so daß sich hier ein weiteres Eingehen erübrigen mag.

Als zweiter Redner sprach Professor Hische, Hannover, über

Arbeitspsychologische Untersuchungen.

Im großen und ganzen gab er eine übersichtliche Zusammenfassung des Bekannten, unterstützt durch selbstgesammelten umfangreichen statistischen Zahlenstoff aus der niedersächsischen Industriearbeiterschaft, also einem Kol-

lektiv, das typisch nur für einen engeren fachlichen und stammlichen Rahmen ist (vgl. den späteren Vortrag von Dolezalek), eine Statistik, die ihre volle Bedeutung erst im Vergleich mit anderen nach gleichen Richtlinien ermittelten Zahlen gewinnen dürfte.

Der Vortrag ging aus von der international gültigen Erkenntnis, daß die Kritik menschlicher Eigenschaften sich auf die beiden Hauptgruppen: Charakter und Fähigkeiten und deren weitere Unterteilung zu erstrecken hat. Die Eignungsprüfverfahren beschränken sich auf die Fähigkeiten; die charakterliche, grundsätzlich sehr wichtige Beurteilung ist besonders schwierig; der Bericht beschäftigte sich nicht mit ihr, sondern mit der Zergliederung der Fähigkeiten nach dem Dreiklang der theoretischen Intelligenz, der praktischen Intelligenz und der manuellen Geschicklichkeit; die Beurteilung des rein körperlichen Leistungsbildes ist Sache der Arbeitsphysiologie und liegt in den Händen des Arztes; allerdings greifen Physiologie und Psychologie immer ineinander.

Nach den drei genannten Fähigkeiten bildet Hische die Gruppen + + + (diese wertvollste Gruppe hat in dem niedersächsischen Bezirk mit 26,7 % den höchsten Hundertsatz), — + +, + + —, + — — (Gruppe der rein geistigen Arbeiter, der unpraktischen Gelehrten), — — + (Gruppe der reinen Arbeiter der Faust), — + — („schwierige" Gruppe mit oftmaligem Berufswechsel), + — + (die Gruppe wurde als wertvoll bezeichnet) und — — —. Hische fand, daß für jede dieser Gruppen mehr als nur ein Beruf in Betracht kommt.

Aufschlußreich ist auch die Einteilung in die vier Kategorien des Schaffens: Schnell und gut, schnell und schlecht (das ist die Mehrzahl aller Fälle, zahlreiche Zwischenprüfungen der Arbeitsgüte sind hier am Platze), langsam und gut, langsam und schlecht.

Weiter sind noch Sonderleistungseigenschaften festzustellen, wie z. B. ausgesprochene technische Veranlagung, untergliedert nach technisch-konstruktiver Denkfähigkeit und technisch-praktischem Verhalten. Nur ein kleiner Teil — etwa 14 % — der Untersuchten verfügte über beide technischen Eigenschaften. Getrennt festzustellen ist das visuelle Erfassen, z. B. die räumliche Vorstellungsgabe.

Von „allgemeinen" Eigenschaften wurde noch hervorgehoben: Dauer-Aufmerksamkeit und Fähigkeit zur Arbeitsübersicht.

Der folgende Bericht von Professor Dr.-Ing. Kientzle, Hannover, behandelte unter dem Titel:

Tiegenhof, ein Versuch zur Schulung von Betriebsleitern

einen im Jahre 1944 in einem kleinen Ostseeort veranstalteten vierwöchigen Kursus, in dem 26 in der Praxis stehenden, ausgewählten Betriebsingenieuren die Grundlagen der wissenschaftlichen Betriebsführung durch ein Kollegium von 26 hervorragenden Wirtschafts- und Wissenschaftskundigen vorgetragen wurden. Die erste Woche war den allgemeinen Verfahren und Regeln der technischen Gütererzeugung gewidmet, die zweite der Organisation der Betriebe und des Ablaufs der Produktion, die dritte der engeren Arbeitswissenschaft (Arbeitstechnik, Arbeitspsychologie, Schulung, Leistung, Lohn), die vierte diente der praktischen Anwendung. Die Gesamtleitung lag in den Händen eines Psychologen. Der Versuch wurde als gelungen bezeichnet. Drei Teilnehmern sprach man am Schlusse die Befähigung zum Werksleiter zu, sieben erwiesen sich als geeignet zum Assistenten der obersten Werksführung. Die übrigen wurden in andere Kategorien eingereiht, z. B. Leiter der Planung bis herab zur Hilfskraft des Betriebsleiters.

Man könnte es vielleicht so ausdrücken, daß hier das Bestreben verwirklicht wurde, die Hörer gewissermaßen mit betriebswirtschaftlichem Oele zu salben. Betriebswirtschaft ist schließlich nicht einmal so sehr eine wissenschaftliche Disziplin (Volkswirte nennen sie eine Kunstlehre) als eine bestimmte Art systematischer Denkweise und praktischen Anfassens nach der alten Analyse des quis, quid, ubi, quibus auxiliis, cur, quomodo, quando?, mit dem Bestreben, alles dies auf dem besten Wege (the one best way von Gilbreth) zu erreichen.

Der Vortrag von Dr. H. Böhrs, Hildesheim:

Arbeitsstudien im Büro

beschäftigte sich mit der betriebswirtschaftlichen Umgestaltung der kaufmännischen Betriebs- und Verwaltungsorganisation eines größeren industriellen Unternehmens der Optik und Feinmechanik. Es gelang, die Angestelltenzahl von 321 auf 217, also um ein Drittel, zu vermindern, ohne daß die Beanspruchung der einzelnen Arbeitskräfte stieg. Es war im Gegenteil weniger Nervosität und größere Zufriedenheit festzustellen. Von der Einführung eines Akkord- oder Prämiensystems wurde mit Rücksicht auf die wechselnden Verhältnisse während des Krieges abgesehen. Der Vortragende wies jedoch darauf hin, daß durch ein Prämiensystem aller Wahrscheinlichkeit nach eine weitere Personalersparnis von 10 bis 20 % zu erwarten sein würde. An die Spitze stellte er den Satz: „Jede Rationalisierung der Büroarbeit muß zunächst einmal untersuchen, welche Arbeiten überhaupt in diesen Büros erstellt werden, welchen Zwecken sie dienen und ob sie den betriebenen Aufwand wert sind." Sechs Fragen der Analyse der Arbeitsaufgaben wurden behandelt:

1. Sinn und Zweck der Aufgabe.
2. Ist die Aufgabe inhaltlich genau umrissen und schriftlich festgelegt?
3. Ist der mengenmäßige Aufgabenanfall zu überblicken oder nicht?
4. Werden die Ergebnisse laufend benutzt oder ausgewertet?
5. Sind die Ergebnisse von Wert?
6. Wird die einzelne Aufgabe nicht schon von anderen Stellen mittelbar oder unmittelbar, ganz oder teilweise bearbeitet?

Bemerkenswert war der Satz: „Es könnte viel Büroarbeit gespart werden, wenn die mannigfaltigen Gesetze, Verordnungen, behördlichen Anordnungen usw. von vornherein so abgefaßt würden, daß sie mit einem Mindestmaß an Verwaltungsarbeit von der Praxis erfüllt werden können." (Dies dürfte auch wohl für die Statistik gelten.) „Ueberhaupt sollten von fremden Stellen keine Vorschriften erlassen werden, die nicht zuvor von organisatorisch und arbeitstechnisch erfahrenen Praktikern auf ihre arbeitsverursachenden Wirkungen überprüft sind."

Der Vortragende hat festgestellt, daß beispielsweise die Kundenrechnungen von neun verschiedenen Stellen haupt- und nebenamtlich bearbeitet wurden. Die neu eingerichtete einzige Stelle für diese Arbeiten verminderte die Durchlaufzeit von 3 bis 6 Wochen auf 1 bis 2 Tage.

Weiter ging der Bericht auf das Vordruckwesen ein. Auf die Wiedergabe kann verzichtet werden, da diese Frage früher von H. Euler[1]) behandelt worden ist. Ganz besonders mag hier nochmals betont werden, daß es zweckmäßig ist, die Beschaffung, Lagerhaltung und Verteilung der Formblätter einer zentralen Dienststelle zu übertragen, die auch für Lagerhaltung und Verbrauchsüberwachung eine Lagerkartei und eine Formblattbestellungs-Kartei mit Auflagenhöhe und Druckkosten zu führen hat.

Im dritten Teil des Vortrages wurden Gliederung und Ablauf der Büroarbeit, d. h. also die Ordnung des Nebeneinander und Nacheinander (Raum und Zeit) behandelt. Folgende Punkte sind der Beachtung wert:

Auf jeden Bearbeiter soll nur der Teil des Gesamtablaufs entfallen, für den er geeignet ist. Arbeiten, die Denken, Planen, Entscheiden und Ueberlegen erfordern, sollen von den einfachen Verrichtungen des Ordnens, Schreibens, Rechnens und Sammelns getrennt werden. Die sich wiederholenden schematischen Arbeiten sollen so zerlegt werden, daß sie in kürzester Zeit von für andere Arbeiten weniger geeigneten Kräften ausgeführt werden können. Alle vom Regelfall abweichenden Arbeiten sind umsichtigen und erfahrenen Bearbeitern zuzuteilen. Arbeiten, die besondere Sorgfalt und Genauigkeit verlangen, sollen nicht mit Arbeiten gemischt werden, die ein flottes, mechanisches Arbeiten erlauben. Zwischen den einzelnen Arbeitsplätzen muß die Arbeit kontinuierlich fließen. Alle laufenden Tagesarbeiten müssen innerhalb 24 Stunden erledigt sein.

Bei der Gestaltung des Arbeitsplatzes ist auf sicheren Ueberblick und bequeme Abgreifmöglichkeit zu achten. Unmittelbar am Arbeitsplatz sind nur die ständig benötigten Arbeitshilfsmittel dauernd anzuordnen.

Arbeitsgegenstände und Arbeitsmittel sind so zu kennzeichnen, daß sie selbst aus einer größeren Masse heraus schnell und eindeutig erkannt und gegriffen werden können. An jedem Arbeitsplatz sollen nur die gerade zu bearbeitenden Arbeitsgegenstände vorhanden sein, alles andere ist außerhalb des Arbeitsgeländes anzuordnen. Alle erledigten

[1]) Arch. Eisenhüttenw. 9 (1935/36) S. 313/18 (Betriebsw.-Aussch. 98).

Arbeitsgegenstände sind unverzüglich in besondere Behälter zu legen, die in kürzesten Abständen an den nachfolgenden Bearbeiter weiterzugeben sind.

Der Leiter des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Arbeitspsychologie in Dortmund, Professor Dr. Graf, sprach über den

Arbeitsablauf mit besonderer Berücksichtigung der Fließfertigung.

Es besteht heute bereits die Möglichkeit, durch einwandfreie Verfahren auf dem Versuchsstand und zum Teil auch in der Praxis die Grenze zu bestimmen, bei der die Gefahr einer physiologischen oder nervösen Ueberanstrengung bei erhöhter Arbeitsgeschwindigkeit besteht. So ist es möglich, erkennen zu lassen, welches Arbeitstempo bei irgendeiner Fertigung dem Werkenden zugemutet werden kann.

An zahlreichen Schaubildern, u. a. auch aus dem Bergbau — bei diesem auch mit eingezeichnetem Kalorienverbrauch —, zeigte der Berichterstatter die Durchführung von einschlägigen Rationalisierungsarbeiten in der Praxis unter Aufteilung der Beschäftigung über eine ganze Schicht in „produktive und unproduktive" Arbeitszeiten und planmäßige Betriebszeiten, ferner in Haupt- und Nebenarbeiten, Verlustzeiten u. dgl. m.

Die „organisierte Arbeitspause" ist von größter Bedeutung für die Leistungsfähigkeit. Im Auslande scheint man in dieser Beziehung weiter zu sein als bei uns. Bei der Auswertung werden alle Pausen über 3 min Dauer selbsttätig aufgeschrieben und Tageskurven des Verlaufs der Arbeitsintensität aufgezeichnet. Diese kehren in ihrem Typus wieder und sind daher kennzeichnend. Es ergibt sich die Folgerung, daß sich nicht der Mensch der Arbeitsgeschwindigkeit der Maschine anpassen muß, sondern umgekehrt sich die Arbeitsgeschwindigkeit der Maschine nach dem Menschen richtet. Das gilt nicht nur für alle Fließarbeiten. Beide, Mensch und Maschine, haben ihre Eigengesetzlichkeiten, auf die gebührende Rücksicht zu nehmen ist, wenn die sachliche Leistung Bestwerte erreichen soll.

Dipl.-Ing. K. M. Dolezalek, Hildesheim, sprach über

Erfahrungen bei der Verlagerung von Fabriken.

Ein Tochterwerk eines süddeutschen Unternehmens der mechanisch-elektrotechnischen Industrie wurde 1939 in ländlicher Gegend Niedersachsens errichtet. Dabei ergaben sich außerordentliche Schwierigkeiten, um die Kosten und damit auch eine Preisspanne zu erreichen, die für das Mutterwerk galten. Die Soll-Belegschaft betrug 4000 Köpfe, der Bauaufwand 30 000 000 RM. Demgegenüber betrug der Aufwand für die Anlernung 13 000 000 RM, und es dauerte sechs Jahre, bis die Einarbeitung so weit erfolgt war, daß der Verkaufserlös (50 000 000 RM jährlich) die Herstellungskosten deckte, also die Leistung des Mutterwerks erreicht wurde. Daß trotz allen Mühens, Anwendung aller technischen Anlernmöglichkeiten, ständiger Betreuung, größtmöglicher psychologischer Rücksichtnahme, Einwirkung auf die Arbeitseinsatzstellen, Wohnungs- und Verkehrsverhältnisse, nur sehr langsame Fortschritte erzielt wurden, führte der Vortragende auf folgende Ursachen zurück:

Der staatliche Zwang der Dienstverpflichtung erwies sich als ungeheuer große Hemmung der Leistungsentwicklung. Das Lehrpersonal stammte aus Schwaben, die Anzulernenden waren Niedersachsen. Es fehlte vollständig an Arbeitern aus der feinmechanisch-elektrotechnischen Fertigung. Das Leistungsniveau der Arbeitskräfte lag zunächst unter dem im Mutterwerk üblichen. Sie waren landgebunden in Bewegung und Denken. Die Erreichung vernünftiger Wohn- und Verkehrsverhältnisse stieß auf Schwierigkeiten.

