

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute

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

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

HEFT 33

15. AUGUST 1940

60. JAHRGANG

Betriebsvergleich der wärmetechnischen Kennzahlen gemischter Hüttenwerke.

Von Fritz Wesemann in Düsseldorf.

[Mitteilung Nr. 284 der Wärmestelle des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute*].

(Nähere Kennzeichnung des Wärmeverbrauchs. Brutto- und Nettowärmeverbrauch. Zusammenhänge zwischen Wärmeverbrauch und Stoffwirtschaft gemischter Hüttenwerke. Aufteilung des Wärmeverbrauchs auf die wichtigsten Betriebe und in Abhängigkeit von stoffwirtschaftlichen Kennzahlen. Hochofengasbilanz. Anteil der verschiedenen Brennstoffe am Bruttowärmeverbrauch und am Wärmeverbrauch einzelner Betriebe. Beispiel zur Ermittlung der wärmetechnischen Kennzahlen für ein gemischtes Hüttenwerk.)

Es ist auffallend, daß der Werksvergleich, der sich zu einem unentbehrlichen Hilfsmittel jeder Wirtschaftsplanung entwickelt hat, jahrelang an der Wärme- und Brennstoffwirtschaft gemischter Hüttenwerke vorbeigegangen war. Nachdem die stürmische Entwicklung der Wärmewirtschaft vor nunmehr reichlich 15 Jahren zu einem vorläufigen Abschluß gekommen war, bevorzugten Wissenschaft und Praxis in mühsamer, aber fruchtbarer Arbeit die Klärung von Einzelfragen auf dem Gebiete der Brennstoff- und Ofentechnik, die zuvor wegen anderer dringlicher Aufgaben etwas zurückgetreten waren.

Erst in den letzten Jahren rückten bei den Hüttenwerken allgemeine Fragen der Wärmewirtschaft infolge von rohstofftechnischen Umstellungen, des Anwachsens des Energiebedarfs und schließlich kurz vor dem Kriege infolge einer erneuten Brennstoffverknappung wieder in den Vordergrund. Die günstigen Erfahrungen, die die Planung gerade im Rahmen des Vierjahresplanes mit der Griffbereitschaft zuverlässiger Verbrauchskennzahlen gemacht hatte und die Ergebnisse einer einschlägigen Arbeit von F. Kessler¹⁾ legten es nahe, ähnlichen Zahlenstoff aus dem Gebiet der Wärmewirtschaft über den Rahmen einzelner Betriebe hinaus für ganze Werke der eisenschaffenden Industrie zusammenzustellen und seinen Beziehungen zum Rohstoff- und Erzeugungsplan der Werke nachzuspüren. Zu diesem Zweck wurden im Laufe der Jahre 1937 und 1939 Untersuchungen durchgeführt, an denen sich eine Reihe gemischter Hüttenwerke in dankenswerter Weise beteiligte. Sie brachten eine Fülle bemerkenswerter Zusammenhänge an den Tag, über die nachstehend berichtet werden soll.

Von alters her pflegte man den Wärmeverbrauch von Hüttenwerken auf die Einheit der Erzeugung, und zwar mit Vorliebe auf die Rohstahlerzeugung zu beziehen, da diese für die Größe und den Beschäftigungsgrad eines Eisenhüttenwerkes ein gutes Ueberschlagsmaß abgibt. Die Verwendung des Wärmeverbrauchs je t Rohstahl für den Werksvergleich war aber für jede kritische Untersuchung unbrauchbar, solange Art und Umfang der einbezogenen Hüttenanlagen

und der Inhalt des Verbrauchsbegriffs nicht eindeutig abgegrenzt waren. So ist es für die Vergleichbarkeit des Wärmeverbrauchs je t Rohstahl natürlich keineswegs gleichgültig, ob gemischte Hüttenwerke, von denen im folgenden nur die Rede sein wird, neben Hochofen-, Stahlwerks-, Walzwerks- und sonstigen Verarbeitungsbetrieben eine Hüttenkokerei umfassen oder nicht. Ebensowenig kann man darüber hinwegsehen, wie im Wärmeverbrauch eines Werkes die Gasüberschüsse und Gasverluste sowie Wärmelieferungen an Fremde berücksichtigt sind.

Für die folgenden Darlegungen soll deshalb der Wärmeverbrauch, ausgedrückt in kcal je t Rohstahl, unterschieden werden in den Bruttowärmeverbrauch und den Nettowärmeverbrauch.

Der Bruttowärmeverbrauch umfaßt alle Wärmemengen, die in das Hüttenwerk von außen in Form von festen, gasförmigen und flüssigen Brennstoffen, Dampf und Strom hineingeliefert werden, während sich der Nettowärmeverbrauch aus dem Bruttoverbrauch nach Abzug aller unvermeidbaren und vermeidbaren Gasverluste und der Wärmelieferungen der Hütte an Fremde ergibt. Somit stellt der Bruttowärmeverbrauch die Summe des Wärmeempfanges, der Nettowärmeverbrauch die Gesamtheit des Wärmeverbrauchs der Betriebe eines Hüttenwerks dar.