„Es scheint ein merkwürdiges Gesetz zu sein, daß der Glauben der Völker an die Wirksamkeit von Lenkungs- und Zwangsmitteln des Staates um so größer ist, je mehr sie im Osten wohnen. Es ist jedenfalls überraschend, wie schnell sich Amerika von allen derartigen Dingen losgesagt hat und in wie hohem Umfange offensichtlich in Rußland auch heute noch das Leben des einzelnen der Zwang beherrscht. Staatliche Lenkungsstellen sind nicht in der Lage, eine gesunde Entwicklung des Unterführernachwuchses in der Industrie sicherzustellen. Die Differenziertheit der Industrien ist so außerordentlich groß, daß es gar nicht möglich ist, die Lenkungsstellen mit einer ausreichenden Zahl von wirklich sachverständigen Beamten auszustatten. Sie können weder beurteilen, ob derjenige, der seinen Arbeitsplatz zu wechseln wünscht, wirklich in der Lage ist, seinen Mann zu stehen, noch, ob man den Betrieb, in dem er zur Zeit arbeitet, ohne Schädigung zwingen kann, seiner Abwanderung zuzustimmen." Hierfür wurden schlagende Beispiele gebracht, die zu der ganz allgemeinen Folgerung führten, daß echte Leistung nie durch Zwang erzielt werden kann.

Der Vortragende hob zum Schluß hervor, „daß wir in Deutschland zu gesunden sozialen Verhältnissen nur gelangen können, wenn wir dem Schnellverkehr zwischen Wohnräumen und Arbeitsstätten große Aufmerksamkeit schenken. Wir werden aus Wirtschaftlichkeitsgründen eine Ballung der Industriestandorte beibehalten müssen, ohne daß wir die Wohnräume in Großstädten zusammenlegen dürfen, deren Wiederherstellung in der alten Form ohnehin auf lange Zeit unmöglich ist".

Den abschließenden Vortrag hielt nach Vorführung eines Films über die Rationalisierungsarbeiten in einem großen Betrieb der Nahrungsmittelindustrie, in dem die Verpackungsmaßnahmen breitesten Raum einnahmen, Dr.-Ing. K. Pentzlin, Hannover, zu dem Thema der

Lehr- und Lernbarkeit der Rationalisierung.

Der in Form und Inhalt glänzende Bericht faßte gewissermaßen die Vorträge und Aussprachen nach großen Blickpunkten zusammen und gab eine Art Systematik der Grund- und Lehrsätze der Arbeitswissenschaft nach der Seite der praktischen Durchführung Etwa zwei Dutzend Regeln oder „Kniffe", so führte der Vortragende aus, bilden den Wissensschatz des gewandten Betriebswirtschaftlers.

Zur Unterrichtung über die Möglichkeiten zur „Entstörung" eines technischen Betriebes empfahl er ein System von Suggestivfragen, an Hand deren der Sachbearbeiter, nennen wir ihn einmal „Entstörer", auf die sich bei allen Arbeiten wiederholenden Vorkommnisse aufmerksam gemacht wird. Für die organisierte Umstellung entwickelte er eine Typenlehre. Nach solchen Anweisungen, die sich systematisch ordnen und unter gemeinsame Oberbegriffe (z. B. Binden und Lösen) bringen lassen, kann eine Art von Rationalisierungsingenieuren, also ein Heer von Hilfskräften, geradezu gezüchtet werden. Das sind also Kräfte, die keine Genies zu sein brauchen, um ihr Handwerk auszuüben.

Man könnte nach den gegebenen Anregungen versucht sein, hier das Goethewort anzuführen und auf die Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Fertigung durch betriebswirtschaftliche Maßnahmen anzuwenden:

„Daß sich das große Werk vollende,
genügt ein Geist für tausend Hände."

*

In seinem Schlußwort bezeichnete Lord Marley die Konferenz als erfolgreich im besten Sinne. Ihre größte Bedeutung wird aber wohl in der Gewinnung persönlicher Fühlung liegen, und damit ist vielleicht die Tagung als ein anregender Auftakt zu paritätischer Besprechung zwischen den bisher feindlichen Mächten zu bewerten. Noch freilich haben sich die Stürme nicht zu geglättetem Spiegel des Meeres beruhigt, noch scheint nicht die Sonne auf Fluren des Friedens. Aber als Eindruck dieser Zusammenkunft bleibt, daß guter Wille helfen wird, eine neue, bessere Welt erstehen zu lassen, die nur durch Kräfte des Geistes zum Gedeihen kommen kann.

Zur Teestunde des dritten und letzten Tages vereinigte ein kurzes geselliges Beisammensein die Teilnehmer und eine Reihe prominenter Gäste, darunter den Minister für Arbeit und Wiederaufbau, Dr. Seebohm, und den Minister für Arbeit Kubel des Landes Niedersachsen. Um die Tagung herum gruppierten sich Besprechungen im engeren Kreise. Das Wichtigste war hier der Entschluß, dem Refa-Gedanken unter der altvertrauten Kurzbezeichnung neuen Auftrieb zu geben und neue weiterbauende Schriften zu verbreiten. Auch die Ausbildung von Zeitnehmern und Werkstattkalkulatoren soll wieder in die Wege geleitet werden. Der Sitz dieser Bestrebungen soll bis auf weiteres Düsseldorf sein. Der Verein Deutscher Eisenhüttenleute hat seine Unterstützung zugesagt.

K. R.

## Sinter- und Heißpreßverfahren für Späne

Die Unbequemlichkeiten bei der Verhüttung von Spänen in Schacht- und Herdöfen haben schon lange zu Verfahren geführt, die grundsätzlich auf Selbstverbrennung, d. h. auf teilweiser Oxydation ohne oder fast ohne Zugabe von Brennstoff beruhen. Das „Abbrennen" in offenen Haufen oder in kleinen besonders dafür eingerichteten Schachtöfen sind die hauptsächlich bei uns angewandten Arbeitsweisen[1]).

Jedoch auch das Sintern von Gußeisenspänen auf dafür eingerichteten Greenawalt-Sinterpfannen ist wirtschaftlich

[1]) Siehe Köhler, F.: Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 921/22.

durchführbar[2]). Bei mäßiger Temperatur backen nach dem Zünden die Späne zu porigen Kuchen zusammen, die wegen des Abbrennens der Eisenbegleiter eine stahlartige Zusammensetzung annehmen und dadurch zum Einsatz in Schacht- und Herdofen geeignet sind. Die durch die Oxydation von Kohlenstoff, Silizium und Mangan erzeugte Wärme reicht aus, um ohne Brennstoffzusatz den gesamten Pfanneninhalt in halbgeschmolzenen Zustand zu überführen. Nach 10 bis 15 min soll die Verbrennung beendet sein, wobei allerdings nicht angegeben ist, wie dick die in die Pfanne eingebrachte Schicht ist und mit welchem Unterdruck abgesaugt wird. Gußeisenspäne mit 3,35 % Graphit, 0,70 % geb. C, 2,10 % Si, 0,85 % Mn, 0,17 % P und 0,09 % S erbrachten Schrott folgender Zusammensetzung: 0 % Graphit, 0,35 % geb. C, 0,20 % Si, 0,20 % Mn, unverändert 0,17 % P und 0,06 % S.

Ein neuartiger Weg der Verarbeitung und Weiterverwendung von Spänen wird von N. A. Ibankow ) beschrieben. Dieses Heißpreßverfahren kann als Weiterentwicklung des von W. D. Jones ) berichteten Verfahrens angesehen werden. Seit 1932 beschäftigt sich M. T. Wassilew mit der Verarbeitung von Gußspänen in einer Presse, die in einem Arbeitsgang bei gleichzeitiger elektrischer Erhitzung der Späne diese zu Formlingen preßt. Stempel und Gesenk der pneumatischen Presse sind beide mit einem Umspanner verbunden, so daß der Strom den Forminhalt als Widerstand durchfließt und ihn dabei auf Schweiß- und Sintertemperatur erhitzt. Der während des Erhitzens anzuwendende Preßdruck soll nicht sehr hoch sein.

Neben der Stückigkeit haben diese Preßlinge den weiteren Vorteil, daß sie beim nachfolgenden Aufgeben in Schmelzöfen wegen ihrer großen mechanischen Festigkeit weder zerbröckeln noch zerbrechen. Das spezifische Gewicht beträgt bis zu 95 % des gegossenen Metalls, die chemischen und mechanischen Eigenschaften bleiben unverändert; das den Spänen anhaftende Oel und Fett ist vollständig verbrannt. Diese Preßlinge ersetzen vollkommen den stückigen Schrott und können als Zuschlag jeder Schmelze in Flamm- oder Elektroöfen, besonders auch bei Herstellung hochwertiger legierter Stähle dienen. Die Abbrandverluste sind gegenüber losen Spänen wesentlich geringer.

Außer dem Wiedereinschmelzen sollen sie sogar einer mechanischen Bearbeitung unterworfen werden können, so daß man ohne vorheriges Umschmelzen daraus durch Freiform- oder Gesenkschmieden Rohlinge schlagen kann. Auf diese Weise hergestellte Lagerschalen sollen mit solchen aus teuren Lagermetallen wettbewerbsfähig sein. Synthetische Metalle, die sich auf andere Art nicht herstellen lassen, können durch dieses Verfahren erzeugt werden.

Besonders geeignet ist dieses Heißpreßverfahren für die Nichteisenmetalle, die ebenso behandelt und in Mischungen jeder gewünschten Zusammensetzung verarbeitet werden können. Gerade in dieser Möglichkeit wird eine große Ausbreitung für die geschilderte Verarbeitungsweise gesehen. Mit diesem Verfahren soll die bisher zweckmäßigste und dabei wirtschaftlichste Wiederverwendung aller anfallenden Späne erreicht worden sein. Die einfachen Einrichtungen ermöglichen es, Pressen für jede Leistung bereitzustellen, so daß den Betrieben, ihrem Anfall an Spänen entsprechend, eine geeignete Größe zur Verfügung gestellt werden kann. Dem einfachen und betriebssicheren Verfahren wird wegen der großen Leistungsfähigkeit von dem Verfasser weite Verbreitung vorausgesagt. *Horst-Werner Hoffmann.*

## Oefen mit gasdurchströmten Wänden

Alle feuerfesten Baustoffe sind mehr oder weniger porig und damit gasdurchlässig, solange sich keine gasundurchlässige Schmelz- oder Ablagerungsschicht auf der Innenseite des Ofens bildet. Ganz besonders gasdurchlässig sind die hochporigen feuerfesten Baustoffe, die zur Isolierung und zur Verminderung der Speicherverluste im Ofenbau verwendet werden, z. B. die aus Schamotte bestehenden „Feuerleichtsteine" für die Innenausmauerung von Oefen bei Gebrauchstemperaturen bis zu 1100 oder sogar 1200°.

Im übrigen beruht die Gasdurchlässigkeit der Ofenwände auch auf den zahlreichen Mauerfugen, die je nach der Sorgfalt der Maurerarbeit, dem baulichen Zustand des Ofens und dem Grad der Mörtelporigkeit sehr gasdurchlässig sind. Gasdurchlässigkeit und Porigkeit entsprechen einander nur, wenn die Poren miteinander in Verbindung stehen, was bei den aus Schamotte durch Kohlenstaubbeimischung hergestellten „Feuerleichtsteinen" der Fall ist, nicht dagegen bei Isoliersteinen aus den organischen Kieselgur- und ähnlichen Stoffen.

Die Gasdurchlässigkeit der feuerfesten Baustoffe kann schädlich, in anderen Fällen nützlich sein.

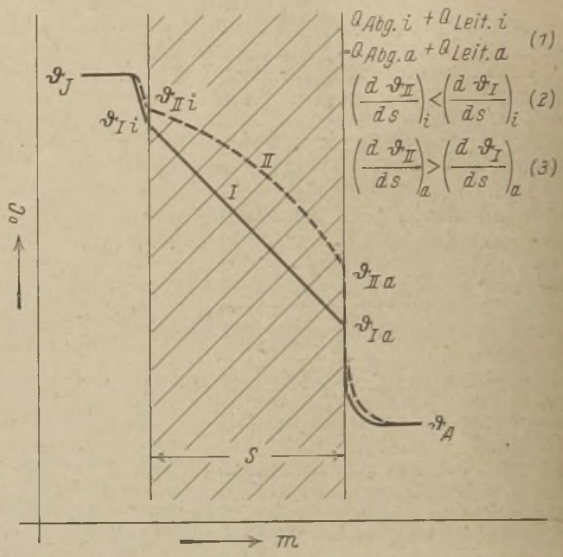



Bild 1. Verlauf des Temperaturgefälles zwischen innen und außen bei gasundurchlässiger (I) und gasdurchströmter Wand (II). Bezogen auf $\lambda$ = konstant.

*Bild 1* zeigt den Verlauf des Temperaturgefälles einer Ofenwand, und zwar gilt der Linienzug I für die gasundurchlässige Ofenwand , II dagegen für eine von innen nach außen gasdurchströmte Wand.

Die Darstellung ist auf einen Baustoff bezogen, der im einen Fall gasdicht, im anderen durchlässig ist und in beiden Fällen die gleiche Wärmeleitfähigkeit aufweist, die unabhängig von der Temperatur, d. h. konstant sein soll. Diese Bedingung ergibt die gerade Linie I *(s. Bild 1)*. Das Temperaturgefälle in der Wand zeigt bei der gasdurchströmten Wand nach Linie II eine stark gekrümmte Kurve und wird also auf der Innenseite kleiner, auf der Außenseite größer.

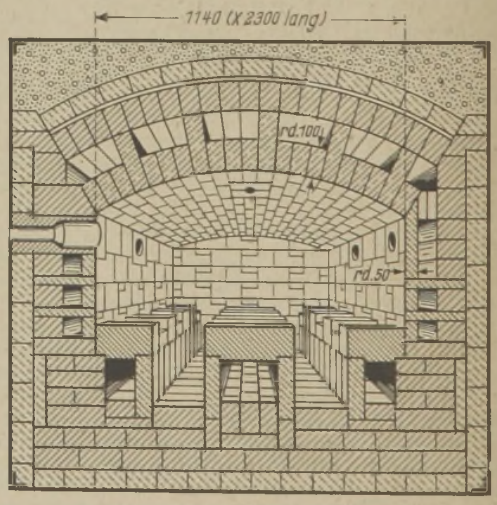



Bild 2. Glühofen mit Traggestellbeschickung (Querschnitt).

Diese Feststellungen folgen aus den Bilanzbedingungen der Ofenwand. Die Ofenwand muß nämlich im Gleichgewichtszustand auf der Außenseite je Zeiteinheit ebensoviel Wärme abführen, wie sie auf der Innenseite empfängt. Eingang und Ausgang bestehen aus den zwei Energieflüssen der Wärmeleitung und der Abgaswärme. Die einströmenden Abgase geben an die kälteren Wandschichten dauernd Wärme ab. Die Wärmemenge, die die Wand außen in Form von Abgaswärme verläßt, ist also geringer als die Wärmemenge, die ihr auf der Innenseite in dieser Form zugeführt wird. Wegen der Gleichheit von Eingang und Ausgang muß deshalb die Wärmemenge, die die Wand auf der Außenseite in Form von

[2]) Iron Coal Tr. Rev. 151 (1945) Nr. 4053, S. 677.
[3]) Foundry Trade J. 76 (1945) Nr. 1508, S. 221/22.
[4]) Foundry Trade J. 59 (1938) Nr. 1163, S. 401/02.

Wärmeleitung verläßt, größer sein als die Wärmemenge, die auf der Innenseite in dieser Form in die Wand eintritt. Es wird also fühlbare Abgaswärme in die Form des Energieflusses durch Wärmeleitung umgewandelt.

Diese Feststellungen finden ihren mathematischen Ausdruck in den drei Gleichungen im *Bild 1*; sie gelten auch für den praktischen Fall der temperaturabhängigen Wärmeleitzahl. In diesem Fall verläuft auch die untere Kurve in ähnlicher Weise gekrümmt wie die obere Kurve, jedoch ist dann der Verlauf der oberen Kurve im Vergleich zur unteren auf der Innenseite flacher, auf der Außenseite steiler.

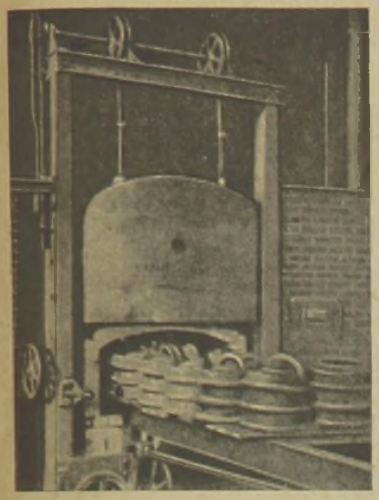


Bild 3. Glühofen mit Traggestellbeschickung (Ansicht).

So ergibt sich als Vorteil die Ausnützung eines Teiles der Abgaswärme zur Deckung eines Teiles der durch Leitung entstehenden Wandverluste.

Diese Erkenntnis ist an sich ziemlich alt. W. Trinks und H. Bansen sollen sie als erste ausgesprochen und versucht haben, sie rechnerisch zu behandeln. Auch K. Rummel hat sich im Jahre 1929 bei Gelegenheit seiner Regeneratorversuche damit befaßt und die Differentialgleichung des Temperaturgefälles in der Wand aufgestellt. Der Verfasser hat sich vor etwa 10 Jahren theoretisch und konstruktiv mit der ofenbaulichen Anwendung dieser Erkenntnis befaßt und sie gelegentlich empfohlen.

## Englische Versuche

Nun liegt aber aus England ein ausführlicher Bericht vor, wonach man diese Frage praktisch aufgegriffen hat und bereits über Versuche hinaus zu industriell betriebenen Ofenausführungen *(Bilder 2 bis 6)* dieser Art gelangt ist[1]).

Die ersten Versuche wurden mit einer als Eintiegel-Schmelzofen gebauten Ausführung unternommen. Es wurden vier Versuchsschmelzen mit Aluminium ausgeführt, außerdem einige Leerlaufversuche, um den Gasverbrauch im Beharrungszustand festzustellen. Dieser Ofen wie auch alle nachstehend angeführten Oefen wurden mit Stadtgas beheizt. Vergleichsversuche mit einem gewöhnlichen Eintiegelofen dienten zur Feststellung der Gasersparnis. Aufeinanderfolgende Schmelzversuche ergaben eine Gasersparnis von 15 %, die Leerheizversuche dagegen 58 %. Die Maßgeblichkeit dieser Zahlen wurde aber in den Erörterungen mit Recht bezweifelt, da der gewöhnliche Ofen auf der Innenseite aus gestampfter Karborundummasse mit Isolierhintermauerung aufgebaut war, während der Versuchsofen ausschließlich aus poriger Schamotte mit Isolierhintermauerung bestand, also im Vorteil war (allerdings auf Kosten der Lebensdauer). Bei den Versuchsschmelzen wurde eine Aluminiumtemperatur von 700° erreicht. Bei den Leerheizversuchen wurde bemerkenswerterweise eine Innentemperatur von 1400° eingestellt.

Bei der zweiten Versuchseinrichtung handelte es sich um die Nachbildung eines Heizabschnittes (Seitenbeheizung) einer Verzinkungswanne. Die Temperatur in halber Höhe des Heizkanals (zwischen der gasdurchlässigen Schamottewand und der Wannenwand) betrug 1000°, am Boden 760°. Ueber die Gaseinsparung in diesem Fall fehlen Angaben.

Während die vorstehend beschriebenen Einrichtungen nur für Versuchszwecke dienten, handelt es sich bei den nachfolgend erwähnten Oefen um Anlagen, die im industriellen Gebrauch sind und sich zum Teil seit einem Jahr in Betrieb befinden.

Die *Bilder 2 und 3* zeigen einen mit Traggestell beschickten Ofen zum Glühen von Gußteilen bei 900 bis 950°. Einsatzgewicht 900 bis 1600 kg, Glühdauer einschließlich Wechsel 3 h. Gasverbrauch von 57 aufeinanderfolgenden Einsätzen 78 Nm³ je 1000 kg, Heizwert 4450 kcal/Nm³; hierbei wird ein durchschnittlicher Wirkungsgrad von 44 % errechnet. Im Leer- und Beharrungszustand verbraucht der Ofen 8,5 m³/h bei 950°.

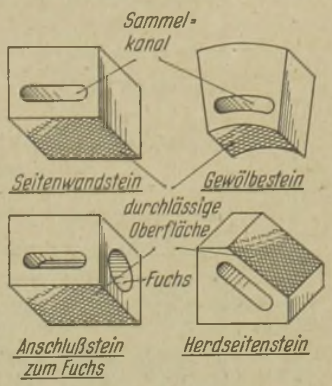



Bild 5. Röhrensteine.

Ein Vergleich mit Oefen ähnlicher Art auf anderen Werken soll ergeben haben, daß der Verbrauch mindestens ebenso günstig ist wie bei den besten Rekuperativöfen gewöhnlicher Bauart. Die nachstehend angeführten Ergebnisse wurden bei einem Gehalt der Abgase von 12% $CO_2$ erreicht, d. h. bei bester Verbrennung.

*Bild 4* zeigt einen Herdwagenofen, zum Glühen von verschiedenartigen Gußteilen bei 920 bis 950°. Während jedoch der oben beschriebene Ofen aus einfachen Steinen aufgebaut ist, die hochporig und hochgasdurchlässig sind, wurden zum Aufbau dieses Ofens Röhrensteine *(Bild 5)* aus gasdurchlässigem Baustoff verwendet. Das durchschnittliche Einsatzgewicht beträgt 1500 kg, Aufheizzeit 2,5 bis 3 h, Haltezeit 5 h, Abkühlung im Ofen auf 600°, Anfangsverbrauch 56,6 Nm³ je h, Halteverbrauch 15,3 Nm³/h, Heizwert = 4227 kcal/Nm³.

Wie *Bild 4* zeigt, war der ursprüngliche Herd mit gewöhnlichen dichten Steinen zugestellt. Demzufolge ergaben Messungen einen Temperaturunterschied von 60° zwischen Oberseite und Unterseite des Stapels. Um diesen Nachteil zu vermeiden, wurde der Herd in der in *Bild 6* wiedergegebenen Weise umgebaut, mit dem Erfolg, daß sich der Temperaturunterschied zwischen oben und unten auf etwa 10 bis 20° verminderte. Bis zum Bericht war der Ofen bereits sechs Monate in Betrieb gewesen.

Die *Bilder 7 und 8* zeigen einen Glühungsverlauf nach den Anzeigen der betriebsmäßigen Ueberwachungsgeräte. Der

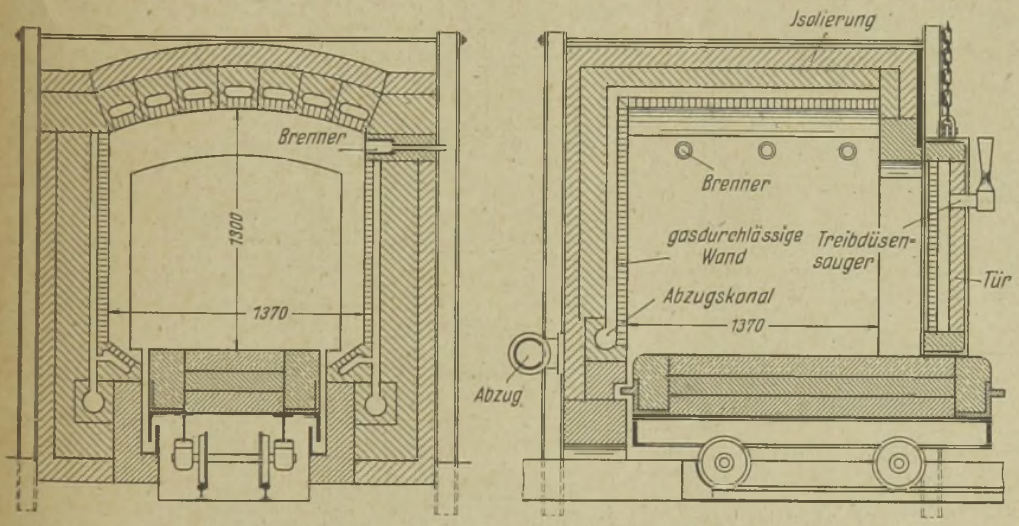



Bild 4. Glühofen mit Herdwagenbeschickung.

[1]) Anderson, R. H., D. C. Gunn und A. L. Roberts: „Uses of Permeable Refractories for Furnace Construction". The Institute of Fuel 17 (1944) S. 169/87.

zweite Meßstreifen im *Bild 7* betrifft den von einem Ventilator erzeugten Unterdruck im Sammelkanal. In der Glühkammer beträgt der Ueberdruck an der Herdoberfläche nur 0,25 mm WS. Der Ofen ist mit Reglern versehen *(Bild 9)*.

Im Vergleich zu den übrigen Herdwagenglühöfen des Werkes, die zum größeren Teil Isolierstein-Hintermauerung aufweisen, beträgt die Gaseinsparung 35 %.

Ferner werden zwei 9,2 m lange kontinuierliche Patentieröfen (Draht-Durchziehöfen) erwähnt *(s. Bild 10)*. In diesem Fall sind nur im Gewölbe gasdurchlässige Steine verwendet worden. Jeder dieser Oefen setzt stündlich 205 kg durch, die Drähte kommen im Ofen auf 950°. Jeder Ofen ist in drei

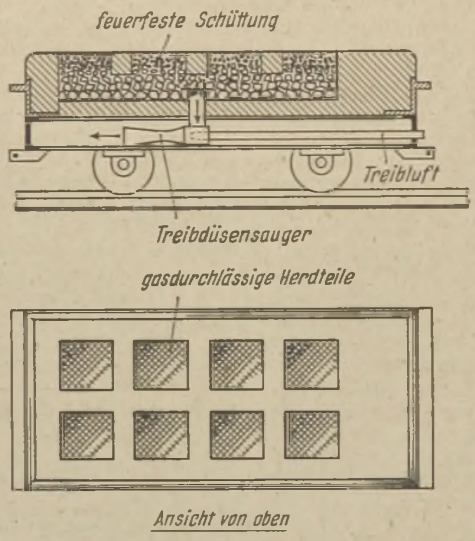



Bild 6. Herdwagen mit Abgasabführung.

Zonen eingeteilt, jede Zone hat einen eigenen Temperaturregler und ein eigenes, mit Luft vom Verbrennungswindgebläse betätigtes Strahlgebläse zum Absaugen der Abgase.

Der Gasverbrauch im Leerlauf soll etwa 20 Nm³/h betragen; Heizwert = 3785 kcal/Nm³.

Die Vergleichsgrundlagen scheinen nicht einwandfrei zu sein.

Für Ofentemperaturen unter 500° wird von den Berichterstattern eine rechnerische Gaseinsparung von 10 % angegeben, für 1400° (!) dagegen 40 % und mehr (?); jedoch wird zugegeben (!), daß die Materialschwierigkeiten für Ofen-

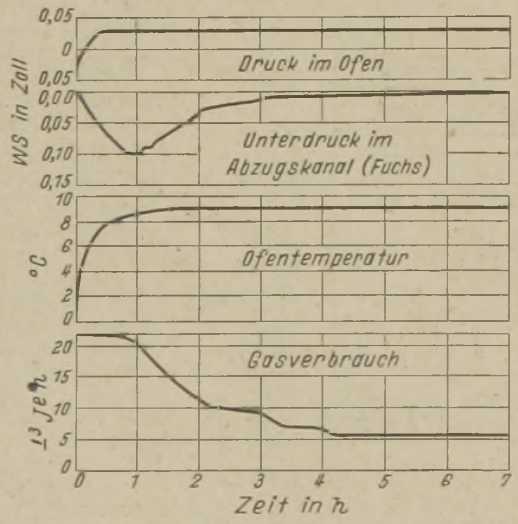



Bild 7. Meßstreifen.

temperaturen von 1400° noch zu groß sind. Als praktisches Anwendungsgebiet wird der Temperaturbereich zwischen 500 und 1300° angesehen. Dieser Bereich erscheint nach oben hin recht kühn festgesetzt.

Vorgesehen ist ferner, bei künftigen Ausführungen die gasdurchlässige Innenzustellung mit der Anwendung der Rekuperativ-Lufterhitzung zu verbinden, besonders bei Oefen mit hohen Abgastemperaturen. Man will in diesem Fall das Abgas zuerst durch die durchlässigen Ofenwände saugen, wobei es erheblich abgekühlt wird, so daß es dann ohne Gefahr in den Stahlrekuperator eingeführt werden kann.

### Ergebnisse der Vortragserörterungen

Die vielfachen Erörterungen an dem in drei verschiedenen Versammlungen gehaltenen Vortrag brachten noch folgende Mitteilungen und Stellungnahmen:

S. D. Ward machte Mitteilung von einem doppelten Muffelofen mit gasdurchlässiger Innenzustellung. Die festgestellte Gaseinsparung betrug beim Aufheizen 40 %, beim vierstündigen Temperaturhalten 32,5 %, im ganzen also rd. ein Drittel des von einem gleichartigen Ofen gewöhnlicher Bauart benötigten Verbrauchs.

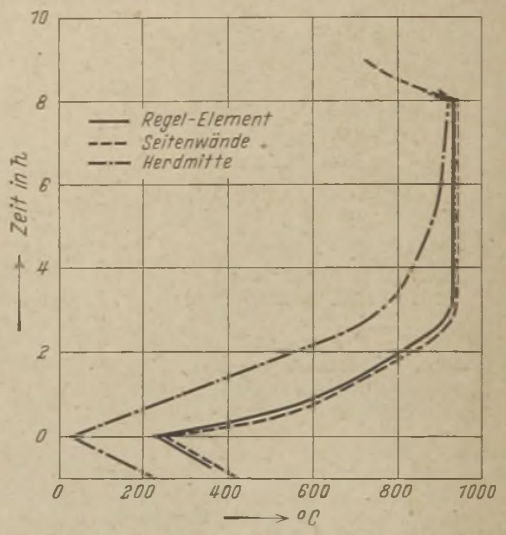



Bild 8. Temperaturverlauf an verschiedenen Stellen im Ofen.

Von mehreren Seiten wurde vorgeschlagen, die gasdurchlässigen Steine mit Falz und Nut zu versehen, um Kurzschlüsse durch aufklaffende Fugen möglichst zu vermeiden. Bei Oefen der beschriebenen Ausführung wurde nicht nur ein Aufklaffen der Fugen, sondern auch eine Verfärbung der gasdurchlässigen Steine beobachtet; trotzdem sollen sich keine Nachteile bemerkbar gemacht haben. Falls eine Verstopfung der Poren im Laufe der Zeit eintreten würde, soll sie nach einem Vorschlag durch Umkehrung der Gasströmung, d. h. durch Zurückblasen der Ablagerungen beseitigt werden.

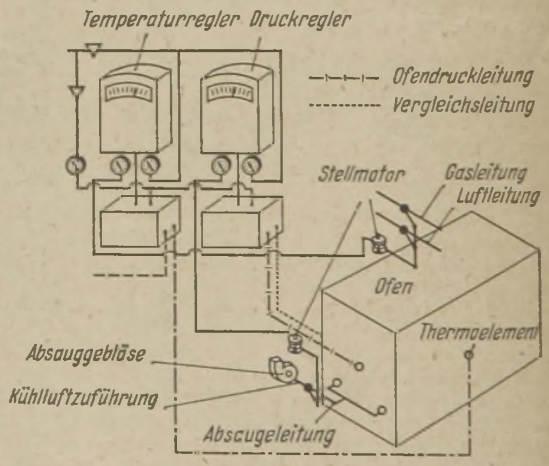



Bild 9. Regeleinrichtung.

Sehr bemerkenswert ist die Mitteilung eines Versammlungsteilnehmers, daß der zuletzt angeführte Draht-Patentierofen nur wenige Tage in Betrieb gewesen ist.

Von P. O. Rosin wurde mit Recht auf frühere allgemeine Erfahrungen mit undichten Ofenwänden und insbesondere gasdurchlässigen Gewölben hingewiesen, u. a. auf die Anwendung von gasdurchlässigen porigen Steinen bei Kohlenstaubfeuerungen mit Unterdruckbetrieb, wobei der Zweck ein doppelter war: Kühlung des Gewölbes und Ausnutzung der durch die Poren des Gewölbes gesaugten Luft als sekundäre Verbrennungsluft. Der Erfolg währte jedoch nur kurze Zeit,

da sich die Poren trotz Filterung der Ventilatorluft bald verstopften. Rosin führt diesen Mißerfolg darauf zurück, daß die damals verfügbaren Steine zu kleine Poren hatten. Weiter wies er auf die Erfahrung hin, daß Oefen mit Ueberdruck wärmewirtschaftlich günstiger arbeiten, in bezug auf Lebensdauer sich aber im Nachteil erwiesen, während solche mit Unterdruckbetrieb sich umgekehrt verhalten: die durch die Poren und Fugen der Wände eingesaugte Außenluft kühlt das Mauerwerk und verlängert seine Haltbarkeit, wirkt aber als Falschluft und Luftüberschuß nachteilig.

Trotz Ablehnung der theoretischen Entwicklungen und Bezweiflung der Ursachen der mitgeteilten Gaseinsparungen beurteilt Rosin die beschriebene Ofenbauweise günstig.

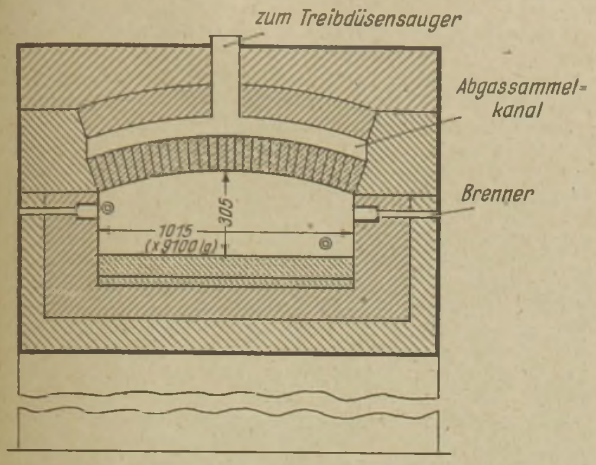



Bild 10. Draht-Durchziehofen.

Des weiteren wurde von einigen Versammlungsteilnehmern in offenbarer Befürchtung einer baldigen Verstopfung der gasdurchlässigen Poren der Vorschlag gemacht, perforierte Steine, d. h. Steine mit vielen sehr engen Bohrungen (z. B. 2 mm) quer zur Wandfläche zu verwenden. Die Berichterstatter haben diesen Gedanken aufgenommen, aus den Kreisen der keramischen Industrie wurde aber auf die fabrikatorischen Schwierigkeiten hingewiesen.

Stellungnahme des Verfassers

Soweit es sich um Kritik an den Darlegungen der englischen Berichterstatter handelt, ist den angeführten Einwendungen der Erörterungsteilnehmer nur zuzustimmen. Die abgebildeten Ofenausführungen geben aber darüber hinaus noch Anlaß zur Kritik:

1. Die Abgase durchströmen nicht die gesamte Wanddicke, sondern nur eine Innenwand, die nur einen Anteil von rd. 15 % der gesamten Wanddicke hat. Weitere 15 % der Wanddicke entfallen auf die Aussparung für die Ableitung der Abgase, die restlichen 70 %, also fast ein fünffacher Anteil, auf die nicht gasdurchströmte Außenwand. Der Erfolg kann daher auch nur zu einem Bruchteil erreicht werden.
2. Der Grund für die Beschränkung der Gasdurchströmung auf einen so geringen Teil der Wanddicke ist offenbar in der zu geringen spezifischen Gasdurchlässigkeit der porigen Steine zu sehen. Es scheint also, daß das Problem auch von der keramisch-fabrikatorischen Seite, nämlich der Schaffung genügend gasdurchlässiger Steine, noch keineswegs gelöst ist.
3. Selbst bei der Beschränkung der Abgasdurchsaugung auf diese dünnen Innenwände ist anzunehmen, daß ein großer, wenn nicht der größte Teil der Abgase nicht den Weg durch die Steinporen nimmt, sondern durch die Steinfugen. Dies bestätigen zum Teil auch die Erörterungen zu den Vorträgen.
4. Die angegebenen großen Gasersparnisse dürften sich dadurch erklären, daß diese neuen, ohne Rücksicht auf die Lebensdauer in Leichtbauweise ausgeführten und bestens überwachten Oefen mit Oefen verglichen wurden, die in alter Schwerbauweise ausgeführt sind. Diese angeblichen Gaseinsparungen gehen weit über die Grenze des theoretisch überhaupt Möglichen hinaus.
5. Die Gefahr der Porenverstopfung ist nicht genügend geklärt.
6. Die Frage der Lebensdauer ist kaum andeutungsweise behandelt worden, sie ist aber neben der Frage der Gaseinsparung (und der nichtbehandelten Frage der Aufheizverkürzung) ausschlaggebend für die wirtschaftliche Beurteilung der vorgeschlagenen Bauweise. Ist schon bei gewöhnlichen Oefen mit Leichtstein-Innenzustellung eine erhebliche Verkürzung der Lebensdauer, die durch die Gaseinsparungen mehr als ausgeglichen werden muß, zu erwarten, so grenzt es fast an Wunder, daß derartig empfindliche Ausführungen bis zum Vortrag immerhin über ein Jahr in Betrieb gewesen sein sollen.
7. Nichtsdestoweniger haben die englischen Berichterstatter das Verdienst, eine nicht unwichtige ofenbauliche Frage in Fluß gebracht zu haben, die einmal geklärt werden muß. Jedoch ist diese Frage problematischer, als die Berichterstatter und Erörterungsteilnehmer meinen. Die Aufgaben sind mindestens in vierfacher Hinsicht zu klären.
   a) In theoretischer Hinsicht: Entwicklung einer maßgebenden Theorie.
   b) Klärung des keramisch-fabrikatorischen Problems, für hochgasdurchlässige porige Steine oder wabenartige Viellochsteine, oder in anderen Formen; Anwendung einer Schütt- oder Packungsfüllung (porige Schamottekörner, Kieselgur, Glas- oder Schlackenwolle) zwischen gelochten oder jalousieförmigen metallenen Doppelwänden.
   c) Empirische Klärung der verschiedenen Möglichkeiten und Fragen mit Hilfe von Versuchsfeuerungen.
   d) Erprobung in mehrjährigem praktischem Betrieb.

Die in den Erörterungen zu dem angeführten Bericht erwähnte Verbindung der Abgasausnützung durch porige oder siebartig durchlochte Innenwände (z. B. 2 mm Dmr.) mit Lufterhitzern oder außerdem mit Umwälzgebläsen verdient bei diesen Entwicklungsarbeiten vollste Beachtung.

Gustav Neumann.

## Strom- und Kraftwirtschaft in der englischen Zone

1944 wurden im gesamtdeutschen Reich etwa 88 Mrd. kWh erzeugt, von denen 45 % auf Eigenanlagen und 55 % auf die Werke der öffentlichen Versorgung entfielen. Die heutige englische Zone war an dieser Stromerzeugung mit 37 % = 32 Mrd. kWh beteiligt.

Im Gegensatz zum Reichsdurchschnitt lag in der englischen Zone der Anteil der Erzeugung in Eigenanlagen mit 51 % etwas über der Erzeugung in öffentlichen Werken. Auch die vorhandene Leistungsfähigkeit der Eigenanlagen lag mit 3 420 000 kW (= 188 % von 1932; *vgl. Bild 1*) etwas über der Leistung der öffentlichen Werke, die über 3 320 000 kW (= 154 % von 1932) verfügten. Die Erzeugung der öffentlichen Werke der englischen Zone beruhte im wesentlichen auf Steinkohle (56 %) und Braunkohle (40 %) neben

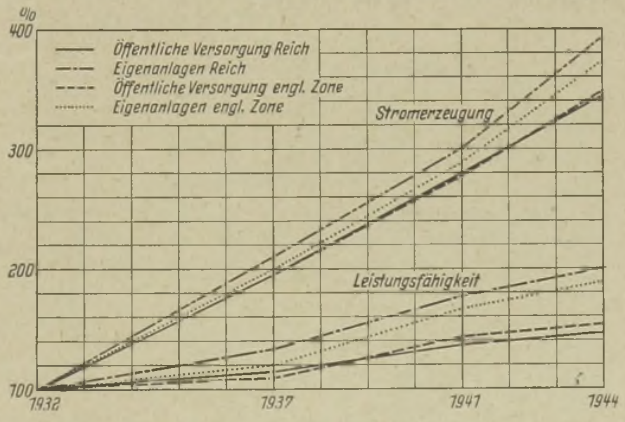



Bild 1. Entwicklung der Leistungsfähigkeit und der Stromerzeugung. (Bezogen auf 1932 = 100.)

einer geringen Beteiligung der Wasserkraft (4 %), während bei den Eigenanlagen auch die Erzeugung aus Gas, und zwar sowohl unter Kesseln als auch in Gasmaschinen mit über 26 % ins Gewicht fiel.

Die Stromerzeugung allein deckt den industriellen Kraftbedarf nicht. Die Industrie benötigt nicht nur Strom, sondern auch Dampf für unmittelbare Antriebe, Heizzwecke, Winderzeugung oder Umformung in andere Energieträger (z. B. Preßluft und Druckwasser). Infolgedessen ist die Leistungsfähigkeit der Kesselanlagen und die zugehörige Dampferzeugung der Eigenanlagen ein Vielfaches derjenigen, die für ihre Stromerzeugung allein erforderlich wären. Beim Steinkohlenbergbau z. B. werden nur etwa 25 % der Dampf-

erzeugung in Strom umgewandelt, während 75 % unmittelbare Verwendung finden. Bei nahezu gleicher Stromerzeugung waren deshalb Kesselleistung, Dampferzeugung und Brennstoffeinsatz der industriellen Kraftwirtschaft etwa viermal so hoch wie die der öffentlichen Versorgung.

Ueber den heutigen Stand der Stromerzeugung und Kraftwirtschaft in der englischen Zone ist folgendes zu sagen: Bei der öffentlichen Versorgung sind von der in 1944 vorhandenen Leistungsfähigkeit etwa 2 Mill. kW einsatzfähig. 10% der früheren Leistung müssen als endgültig zerstört gelten, während etwa 1 Mill. kw wiederherstellbare Schäden aufweist. Diese sind aber nur zur Hälfte auf unmittelbare Kriegseinwirkungen, im übrigen auf Ueberbeanspruchung der Anlagen und Mangel an laufenden Instandsetzungsmöglichkeiten zurückzuführen. Die Zerstörungen und Schäden bei den industriellen Anlagen sind größer. Sie sind zur Zeit mit etwa 50 % einsatzfähig, etwa 15 % der früheren Leistung müssen als endgültig ausgefallen angesehen werden.

Insgesamt liegt die heute einsatzfähige Leistung um ein geringes unter der Leistungsfähigkeit der Anlagen, die im Jahre 1932 zur Verfügung standen. Die Stromerzeugung der Zone hat aber mit einer Jahresarbeit von etwa 16 Mrd. kWh bereits den Stand des Jahres 1937 erreicht. Damit sind die einsatzfähigen Anlagen an der Grenze ihrer Ausnutzung angelangt. Schon heute macht sich vielenorts, unabhängig von der Frage der Brennstoffversorgung, Leistungsmangel bemerkbar. Dies mag zunächst überraschen, erklärt sich aber aus folgenden Tatsachen.

Der Ausbau der Anlagen der öffentlichen Versorgung und der industriellen Kraftwirtschaft blieb seit 1932 hinter dem Leistungsbedarf immer mehr zurück. *Bild 1* läßt erkennen, daß die Stromerzeugung von 1932 bis 1944 auf den nahezu vierfachen Wert anstieg, während die Leistungsfähigkeit der Kraftanlagen nicht einmal auf das Doppelte ausgebaut wurde. Der Mehrbedarf an Strom und Kraft wurde also zum größten Teil durch höhere Inanspruchnahme und durch höhere Ausnutzung der Anlagen gedeckt. Im Jahre 1944 wurde die verfügbare Leistung mit im Mittel nahezu 5000 Jahresstunden eingesetzt. Diese Ausnutzung lag erheblich über der zulässigen, bei der eine geordnete Pflege, Unterhaltung und Instandsetzung der Werke auf die Dauer noch möglich ist. Hinzu kamen die im Laufe des Krieges mehr und mehr anwachsenden Schwierigkeiten in der Beschaffung von Ersatzteilen und Durchführung der notwendigen Erneuerungen, die nach dem Zusammenbruch praktisch völlig unmöglich wurden. Infolgedessen sind die Anlagen der öffentlichen Versorgung, mehr noch die der Industrie und besonders die Kesselanlagen heute erheblich abgewirtschaftet, so daß Strom- und Kraftwirtschaft vor dem Zusammenbruch stehen. Auch der schlechte Wirkungsgrad und wesentlich zu hohe Brennstoffeinsatz ist eine Folge dieser Zustände. Es ist vorauszusehen, daß nach Beseitigung des Engpasses Kohle der Mangel an Dampf und Strom zu Schwierigkeiten führt, deren Ueberwindung mehrere Jahre in Anspruch nehmen wird.

Angesichts dieser Tatsache verdient die Lage der für den Kraftwerksbau in Frage kommenden Herstellerwerke besondere Beachtung. Die bedeutendsten Fabriken der Elektroindustrie liegen in der russischen Zone. Die Werke in Nürnberg und Mannheim haben schwere Schäden. In der englischen Zone wurden größere Transformatoren, Hochleistungsschalter und andere Anlageteile überhaupt nicht hergestellt.

Für die Beurteilung des zukünftigen Strom- und Kraftbedarfes in der englischen Zone ist davon auszugehen, daß 25 Millionen Menschen auf vornehmlich industrieller Grundlage leben sollen. Nach den Potsdamer Verlautbarungen ist eine Beschränkung der aufgestellten elektrischen Leistung vorgesehen. Sollte sie Wirklichkeit werden, so wäre eine Aufteilung der zugelassenen Leistung auf die einzelnen Landesteile nach dem Schlüssel der Einwohnerzahlen für die englische Zone geradezu verhängnisvoll. Es ist zu berücksichtigen, daß der Strom- und Kraftbedarf je Einwohner erheblich abhängt von dem Stande der Industrialisierung eines Landes. So war z. B. in der amerikanischen Zone vor dem Zusammenbruch nur ein Drittel der Leistung der russischen Zone vorhanden bei etwa gleichen Einwohnerzahlen. Es ist ferner zu beachten, daß die englische Zone früher von den Süddeutschen Wasserkräften nicht unerhebliche Strommengen einführte, während sie heute Strom ans Ausland und an andere Zonen abgeben muß. Besonders ist aber zu beachten, daß die 1944 vorhandene Leistung keinen Maßstab für die Beurteilung des zukünftigen Bedarfes bietet, da die hohe Erzeugung nur durch unzulässige Ausnutzung der Leistung erreicht wurde. Mit einer Wiederherstellung der instandsetzungsfähigen Anlagen ist es deshalb allein nicht getan. Es ist vielmehr erforderlich, an die Errichtung neuer Anlagen zu gehen, wobei in erster Linie die schon früher begonnenen Bauten fertigzustellen wären. Für Wiederherstellung und Neubau wäre recht bald ein Plan aufzustellen, der öffentliche Stromversorgung und industrielle Kraftwirtschaft (also Strom- und Dampferzeugung) umfaßt und eine sinnvolle Verbundwirtschaft — auch vom Standpunkt der Kohle aus — ermöglicht. *Heinrich Schult.*

# Zeitschriften- und Bücherschau Nr. 2[1]

## Grundlagen des Eisenhüttenwesens

**Chemische Technologie.** Skerrett, R. G.: Kieseisäuregel. Erzeugung eines kristallinen Gels aus löslichen Silikaten. Porigkeit und geeignete Korngröße je nach Verwendungszweck für Trocknung, Unterkühlung oder Filtrierung. [Compr. Air Mag.; nach Iron Coal Tr. Rev. 152 (1946) Nr. 4068, S. 295.]

## Aufbereitung und Brikettierung

**Brikettieren und Sintern.** Ibankow, N. A.: Elektrische Brikettiermaschinen, Bauart Wassiljew.* Beschreibung einer Brikettpresse mit elektrischer Beheizung der Brikettformen zur Brikettierung von Eisen- und Metallspänen. Eigenschaften und Vorzüge der gewonnenen Briketts beim Schmelzvorgang. [Foundry Trade J. 76 (1945) Nr. 1508, S. 221/22.]

Neuartige Anwendung des Sinterverfahrens für Gußspäne. Sintern von Gußspänen oder gekörntem Eisen in besonders gebauten Greenawalt-Pfannen, ohne besondere Brennstoffzusätze, lediglich durch Ausnutzung der Oxydationswärme des Kohlenstoff-, Silizium- und Mangangehaltes. Ueberführung der Späne in einen kohlenstoffarmen chargierfähigen Stahlschrott. [Iron Coal Tr. Rev. 151 (1945) Nr. 4053, S. 677.]

## Entgasung und Vergasung der Brennstoffe

**Kokerei.** King, J. G., und F. J. Dent: Ausnutzung der Ueberschußwärme im Koksofenbetrieb. Entwicklung des Regenerativofens. Wärmebedarf der Regenerativ- und Abhitzeöfen. Vergleich einzelner Ofenbauarten und ihrer Besonderheiten. Auswirkung der Vorwärmung. [Iron Coal Tr. Rev. 152 (1946) Nr. 4071, S. 439/40.]

Warwick, W. Neville: Entwicklung der Koksofenindustrie. Füllgasverluste und ihre Verhütung durch geeignete Füllvorrichtungen. Einwirkung der Ofenbauart auf die Verbesserung der Koksbeschaffenheit. Erhöhung der Ausbeute an Nebenerzeugnissen. [Iron Coal Tr. Rev. 151 (1945) Nr. 4053, S. 673/74.]

Wilputte, Louis N., und Frans Wethly: Neuere Verbesserungen im Koksofenbau und -betrieb.* Mechanische Beschickung der Ofenkammern. Einfluß der Kohleaufgabe und -verteilung auf den Ofengang und die Koksbeschaffenheit. Vorrichtungen zur Vermeidung von Füllgasverlusten. Zusammenhang zwischen flüchtigen Bestandteilen, Wassergehalt, Gasdruck, Temperatur, Garungszeit, Graphitabscheidung und Ausbeute an Nebenprodukten. [Blast Furn. 34 (1946) Nr. 3, S. 355/67.]

## Krafterzeugung und -verteilung

**Gas- und Oelturbinen.** Riester, R. A.: Pläne für eine Versuchsgasturbineneinheit.* Vorschläge und Berechnungen der Elliot-Company. Grundsätzlich keine Aenderungen gegenüber der Bauart Brown-Boveri. [Blast Furn. 33 (1945) Nr. 10, S. 1274/76.]

**Schmierung und Schmiermittel.** Rönling, K.: Rückgewinnung von Oelen aus Reinigungsmitteln mit Hilfe von Lösungsmitteln.* [Werkstattstechnik Betrieb 38/23 (1944) Nr. 9, S. 247/48.

## Roheisenerzeugung

**Hochofenverfahren und -betrieb.** Colclough, T. P.: Betrachtung über die Hochofenbetriebsführung. I/II.* Aufgabe des Kohlenstoffs im Hochofen und Wärmebedarf für die Erzreduktion. Beziehung zwischen Kohlenstoffverbrauch und Gaszusammensetzung und dem Verhältnis von Kohlensäure zu Kohlenoxyd. Gleichgewichtsbedingungen. Veränderung des Möllers durch Klassieren und Sintern sowie Einfluß auf den Wärmebedarf. Vergleichende Wärmebilanz. Vorteile der Erzröstung. Einfluß des Sinterns auf den Koksverbrauch, den Ofengang, die Reduktionsverhältnisse und den Schwefelgehalt. Wärmebilanz bei 40 % Sinteranteil. Beziehung zwischen Schlackenmenge und Koksverbrauch. Anwendungsgebiet des sauren Schmelzens im Zusammenhang mit der Schlackenziffer, dem Tonerdegehalt und der Entschwefelung. Ausbringen der magnetischen Erzaufbereitung bei kalk- oder kieselsäurereichen Erzen. Vorteile der Erzzerkleinerung vor der Aufbereitung. Beziehung zwischen Reduzierbarkeit und Erzstückgröße mit „kritischem" Durchmesser. [Blast Furn. 33 (1945) Nr. 9, S. 1101/05; Nr. 10, S. 1253/57.]

## Eisen- und Stahlgießerei

**Allgemeines.** Gresty, Colin: Brennstoffwirtschaft in der Eisengießerei.* Zusammenhang zwischen Ausbringen und Koks-

[1]) Das Verzeichnis der regelmäßig bearbeiteten Zeitschriften ist abgedruckt in Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 95/96. — ≡ B ≡ bedeutet Buchanzeige. — * bedeutet Abbildungen in der Quelle.

Beziehen Sie für Karteizwecke vom Verlag Stahleisen m. b. H. die einseitig bedruckte Sonderausgabe der Zeitschriftenschau.

verbrauch im Kupolofenbetrieb und der jeweiligen Abstichmenge. Brennstoffaufwand beim Formen und Kerntrocknen. [Foundry Trade J. 72 (1944) Nr. 1430, S. 31/34.]

**Metallurgisches.** Rambush, N. E., und G. B. Taylor: Ein neues Verfahren zur Ermittlung des Verhaltens der Schmelzstoffe im Kupolofen.* Ziel und Durchführung der Untersuchung. Ermittlung der Zone und des Vorganges der Kohlenstoffaufnahme. Schwefelaufnahme aus dem Koks. Koksstückgröße und Kornveränderung beim Niedergehen. Beschaffenheit des Kokses über und unter der Blasebene. Vorbereitung der Gattierung. Betriebskenndaten, Beschaffenheit und Eigenschaften des Kokses. Einfluß auf die Ofenauskleidung. Chemische, physikalische und metallographische Prüfung der Schmelzergebnisse. Erörterung. [Foundry Trade J. 77 (1945) Nr. 1525, S. 197/204 u. 212; Nr. 1526, S. 229/35; Nr. 1527, S. 253/57.

**Temperguß.** Fallon, J.: Das Tempern von Temperguß.* Angaben über den Betrieb in der Firma Saginaw Malleable Iron Division, General Motors Corp., Danville (Ill.). Verwendung von Lee-Wilson-Oefen mit Strahlrohren. [Foundry Trade J. 77 (1945) Nr. 1518, S. 53/55 u. 56.]

Robiette, A. G.: Glühen von Temperguß im Gasstrom.* Reaktionen beim normalen Glühen in Tempererz. Einfluß des Verhältnisses $CO : CO_2$ und $H_2 : H_2O$ im Glühgas auf den Entkohlungsvorgang in Abhängigkeit von Glühtemperatur und -zeit. Einfluß der Wanddicke. Einfluß von Gefügeveränderung und Legierungsbestandteilen auf die physikalischen Eigenschaften. Beschreibung von geeigneten Oefen und Betriebseinrichtungen. [Foundry Trade J. 76 (1945) Nr. 1510, S. 255/60; Nr. 1511, S. 275/85; Nr. 1512, S. 305/10.]

Robiette, A. G.: Glühen von Temperguß im Gasstrom. Jenkins, I., und S. V. Williams: Erzeugung von weißem Temperguß durch Glühen unter Verwendung von Stadtgas. Erörterung: Höhe der Temperatur und Entkohlungsergebnis. Zusammenhang zwischen Glühdauer, Gasgeschwindigkeit und Wanddicke. Geeignete Zusammensetzung der Gase. Theoretische Grundlagen. Wassergasreaktion. [Foundry Trade J. 77 (1945) Nr. 1524, S. 181/88.]

**Schleuderguß.** Hurst, J. E.: Einfluß der Drehgeschwindigkeit beim Schleudergußverfahren.* Wesen und Entwicklung des Verfahrens. Günstigste Umdrehungsgeschwindigkeiten und Beschleunigung des Metalls beim Guß. Mathematische Ableitung. Echte Schleuderverfahren um waagerechte und senkrechte Achse. Halbschleuderverfahren und Preßguß. Erörterung Einfluß von Erschütterungen und der Wärmeübertragung. Theoretische Berechnungen. [Foundry Trade J. 74 (1944) Nr. 1468, S. 95/99; Nr. 1469, S. 117/20; Nr. 1475, S. 233/36 u. 245.]

## Stahlerzeugung

**Siemens-Martin-Verfahren.** Coulter, John S.: Die Bestimmung des Kalk-Kieselsäure-Verhältnisses zur Ueberwachung von Siemens-Martin-Ofenschlacke durch mathematische Rechnung unter Verwendung der FeO- und $Fe_2O_3$-Werte. Beziehungen zwischen FeO- und $Fe_2O_3$- und CaO-Gehalt werden an einigen kennzeichnenden Schlacken von Roheisen-Schrott und Duplex-Schmelzen untersucht. Mikroskopische und kristallographische Untersuchungen. [Blast Furn. 33 (1945) Nr. 10, S. 1242/47.]

Denlinger, Clyde: Erze für den Siemens-Martin-Ofen.* Untersuchungen an verschiedenen Formen und Vorbereitungsstadien von Stahlwerksfrischerzen (Feinerze, Sinter, Stückerz, Briketts). Zusammensetzung der ersten Ablaufschlacke Schlußfolgerung für die Verwendung von Erzen bei 53 % Roheisensatz. [Blast Furn. 33 (1945) Nr. 10, S. 1258/61 u. 1277.]

Knight, R. L.: Basischer Siemens-Martin-Ofenbetrieb auf einem australischen Stahlwerk.* [J. Iron Steel Inst. 147 (1943) S. 233/97; 148 (1943) S. 713/19; vgl. Iron Steel 16 (1943) S. 402/11; Inhaltsangabe vgl. Stahl u. Eisen 64 (1944) S. 556.]

McKay, J., und W. G. Cameron: Bauliche Einzelheiten von Siemens-Martin-Oefen. Vergrößerung eines alten 50-t-Ofens auf 70 t Fassungsvermögen bei beträchtlicher Verkürzung der Länge der Gaszüge. Abmessungen des Ofens und des Gewölbes. Einige Angaben über den 91-t-Venturiofen. [J. West Scotland Iron Steel Inst.; nach Iron Coal Tr. Rev. 151 (1945) Nr. 4053, S. 681/82.]

Snow, R. B.: Dichtigkeit von Siemens-Martin-Ofenherden.* Prüfung des spezifischen Gewichts und der Dichtigkeit von Magnesitherden an mit Diamantbohrern entnommenem Bohrkern. Der Magnesit wurde mit 10 % Schlacke feucht in einer Betonmischmaschine vermengt. Dabei bilden sich aus dem Feinen und dem Bindemittel Knollen, die zu einer Entmischung führen. Stampfen des Herdes mit dem in Gießereien üblichen Handstampfer. Spezifisches Gewicht des Herdes in den Bohrproben 2,57bis 2,62 g/cm³. Vorschlag für günstigste Arbeitsweise kann noch nicht gemacht werden. [Blast Furn. 33 (1945) Nr. 11, S 1394/97.]

Steinheider, W. H.: Verwendung von im Kupolofen geschmolzenem flüssigem Roheisen im Siemens-Martin-Ofen. Zur Abkürzung der Schmelzdauer wurde im Kupolofen geschmolzenes Roheisen mit 3,0 % C, 0,35 % Mn, 0,28 % P, 0,140 % S und 0,6 % Si mit Erfolg verwendet. Einsatz: ²/₃ Schrott und ¹/₃ Gußeisen oder Roheisen bei einem Kokssatz von 6 : 1. Schlacke im Kupolofen: 48 % $SiO_2$, 6 % $Al_2O_3$, 4 % FeO und 6 % MnO. Wasserkühlung des Kupolofens. Lebensdauer einer Auskleidung 70 bis 72 h. [Blast Furn. 33 (1945) Nr. 11, S. 1380/81.]

**Gießen.** Land, T.: Wärmespannungen in Stahlwerks-Kokillen.* [J. Iron Steel Inst. 147 (1943) S. 75/93; vgl. Iron Steel 16 (1943) S. 397/400; Inhaltsangabe vgl. Stahl u. Eisen 64 (1944) S. 556.]

Myers, R. H.: Uebersicht über die Arbeiten des Stahlwerks-Kokillen-Unterausschusses.* [J. Iron Steel Inst. 147 (1943) S. 51/74; vgl. Iron Steel 16 (1943) S. 392/96; Inhaltsangabe vgl. Stahl u. Eisen 64 (1944) S. 556.]

Steigerung des Ausbringens in Gießgruben durch Anwendung verlorener Köpfe nach Bauart Kaul.* Abbildung neuzeitlicher Formsteine für Kokillenaufsätze. [Blast Furn. 33 (1945) Nr. 10, S. 1261.]

## Metalle und Legierungen

**Metallguß.** Fry, S L.: Vorläufige Untersuchung des Metallgusses durch kinematographische Röntgenaufnahmen.* Beschreibung der Versuchseinrichtung, mit der das Gießen dünnwandiger Leichtmetallstücke verfolgt wurde. Beispiele für Untersuchungsmöglichkeiten mit kinematographischen Leuchtschirmaufnahmen, z. B. zur Feststellung des Einflusses der Gießer, der Gießgeschwindigkeit, der Lüftung, der Form und des Schwindens des Gußstückes. Erörterung. [Foundry Trade J. 76 (1945) Nr. 1508, S. 213/16; Nr. 1509, S. 239/44; Nr. 1510, S. 265/66.]

**Hartmetall-Legierungen.** Richards, Edmund T.: Formung und Pflege von Hartmetall-Ziehsteinen. 50 Jahre Wolframkarbid. Allgemeine Angaben über Zusammensetzung der Hartmetalllegierungen für Ziehsteine und deren Eigenschaften. Herstellung der Ziehsteine und zweckmäßige Behandlung während des Betriebes. [Werkst. u. Betr. 79 (1946) Nr. 4, S. 92/96.]

## Verarbeitung des Stahles

**Walzwerkszubehör.** Stabstahl- und Röhren-Richtmaschine.* Bei der von der Firma Bronx Engineering Co., Ltd., Lye near Stourbridge, gebauten Richtmaschine handelt es sich um eine Rollenrichtmaschine mit hyperbolischen Walzen in waagerechter Anordnung, die jede für sich durch einen Motor angetrieben wird. Die Maschine wird in verschiedenen Größen für das Richten von Stäben von 5 bis 75 mm Dmr. gebaut. [Engineering 161 (1946) Nr. 4187, S. 355.]

**Rohrwalzwerke.** Longenecker, Charles: 45 Jahre Röhrenfabrikation bei der Detroit Seamless Steel Tubes Co., Dearborn, Mich.* Kurzer Ueberblick auf den Werdegang der Firma, die neuerdings zur Sharon Steel Corporation gehört. Die Rohre werden in einem Stiefelwalzwerk gelocht und in einem Schwedenwalzwerk fertiggewalzt. Das Programm umfaßt Rohre von ¼ bis 5½" Dmr. Angeschlossen ist eine Kaltzieherei. [Blast Furn. 34 (1946) Nr. 2, S 231/32.]

Thurman, A. L.: Elektrische Ausrüstung für ein sechzehngerüstiges Rohrwalzwerk.* Beschreibung eines sechzehngerüstigen Reduzierwalzwerkes mit um 90° gegeneinander geklappten Gerüsten und Einzelantrieb jedes Gerüstes. Die Motoren sind waagerecht angeordnet und treiben über ein Winkelgetriebe und kleine Kammwalzgerüste die Walzen an. Abstand der Gerüste 320 mm. Reduziert wird von Rohren von 115 mm Dmr. bis auf 20 mm herunter. Walzgeschwindigkeiten von 90 bis 140 m/min mit der Absicht, sie auf 380 bis 630 m/min zu steigern. Antriebsprobleme. Einzelmotoren 75 PS, 850 bis 1750 Umläufe je min, 230 V Gleichstrom mit Einzelregelvorrichtung mit Tachometermotor. Gesamtregelung durch Leonard-Satz. [Blast Furn. 33 (1945) Nr. 10, S. 1235/41 u. 1247.]

## Oberflächenbehandlung und Rostschutz

**Allgemeines.** Glazunov, A., und L. Jenicek: Nachweis und Bestimmung der schwachen Stellen von elektrolytischen Ueberzügen.* Ermittlung der schwachen Stellen und ihrer Dicke mit Hilfe der elektrographischen Methode und eines Rechenverfahrens. Auswirkung der Vorbehandlung und der Elektrolyse auf die Dichtigkeit der Schicht. Durch pulsierende Ströme und Erhöhung der Frequenzen günstigere Ergebnisse. [Korrosion u. Metallsch. 21 (1945) Nr. 1/2, S. 11/14.]

Schmellenmeier, H.: Ueber einen Effekt der „Schmierwirkung" bei der elektrolytischen Abscheidung von Metallen.* Untersuchungen an sauren Zinkbädern sowie an alkalischen Glanzzinkbädern, Glanzzinn-, Glanznickel- und Glanzsilberbädern. Die ersten drei zeigen mit zunehmender Dauer der Elektrolyse steigenden Glanz der Oberfläche. Zur Erklärung dieses Effektes werden zwei Wege gewiesen. [Korrosion u. Metallsch. 21 (1945) Nr 1/2, S. 9/11.]

**Verzinken.** Bablik, H., F. Götzl und R. Kukaczka: Zur Struktur der Ueberzüge beim Feuerverzinken.* Beschaffenheit der Struktur und der Haftfestigkeit des Ueberzuges in Abhängigkeit von der Vorbehandlung, der Temperatur und der chemischen Zusammensetzung des Bades, der Tauchdauer, des Gefügezustandes des zu überziehenden Stahles und anderer Veränderlicher; in der Hauptsache vom betrieblichen Standpunkt gesehen. [Korrosion u. Metallsch. 21 (1945) Nr. 1/2, S. 1/9.]

Dickinson, H. W.: Die Entwicklung der Herstellung feuerverzinkter Bleche in England. [Iron Coal Tr. Rev. 148 (1944) Nr. 3959, S. 49/50.]

Gebhardt, Erich: Ueber die Einwirkung von Luft auf flüssiges Zink.* Untersuchungen an reinem Zink (mit 99,99 % Zn) über die Krätzebildung in Abhängigkeit von der Temperatur (430 bis 475°) und der Zeit (bis 180 h) an ruhiger Luft; Einfluß von Zusätzen bis 1 % an Mg, Si, Th, Mn, Tl. Krätzebildung beim Durchblasen von Luft; Einfluß von Zusätzen bis 0,5 % an Mg, Sb, Mn, Th, Pb, Cd, Sn, Wi, Ti, Fe, Cu und Ce. [Metallforschg. 1 (1946) Nr. 3, S. 87/96.]

**Sonstige Metallüberzüge.** Bilfinger, R.: Abscheidungsgeschwindigkeit und Struktur der Hartchromniederschläge in Chrombädern mit abnorm hohem Schwefelsäuregehalt.* Einfluß des Schwefelsäuregehaltes auf Abscheidungsgeschwindigkeit, Temperatur und Stromdichte. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden zu einem neuen Arbeitsverfahren für Hartverchromung entwickelt. [Metallwaren-Ind. Galvano-Techn. 43 (1945) Nr. 1/2, S. 3/6.]

Herrmann, Ad.: Anoden. Herstellung und Anwendung karbonisierter oder depolarisierter oxydhaltiger Nickelanoden. Vor- und Nachteile gegossener (Sand- und Kokillenguß) und gewalzter Anoden. Herstellung und Anwendung von Zink-, Kadmium-, Verchromungs-, Blei- und Kupferanoden. [Metallwaren-Ind. Galvano-Techn. 41 (1943) Nr. 11, S. 407/09; 42 (1944) Nr. 1, S. 9/13; Nr. 4, S. 103/04; Nr. 5, S. 134/36; Nr. 6, S. 164/66.]

Werner, Eugen: Hartverchromung im Dienste der Werkzeuginstandsetzung.* Vorteile der Hartverchromung. Durchführung. Dicke der Schichten. Durchführung der Verchromung in bezug auf Stromdichte, Bedarfstemperatur und Anodenform. [Werkst. u. Betr. 79 (1946) Nr. 3, S. 62/65.]

**Spritzverfahren.** Esser, Paul: Das Metallspritzen. Anwendungsmöglichkeit und die Grenzen des Verspritzens von Nichteisenmetallen und von Eisen und Stahl. [Metallwaren-Ind. Galvano-Techn. 43 (1945) Nr. 1/2, S. 10/12.]

**Anstriche.** Lohausen, K. A.: Elektrische Lacktrocknung mit Warmluft und Wärmestrahlen.* Abhängigkeit vom Aufbau der Lacksorten. Lösemittelverdampfung und Explosionsgefahr. Wärmehaushalt. Guterwärmung durch Wärmestrahlen. Vorgänge in Lackschicht und Lackträger beim Bestrahlen. Einflüsse von Abmessungen und Wärmeleitfähigkeit. Einfluß der Wellenlänge. Baugrundsätze für Wärmestrahler. Vergleich der Verfahren. [ETZ 66 (1945) Nr. 1/2, S. 5/8; Nr. 3/4, S. 33/36.]

**Chemischer Oberflächenschutz.** Blume, Hellmuth: Betriebliche Umstellung auf Phosphatierung unter Einsparung von Kräften und Energie.* Hinweise auf Verfahren und Betriebseinrichtungen zum Phosphatieren von Massenteilen. [Metallwaren-Ind. Galvano-Techn. 42 (1944) Nr. 11/12, S. 296/97.]

Krämer, Oskar: Das Brünieren von Eisen in heißen Laugen. Zusammensetzung und Wirkungsweise verschiedener Brünierbäder. Besprechung des einschlägigen Patentschrifttums. [Metallwaren-Ind. Galvano-Techn. 42 (1944) Nr. 11/12, S. 293.]

Winkelmann: Bewährte Ausführungen von Rückkühlanlagen zur Schonung der Härte- und Vergüteöle. [Werkst. u. Betr. 79 (1946) Nr. 4, S. 89.]

Wärmebehandlung mit Induktionserhitzung nach Lepel. Hinweis auf Geräte der Lepel Company, New York, bei denen die Frequenz 100 000 bis 300 000 Hz beträgt. [Foundry Trade J. 71 (1943) Nr. 1425, S. 290.]

### Eigenschaften von Eisen und Stahl

**Gußeisen.** Harding, E. W.: Güteüberwachung bei der Herstellung hochwertigen Gußeisens.* Notwendigkeit einer laufenden Ueberwachung von Rohstoffen und Erzeugnissen bei der Herstellung hochwertigen Gußeisens. Möglichkeit, aus Stichproben die vorliegende Häufigkeitsverteilung wesentlicher Eigenschaften, z. B. der Zugfestigkeit, zu erkennen. Entsprechende Probenahme. [Foundry Trade J. 72 (1944) Nr. 1439, S. 219/23; Nr. 1440, S. 239/42; Nr. 1441, S. 265/70; Nr. 1442, S. 294/98.]

Sheehan, H.: Gegossene Kurbelwellen. Erfahrungen mit Kurbelwellen aus Gußeisen folgender Zusammensetzung in Benzin- und Dieselmotoren für Schiffe und Fahrzeuge:

| | % C | % Si | % Mn | % P | % S | % Cr | % Mo | % Ni |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 2,7 | 2,4 | 1,0 | 0,08 | 0,08 | 0,20 | 1,0 | 1,0 |
| 2. | 3,3 | 2,4 | 0,7 | 0,18 | 0,15 | 0,8 | 0,4 | 0,2 |
| 3. | 2,5 | 1,5 | 0,4 | 0,10 | 0,17 | — | — | — |
| 4. | 2,3 bis 2,7 | 2,5 | — | 0,15 | — | — | 0,5 bis 0,7 | bis 2,0 |

[Iron Coal Tr. Rev. 152 (1946) Nr. 4072, S. 502.]

**Nichtrostender und hitzebeständiger Stahl.** Ruf, Karl: Die Oberflächenbelastbarkeit von Heizleitern.* Schaubilder über Zusammenhang zwischen Leistungsbedarf und erforderlicher Oberflächenbelastung sowohl für freigespannte als auch für gewendelte Heizleiter aus runden Drähten. [Werkst. u. Betr. 79 (1946) Nr. 7, S. 157/62.]

**Einfluß von Zusätzen.** Bolsover, G. R., und S. Barraclough: Der Einfluß von Zinn auf legierte Stähle.* [J. Iron Steel Inst. 146 (1942) S. 141/55; vgl. Iron Coal Tr. Rev. 145 (1942) S. 261/62 u. 266; vgl. Iron Steel 16 (1942) S. 137/40; Inhaltsangabe vgl. Stahl u. Eisen 63 (1943) S. 266.]

### Mechanische und physikalische Prüfverfahren

**Prüfung der Wärmeausdehnung.** Stanton, L. R.: Schreibdilatometer für Metallproben.* [J. Iron Steel Inst. 147 (1943) S. 95/101; vgl. Iron Steel 16 (1943) S. 361/62; Inhaltsangabe vgl. Stahl u. Eisen 64 (1944) S. 818.]

**Sonderuntersuchungen.** Seager, G. C., und F. C. Thompson: Abhängigkeit des Elastizitätsmoduls unlegierter und legierter Stähle von der Temperatur.* [J. Iron Steel Inst. 147 (1943) S. 103/19; vgl. Iron Steel 16 (1943) S. 377/80; Inhaltsangabe vgl. Stahl u. Eisen 64 (1944) S. 818.]

Thompson, F. C., und N. C. Saha: Thermoelektrische Kraft von Reineisen zwischen 20 und 230°.* [J. Iron Steel Inst. 147 (1943) S. 121/29; vgl. Iron Steel 16 (1943) S. 375/76; Inhaltsangabe vgl. Stahl u. Eisen 64 (1944) S. 818.]

**Zerstörungsfreie Prüfverfahren.** Magnetpulverprüfung. Auszug aus einem Bericht über ein Symposium der American Society for Testing Materials. [Engineering 161 (1946) Nr. 4185, S. 302.]

Schropp, Hermann: Magnetpulverprüfung von Schweißnähten.* Grundlagen der Fehleranzeige bei Längs-, Quer- oder kombinierter Magnetisierung. Wirkungsweise und Bauarten verschiedener Magnetisierungsgeräte. Schema zum Normblatt DIN 54121, Ausg. Mai 1944: Begriffsbestimmungen und Kurzzeichen für die Magnetpulverprüfung. [Autogene Metallbearb. 37 (1944) Nr. 17/18, S. 166/72; Nr. 19/20, S. 181/88; 38 (1945) Nr. 1/2, S. 10/11.]

Verse, H.: Industrielle Röntgendurchstrahlungsanlagen. Zur Erinnerung an W. C. Röntgen und die Entdeckung der Röntgenstrahlen.* [Technik 1 (1946) Nr. 2, S. 72/80; Nr. 3, S. 125/34.]

### Metallographie

**Zustandsschaubilder und Umwandlungsvorgänge.** Andrew, J. H., H. Lee und A. G. Quarrell: Löslichkeit von Wasserstoff in Eisen und Eisenlegierungen.* [J. Iron Steel Inst. 146 (1942) S. 181/92; vgl. Foundry Trade J. 68 (1942) S. 140; Inhaltsangabe vgl. Stahl u. Eisen 63 (1943) S. 165.]

Goldschmidt, H. J.: Kristallaufbau von Eisen, Eisen(II)-oxyd und Eisen(II, III)-oxyd und ihre Beziehungen zueinander.* [J. Iron Steel Inst. 146 (1942) S. 157/80; vgl. Iron Steel 16 (1942) S. 126/30; Inhaltsangabe vgl. Stahl u. Eisen 63 (1943) S. 549.]

László, F.: Einfluß von Gefügespannungen auf die Kohenstoffausscheidung im Stahl.* [J. Iron Steel Inst. 147 (1943) S. 201/04; vgl. Iron Steel 16 (1943) S. 386; Inhaltsangabe vgl. Stahl u. Eisen 64 (1944) S. 819.]

László, F.: Gefügespannungen im Stahl. I/II* [J. Iron Steel Inst. 147 (1943) S. 173/99; 148 (1943) S. 137/59; vgl. Iron Steel 16 (1943) S. 363/69; 17 (1943) S. 72/77; Inhaltsangabe vgl. Stahl u. Eisen 64 (1944) S. 819.]

**Erstarrungserscheinungen.** Unberuhigter Stahl. Binnie, D.: Gefügeuntersuchungen an einem unberuhigten Block aus basischem Siemens-Martin-Stahl.* — Mitchell, J.: Untersuchungen an drei Blöcken von 5,4 t aus unberuhigtem Thomasstahl.* — Mitchell, J.: Untersuchungen an vier Blökken aus unberuhigtem Thomasstahl.* — Swinden, T.: Untersuchungen an Blöcken. Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung vom Rand zum Kern.* — Swinden, T., und W. W. Stevenson: Diffusion bei einer Ausgleichsglühung bei 1300° [J. Iron Steel Inst. 146 (1942) S. 283/391; vgl. Iron Steel 16 (1942) S. 144/47, 153/59, 168/73 u. 175/78; Inhaltsangabe vgl. Stahl u. Eisen 63 (1943) S. 429.]

**Gefügearten.** Petch, N. J.: Anordnung der Kohlenstoffatome im Martensitgitter.* [J. Iron Steel Inst. 147 (1943). S. 221/31; vgl. Iron Steel 16 (1943) S. 390/91; Inhaltsangabe vgl. Stahl u. Eisen 64 (1944) S. 701.]

# Wirtschaftliche Rundschau

## Deutsche Ausfuhrpreise für Eisen und Stahl zwischen den beiden Weltkriegen

### I. Die Währungsgrundlagen nach dem Jahre 1918

Während vor dem ersten Weltkrieg die Ausfuhrpreise der großen Eisenländer in Goldwährung bemessen worden waren, hatte man zwischen den beiden Weltkriegen fast überall zur Papierwährung gegriffen, die Währungen abgewertet und da oder dort sogar Inflation getrieben. Infolgedessen fehlte die frühere sichere und feste Grundlage der Kostenkalkulation und der Preisstellung.

Zunächst hatte von den großen Ausfuhrländern Deutschland infolge seiner Niederlage und der Reparationszahlungen nach dem Versailler Vertrag eine jahrelang dauernde Zerrüttung seiner Währung zu tragen, die in der Zeit der französisch-belgischen Ruhrbesetzung 1923 zur völligen Zerstörung des Geldwertes führte. Kaum hatte Deutschland Ende 1923 seine Währung auf dem vollen alten Goldwert wieder stabilisiert, da kamen die Frankenwährungen in Belgien, Luxemburg und Frankreich ins Gleiten. Damit gerieten auch die Eisenpreise derjenigen Nachbarländer ins Wanken, die dank der billigen Minetteerzversorgung und der niedrigen Bewertung der Reparationslieferungen in Kohle und Koks bereits begünstigt waren. Mit dem Wiederaufbau zerstörter Hüttenwerke auf deutsche Kosten vergrößerte sich der Wettbewerbsvorsprung der Frankenländer vor den Ländern stabiler Goldwährungen wie England und Deutschland.

### II. Die Folgen der Friedensschlüsse

Die billige Eisenausfuhr der westeuropäischen Frankenländer drückten auf die Ausfuhr Englands, Deutschlands und Amerikas um so mehr, als die Grenzziehung von Versailles das an Minetteerz so reiche Lothringen aus dem deutschen Wirtschaftskörper herausnahm und Frankreich einverleibte. Ferner wurde das Saargebiet mit seiner starken Eisenindustrie auf 15 Jahre dem französischen Zollgebiet zugeschlagen. Die infolgedessen verdoppelte französische Produktionskraft drängte mangels genügenden Inlandsbedarfs alljährlich mit Millionen von Tonnen auf den Auslandsmarkt. Einen großen Teil des französischen Ausfuhrüberschusses hat infolge des Versailler Vertrages Deutschland auf fünf Jahre zollfrei aufnehmen müssen. Ein solches zollfreies Kontingent ist damals auch Luxemburg Deutschland gegenüber zugebilligt worden, jenem kleinen Grenzland, das seine Eisenindustrie dank der Zugehörigkeit zum Deutschen Zollverein bis 1918 hatte kräftig entwickeln können. Hatten bis 1918 die großen Produktionsmengen Lothringens und Luxemburgs wie der Saar hauptsächlich auf dem deutschen Inlandsmarkt Absatz gefunden, überschritten sie nunmehr ihre Landesgrenzen und drangen in fremde Wirtschaftsgebiete ein. Während der Ausfuhranteil an der Produktion Deutschlands etwa 20 bis 25 % betrug, stieg er bei Frankreich auf etwa 50 %, bei Belgien bis au 60 % und mehr und bei Luxemburg sogar bis auf 90 %.

Angesichts dieses starken Ausfuhrdranges war es nicht verwunderlich, daß sich in Brüssel eine „Eisenbörse" bildete, deren Preisnotierungen „fob Antwerpen" für die ganze Welt maßgebend wurden.

### III. Amtliche Handelspolitik und Kartelle

Die kontinentalen Länder hatten seit Jahrzehnten ihre Handelsbeziehungen auf der Grundlage von mehr oder minder hohen Einfuhrzöllen für Eisen sowie mit Hilfe von Handelsverträgen geregelt, die auf der Grundlage der Meistbegünstigung aufgebaut waren. Bei der Neuregelung der deutsch-französischen Handelsbeziehungen nach Beendigung der zollfreien Einfuhrkontingente (1925) ergab sich die Notwendigkeit, die Mittel der Einfuhrzölle, die gegenüber den Währungsabwertungen unwirksam waren, durch private Marktverständigungen der beiderseitigen Eisenindustrien zu ergänzen. Diese internationalen Kartellabreden, die — wie auch nationale Kartelle — seit den Potsdamer Beschlüssen vom 2. August 1945 verboten sind, stellten damals die unentbehrliche Ergänzung der amtlichen Handelspolitik dar. Sie waren von den beiderseitigen Regierungen gewollt und ausdrücklich genehmigt und setzten die alten Einfuhrkontingente, allerdings gegen Zollzahlung, insofern fort, als sie Deutschland verpflichteten, bestimmte Mengen Lothringer Eisen abzunehmen und bestimmte Preise dafür zu zahlen. Mit diesem Privatabkommen der Industrien Deutschlands und Frankreichs über Lothringer Eisen wurde damals gleichzeitig ein ähnlicher Kartellvertrag über die Saarwerke und mit Luxemburg abgeschlossen.

Schon damals hatte man den Willen, die gegenseitige Bekämpfung auf dem Weltmarkt einzustellen und auf dem Wege einer gemeinsamen Produktionsregelung die Ausfuhrüberschüsse zu begrenzen. So wurde mit Genehmigung der Regierungen der beteiligten Länder im Jahre 1926 die „Internationale Rohstahlgemeinschaft" zwischen Deutschland, Frankreich, Belgien, Luxemburg und der Saar gegründet. Darauf ist 1927 der deutsch-französische Handelsvertrag in Kraft gesetzt worden.

### IV. Die Internationale Rohstahlgemeinschaft (IRG) von 1926

Der internationale Stahlpakt verfolgte das Ziel, die Rohstahlproduktion jedes der beteiligten Länder festzusetzen und sie dem Bedarf anzupassen. Dabei wurden Länder die ihre Produktion über die vereinbarte Quote erhöhten, mit empfindlichen Strafen belegt. Die IRG, wie die Vereinigung kurz genannt wurde, beschäftigte sich dagegen nicht mit der Preisfestsetzung und nicht mit dem Verkauf selbst. Trotz dieses Mangels hat die IRG jahrelang bis zum Ausbruch der Weltwirtschaftskrise (1930) erfolgreich gearbeitet, um so mehr, als ihr auch kleinere Exportländer, wie die Tschechoslowakei, ferner Oesterreich, Ungarn und Polen beitraten, als die Währungsschwankungen zur Ruhe gekommen waren und die günstige Beurteilung der Wirtschaftslage in den Jahren 1927 bis 1929 zu großen Eisenkäufen geführt hatte. Bis zum Sommer 1930 waren die erzielten Ausfuhrpreise für alle beteiligten Länder der IRG gewinnbringend. Mit 116½ Goldschilling hat Deutschland 1929 den höchsten Durchschnittspreis für Stabstahl erzielt.

Die führenden Eisenindustriellen versuchten 1930 mit weitergehenden Vertragsverpflichtungen, namentlich mit einheitlichen Preisen und Verkaufsbedingungen, der einsetzenden Krise zu begegnen. Aber der IRG blieb der Erfolg versagt, ja 1931 geriet die ganze IRG in Verfall. Die Zügellosigkeit der Preisschleuderei in jener Zeit findet darin ihren Ausdruck, daß der Ausfuhrpreis z. B. für Stabstahl auf den Schrottpreis herabsank; er erreichte 1932 mit 42 Goldschilling die unterste Stufe, während in der Krise 1913/14 der niedrigste Stabstahlpreis 78 Goldschilling betragen hatte.

### V. Die britische Krisenbekämpfung

Die Preisschleuderei mit dem westeuropäischen Stahl bei der Einfuhr nach Großbritannien brachte die britische Stahlindustrie in die größte Gefahr, wie auch die übrige englische Industrie unter der Krise schwer zu leiden hatte. Das britische Kabinett sah keinen anderen Weg, aus der Krise herauszukommen, als den Freihandel aufzugeben und zu Schutzzöllen überzugehen. Ferner gab England im Herbst 1931 den Goldstandard seiner Sterlingwährung auf und senkte den Pfundwert um 40 %. Die englischen Eisenzölle betrugen zunächst 10 % vom Wert, von April 1932 ab 33⅓ % und schließlich 50 %.

### VI. Erneuerung der Internationalen Rohstahlgemeinschaft (1933)

Die Lehren der Vergangenheit suchte man zu beherzigen, indem man gegen Ende des Jahres 1932 die Verhandlungen für eine Erneuerung einer vervollkommneten IRG wieder aufnahm. Jede Ländergruppe mußte, von der kartellmäßigen Ordnung ihres Inlandsmarktes ausgehend, bereit sein, auf dem Auslandsmarkt unmittelbar mit geeigneten Mitteln einzuwirken, um wieder zu normalen Betriebsverhältnissen zu kommen. Auf Grund der neuen Verträge vom Februar 1933 erhielt jede Ländergruppe ihren prozentualen Anteil am Gesamtabsatz wie an der Ausfuhr der einzelnen Erzeugnisse. Ferner faßte jedes Land alle Auslandsverkäufe an einer Stelle zusammen, so Deutschland beim Stahlwerksverband in Düsseldorf. Für alle Beteiligten galten einheitliche Preise usw. Dieser neue Vertrag übte bald günstige Wirkungen aus. Ein Jahr später schlossen sich die mitteleuropäischen Eisenhüttenwerke der Verständigung an. Im Dezember 1934 wurden auch mit der englischen Stahlindustrie Besprechungen aufgenommen und im Juli 1935 zum Abschluß gebracht. Dieser von der englischen Regierung genehmigte Vertrag beschränkte die kontinentale Einfuhr nach England erheblich. Dafür wurden die englischen Eisenzölle auf 20 % herabgesetzt. Ueber die Bearbeitung der Exportmärkte wurden zwischen den englischen und kontinentalen Kartellen Abmachungen zur gerechten Verteilung der Ausfuhrmengen und Einhaltung einer gemeinsamen Verkaufspolitik getroffen. Die amerikanischen, ferner das südafrikanische und andere Werke schlossen sich mit einzelnen Erzeugnissen der IRG-Regelung an.

Die günstige Wirkung dieses Weltabkommens in Eisen und Stahl, das einen langjährigen Preiskampf beendete und einen Wirtschaftsfrieden einleitete, konnte nicht ausbleiben. Die Preise kehrten zu einer gesunden Entwicklung zurück. Der Stabstahl-Ausfuhrpreis stieg wieder bis auf 115 Schilling. Ferner gestaltete sich die Beschäftigung der beteiligten Industrien wieder regelmäßiger, und die Handelsbeziehungen kehrten allmählich in normale Bahnen zurück.

### VII. Die Preisbehandlung der mittelbaren Ausfuhr

In jedem Ausfuhrland kam es vor, daß die Ausfuhrpreise zeitweilig die Inlandseisenpreise erheblich unterschritten. Infolgedessen hatte die inländische Eisenverarbeitung bei ihren Ausfuhrgeschäften mit höheren Eisenpreisen zu rechnen gehabt als ihre ausländische Konkurrenz, namentlich in Ländern, deren Absatz von den großen Ausfuhrländern lebhaft umstritten war und in denen die Eisenpreise infolgedessen sehr tief lagen. Auf die Dauer konnte die heimische Eisenverarbeitung dieser Entwicklung nicht ruhig zusehen und stellte für die Ausfuhr an Maschinen, Apparaten, Fahrzeugen, elektrotechnischen Erzeugnissen, Werkzeugen, Hausgeräten aus Eisen und Stahl u. dgl. die Bedingung, daß sie für ihre Ausfuhrgeschäfte im Eisenpreis nicht ungünstiger behandelt werde als ihre ausländische Konkurrenz. Zu diesem Zwecke wurde im Jahre 1925 vom Stahlwerksverband (Deutsche Rohstahlgemeinschaft) in Düsseldorf mit der „Arbeitsgemeinschaft der Eisen verarbeitenden Industrie" ein Abkommen geschlossen, das nach den Anfangsbuchstaben der letztgenannten Organisation kurz Avi-Abkommen genannt wurde. In Punkt 1 dieses Abkommens erklärte sich die Rohstahlgemeinschaft bereit, der Eisen verarbeitenden Industrie den für ihre Ausfuhr benötigten Bedarf an Halbzeug und Walzstahl zu den jeweiligen Weltmarktpreisen zu liefern. Die Weltmarktpreise wurden von Zeit zu Zeit von einem Ausschuß der Eisenerzeuger und Eisenverarbeiter festgestellt. Dieses Avi-Abkommen war bis zum Beginn des zweiten Weltkrieges, also eineinhalb Jahrzehnte, in Deutschland in Geltung. Kaum war es im Auslande bekanntgeworden, da fand es in den Eisenländern, die selbst eine große Verarbeitung haben, Nachahmung.

Der Preisnachlaß, der im Vergleich zu den deutschen Inlandspreisen für solche Geschäfte indirekter Ausfuhr den Verarbeitern gewährt wurde, betrug beispielsweise 1925 im Durchschnitt aller Walzerzeugnisse und im Durchschnitt aller Verarbeiter 16,62 ℳ für die Tonne Walzerzeugnis, die für die Ausfuhr verarbeitet wurde. Mit der Verschlechterung der Weltmarktpreise stieg diese Rückvergütung, während sie sich bei der Erholung der Weltmarktpreise auch wieder zeitweilig gesenkt hat. Im Durchschnitt der beiden ersten Jahre der Rückvergütungen wurden etwa 1 Mill. t Walzstahl für indirekte Ausfuhrzwecke geliefert. Die für diese Geschäfte sofort im Preise oder später in Rückvergütungsform gewährten Nachlässe wurden auf die gesamte deutsche Rohstahlerzeugung umgelegt, so daß alle Stahlwerke die Lasten mitzutragen hatten, gleichgültig, ob und inwieweit sie an den Ausfuhrverkäufen beteiligt waren oder nicht. Auf die Tonne Rohstahlerzeugung entfiel in den ersten Jahren eine durchschnittliche Belastung von noch nicht 2 RM. Später stiegen diese Belastungen an, namentlich in der Zeit der Weltwirtschaftskrise. Die Einrichtung hat ihren Teil dazu beigetragen, daß die deutsche Ausfuhrindustrie im allgemeinen wettbewerbsfähig blieb.

### VIII. Die Zusatzausfuhrvergütung (ZAV)

Für ein Land wie Deutschland, das infolge des Versailler Vertrages seine Auslandsguthaben und Kapitalanlagen verloren hatte, war es für die Gestaltung der Außenhandels- und Zahlungsbilanz von der größten Bedeutung, daß seine Ausfuhr entwicklungsfähig blieb. Als nun im Herbst 1931 Großbritannien die bereits oben erwähnte Währungsabwertung im Umfang bis zu 40 % seines früheren Goldstandards vorgenommen hatte und als diesem Vorgehen die Vereinigten Staaten von Nordamerika und eine ganze Anzahl von Ländern des sogenannten Sterlingblocks folgten, war die deutsche Ausfuhr aufs schwerste bedroht. Der Schlag mußte nicht nur die deutsche Eisen- und Stahlindustrie, sondern die gesamte deutsche Ausfuhr tödlich treffen, wenn es nicht gelang, trotz Aufrechterhaltung der auf Goldwert stabilisierten Reichsmarkwährung Mittel und Wege zu finden, um die deutschen Ausfuhrwaren wettbewerbsfähig zu erhalten.

Nach verschiedenen kurzfristigen Zwischenlösungen, die in Form von Registermark, Scrips und Bonds von 1932 bis 1934 ihre Rolle spielten, fand man 1935 folgenden Weg der Ausfuhrförderung:

Das Reichswirtschaftsministerium belastete die einzelnen Wirtschaftszweige, insbesondere die an der Ausfuhr betei-

ligten Industrien, und belegte sie mit einer besonderen Abgabe, für deren Bemessung in gewissen Fällen der gesamte Umsatzwert des betreffenden Wirtschaftszweiges oder die Gesamthöhe der verausgabten Löhne und Gehälter oder dergleichen zugrunde gelegt wurde. Die industriellen Gruppen zogen im Wege der Selbstverwaltung diese Abgabe ein und führten die Geldbeträge der Deutschen Golddiskontbank zu. Somit war nahezu die ganze deutsche Warenproduktion neben den öffentlichen Steuern und Abgaben mit dieser zusätzlichen Ausfuhrabgabe belastet.

Diejenigen Industriellen, welche bei ihren Ausfuhrgeschäften angesichts der weittragenden obenerwähnten ausländischen Währungsabwertungen erhebliche Verluste erwarten mußten, würden bei den drohenden Verlusten keine Geschäfte mehr getätigt haben, wenn sie nicht über die Golddiskontbank einen Ausgleich in Reichsmark erwartet hätten, der sie in den Stand setzte, ihre Selbstkosten wenn nicht voll, so doch annähernd zu decken. Eine Erstattung des Unternehmergewinns sollte nicht erfolgen. Deshalb mußten sich alle Ausfuhrfirmen einem besonderen Prüfungsverfahren unterwerfen, das sogenannte Prüfungsstellen, z. B. die „Prüfungsstelle der Eisen schaffenden Industrie" in Düsseldorf, in jedem einzelnen Falle von Ausfuhrgeschäften vorzunehmen hatten.

Da es sich bei diesem Verfahren um eine zusätzliche Ausfuhrförderung handelte, wurde das Verfahren kurzweg ZAV genannt.

Die Eisen schaffende Industrie mußte auf Veranlassung des Reichswirtschaftsministeriums hierfür alljährlich Beträge aufbringen, die zwischen 50 und 90 Mill. RM schwankten und etwa 2 bis 2½ %, wenn nicht mehr, des Gesamtumsatzes gleichkamen. Die Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie legte ihrerseits die Beträge auf die jeweilige Erzeugung in Form von Tonnenabgaben um, und zwar in erster Linie auf sämtliche Walzerzeugnisse und Schmiedestücke sowie auf Rohstahl und auf diejenigen Sorten Roheisen, die im allgemeinen nicht zur Herstellung von Rohstahl und Walzerzeugnissen dienten. Als im Laufe des zweiten Weltkrieges die Ausfuhrerlöse besser und besser wurden, infolgedessen sich die Verluste verringerten und schließlich ganz wegfielen, wurde die Industrie von der Aufbringung der Ausfuhrabgabe befreit. Was nun die der Eisen schaffenden Industrie gewährten Verlustausgleiche betrifft, so waren die hierfür von der Golddiskontbank ausgezahlten Beträge, insgesamt betrachtet, ganz erheblich geringer als die Beträge, welche diese Industrie für die Golddiskontbank und das ganze Verfahren aufzubringen hatte.

# Vereinsnachrichten

## Verein Deutscher Eisenhüttenleute

**„Stahl und Eisen"; Mitgliedsbeitrag; Mitgliederverzeichnis**

Durch das Rundschreiben aus dem November 1946 sind die Mitglieder aufgefordert worden, den Mitgliedsbeitrag für das 1. Halbjahr 1947 zu überweisen und ihre Wünsche wegen der Zustellung von „Stahl und Eisen" durch eine dem Rundschreiben beigefügte Postkarte mitzuteilen. Mitglieder, die dieser Aufforderung noch nicht nachgekommen sind, werden dringend darum gebeten. Die Meldung ist auch deshalb wichtig, weil beabsichtigt ist, ein neues Mitgliederverzeichnis vorzubereiten, in das nur Namen von Mitgliedern aufgenommen werden können, die sich gemeldet haben. Aenderungen in Anschrift oder Dienststellung bitten wir uns laufend bekanntzugeben.

**Inhaltsverzeichnis zu „Stahl und Eisen", 65. Jahrgang, 1945**

Es ist beabsichtigt, das Inhaltsverzeichnis für die Hefte 1 bis 12 des Jahrganges 1945 zusammen mit dem für den laufenden 66./67. Jahrgang von „Stahl und Eisen" voraussichtlich zu Anfang des nächsten Jahres herauszugeben.

## Verein Deutscher Ingenieure (VDI)

Nachdem der Verein Deutscher Ingenieure, der im Jahre 1946 auf sein 90jähriges Bestehen zurückblicken konnte, die Genehmigung zur Wiederaufnahme seiner Tätigkeit in der britischen Zone vom Hauptquartier der Militärregierung in Minden bekommen hatte, fand am 12. September 1946 in Düsseldorf die erste Zonentagung statt, an der die Vertreter der 20 Bezirksvereine in der britischen Zone teilnahmen.

Zum Vorsitzenden des VDI wurde Direktor Hans Bluhm, Düsseldorf, zum stellv. Vorsitzenden Professor Dr. G. Reisner, Essen, gewählt. Die Zentralstelle wird ihren Sitz in Düsseldorf haben. Als Zweck des Vereins wurde in der Gründungsversammlung erneut bezeichnet, daß der VDI eine Vereinigung ist, die durch die Mittel der neutralen Wissenschaft, Forschung und Unterrichtung eine der allgemeinen Wohlfahrt dienende Betätigung auf allen Gebieten technischen Schaffens anstrebt. Der Verein sieht darüber hinaus die Betreuung des Ingenieurstandes als seine Aufgabe an, wobei er diesen stets zu verpflichten bemüht, im Sinne der menschlichen Wohlfahrt tätig zu sein. Er wird im übrigen eingedenk seiner Ueberlieferung als ältester und bedeutendster technisch-wissenschaftlicher Verein seine Hauptaufgabe darin sehen, durch technisch-wissenschaftliche Arbeit den Wiederaufbau unseres Vaterlandes zu fördern.

Beabsichtigt ist, die VDI-Zeitschrift möglichst bald im alten Gewande wieder erscheinen zu lassen.

Es starben:

*Max Apel*, Dillingen (Saar). * 20. 9. 1882, † 5. 12. 1946.
*Ludwig Appel*, Wilhelmshaven. * 1. 12. 1886, † 12. 12. 1946.
*Carl Bender*, Köln-Lindenthal. * 20. 1. 1872, † 22. 1. 1946.
*Alfred Berndt*, Schöneck (Vogtl.). * 21. 6. 1884, † 15. 6. 1946.
*Ernst Blome*, Berlin. * 15. 5. 1881, † 2. 6. 1946.
*Walter Boltze*, Siegen. * 12. 1. 1884, † 29. 8. 1946.
*Paul Boy*, Düsseldorf-Oberkassel. * 8. 10. 1892, † 29. 11. 1946.
*Adolf vom Braucke*, Berge über Meschede. * 4. 1. 1885, † 15. 6. 1946.
*Rudolf Brunck*, Wiesbaden. * 26. 8. 1867, † 19. 4. 1945.
*Josef Carmann*, Radenthein. * 18. 2. 1902, † 12. 5. 1945.
*Max Dörr*, Oberhausen. * 17. 2. 1886, † 13. 3. 1946.
*Hans Eitel*, Essen-Stadtwald. * 25. 2. 1876, † 20. 5. 1946.
*Adolf Frank*, Duisburg. * 7. 2. 1873, † 17. 10. 1946.
*Fritz Fuchs*, Bonn. * 28. 12. 1867, † 27. 8. 1946.
*Erhard Gehlig*, Staufenberg. * 9. 1. 1873, † 13. 6. 1946.
*Carl Hasenclever-Goldenberg*, Einsal. * 7. 4. 1873, † 1. 12. 1946.
*Paul Heskamp*, Hösel. * 3. 6. 1878, † 13. 12. 1946.
*Hermann Hitter*, Duisburg. * 21. 9. 1889, † 18. 12. 1944.
*Otto Jacobs*, Berlin-Frohnau. * 26. 11. 1866, † 26. 11. 1946.
*August Kampf*, Duisburg. * 26. 4. 1892, † 23. 7. 1945.
*Rudolf Keibel*, Lübeck. * 13. 7. 1872, † 8. 9. 1946.
*Friedrich Klönne*, Duisburg. * 14. 4. 1868, † 4. 12. 1946.
*Theodor Kramm*, Berlin-Wilmersdorf. * 13. 4. 1876, † 1. 2. 1943.
*Bruno von Kügelgen*, Lübeck. * 19. 1. 1877, † 29. 5. 1946.
*Carl Le Hanne*, Krefeld-Uerdingen. * 3. 8. 1880, † 23. 7. 1946.
*Fritz Lob*, Herreth. * 30. 3. 1865, † 22. 11. 1946.
*Werner Lwowski*, Rheinhausen. * 10. 10. 1916, † 31. 12. 1946.
*Hans Meyer*, Büderich. * 28. 12. 1900, † 21. 9. 1946.
*Eduard Müller*, Herne. * 4. 3. 1902, † 22. 8. 1945.
*Wilhelm Otto Mueller*, Berlin-Dahlem. * 22. 3. 1891, † Mai 1946.
*Wilhelm Reiff*, Witten. * 10. 8. 1872, † 5. 1. 1947.
*Otto Reismann*, Nürnberg. * 4. 6. 1856, † 26. 2. 1946.
*C. F. W. Rys*, Pittsburgh. † 11. 10. 1946.
*Maximilian Sabaß*, Sosnowitz. * 31. 10. 1874, † 13. 4. 1946.
*Werner Schürhoff*, Wolfenbüttel. * 10. 5. 1890, † 1. 11. 1945.
*Rudolf Siedersleben*, Köln-Bayenthal. * 20. 6. 1894, † 25. 7. 1946.
*Hans Springherr*, Malapane. * 7. 1. 1902, † 26. 2. 1946.
*Richard Tampke*, Düsseldorf-Rath. * 4. 8. 1901, † Juni 1945.
*Josef Theisen*, Krefeld. * 21. 5. 1880, † 15. 10. 1946.
*Philipp Tutein*, Wiesbaden. * 22. 10. 1870, † 16. 4. 1946.
*Waldemar Vorwerk*, Düsseldorf. * 21. 11. 1873, † 21. 3. 1946.
*Arthur Wauer*, Prien. * 28. 8. 1876, † 28. 7. 1946.
*Otto Weinrich*, Duisburg-Huckingen. * 29. 1. 1893, † 29. 4. 1946.
*Karl Weiß*, Siegen. * 30. 10. 1872, † 13. 12. 1946.