Bei der Abgrenzung des Begriffs Hüttenwerk seien Hüttenkokereien oder Hüttenzechen, selbst wenn sie mit dem Hüttenwerk örtlich verbunden sind, ihm gegenüber als Fremdbetriebe aufgefaßt. Somit tritt deren Energieabgabe an das Hüttenwerk in Form von Koks, Gas, Dampf und Strom als Bezug von Fremden, dagegen ihr Wärmeempfang vom Hüttenwerk in Form von Gas, Dampf oder Strom für dieses als Lieferung an Fremde in Erscheinung. Das gleiche gilt sinngemäß für Hüttenzechen. Dabei werden Lieferungen und Bezug von Dampf und Strom auf Grund von allgemeinen Anhaltzahlen oder Werkszahlen mit dem Wärmearaufwand zur Erzeugung von einer Tonne Dampf oder einer kWh Strom bewertet. Das Hüttenwerk umfaßt im Sinne dieser Begriffsfestlegung alle Haupt-, Neben- und Hilfsbetriebe, dagegen sind mit ihm örtlich verbundene Betriebe der Kaltverarbeitung von Eisen, wie Brückenbau, Maschinenbau, Konstruktionswerkstätten, die zugleich außerhalb des Bereiches der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie liegen, als Fremdbetriebe zu betrachten.

*) Vorgetragen in der 150. Sitzung des Ausschusses für Wärmewirtschaft am 15. Mai 1940. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahl Eisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

¹⁾ Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 297/303 (Wärmestelle 266).

Einen Ueberblick über den Brutto- und Nettowärmeverbrauch verschiedener in Vergleich gezogener, gemischter Hüttenwerke in den Jahren 1937 und 1939 gibt *Bild 1*. Die oberste, gestrichelte Linie ist der Bruttowärmeverbrauch, die unterste, glatte ausgezogene der Nettowärmeverbrauch, während die strichpunktirierte Linie die Wärmeabgabe an Fremde (gestrichelte Fläche) und die Gasverluste und -überschüsse voneinander abgrenzt. Für jedes Werk sind die aus je einem Monat der Jahre 1937 oder 1939 stammenden Werte durch einen Kreis oder ein Kreuz bezeichnet. Die Reihenfolge der Werke ist dabei geordnet nach der später zu

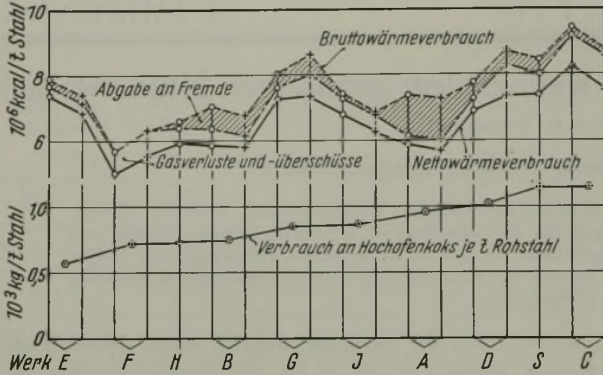


Bild 1. Wärmeverbrauch gemischter Hüttenwerke.

besprechenden Kennzahl „Hochföfenkoksverbrauch je t Rohstahl“, die gleichfalls in *Bild 1* als Mittelwert der beiden Vergleichsmonate jedes Werkes eingetragen ist und von links nach rechts ansteigt. Wie das Bild zeigt, ist der Unterschied zwischen dem Brutto- und Nettowärmeverbrauch keineswegs gering. Es ist die Aufgabe wärmesparender Maßnahmen, nicht nur den Nettowärmeverbrauch der Betriebe, sondern auch die Gasverluste und -überschüsse, die einen Anteil von 3,2 bis 12,2 % des Bruttowärmeverbrauchs oder 4,0 bis 14,0 % des Nettowärmeverbrauchs ausmachen, durch geeignete Maßnahmen zu senken. Bis zu welchem Grade die Beseitigung der Gasverluste und -überschüsse möglich ist, hängt von dem Rohstoff- und Erzeugungsplan und den technischen Einrichtungen, im weiteren Sinne auch von der Organisation des Energieausgleiches der Werke ab; nimmt man den untersten Wert von 3,2 % als erreichbaren Bestwert an, so erkennt man, daß allein durch die Verminderung dieses Postens Wärmesparnisse bis zu 9 % des Bruttowärmeverbrauchs zu erreichen sind. Dieser Betrag ist oft höher, als durch sparsame Wärmewirtschaft der einzelnen Betriebe eingespart werden kann.

Die absolute Höhe des Bruttowärmeverbrauchs bewegt sich zwischen 5,71 und 9,40, des Nettowärmeverbrauchs zwischen 5,03 und 8,23 Mill. kcal/t Rohstahl, schwankt also in weiten Grenzen. Man erkennt weiter in *Bild 1* einen allmählichen Anstieg der Wärmeverbrauchs-Kennzahlen von links nach rechts, der durch zwei Buckel am Anfang und in der Mitte des Bildes unterbrochen ist und im übrigen dem Anstieg des Hochföfenkoksverbrauchs je t Rohstahl entspricht.

Als Gegenstück hierzu ist in *Bild 2* der Anteil der wichtigsten Brennstoffe am Bruttowärmeverbrauch der einzelnen Werke dargestellt, und zwar unterschieden in Hochföfenkoks, sonstige feste Brennstoffe (Kohle, Koksgrus und sonstiger Koks), Koksofengas und Fremdstrom, wobei der Fremdstrom auf die zu seiner Erzeugung benötigte Wärmemenge umgerechnet ist. Man erkennt auch hier einen fortgesetzten Anstieg des Anteiles des Hochföfenkokes von etwa 54 bis auf 93,5 % in der Reihenfolge der

Werke von links nach rechts, die dieselbe wie in *Bild 1* ist; außerdem weist den Anteil der sonstigen festen Brennstoffe bei den Werken E und G mit etwa 23 und 25 % zwei Höchstwerte auf. Ihr hoher Anteil beim Werk F hängt damit zusammen, daß dieses Werk kein Koksofengas bezieht. Umgekehrt nimmt der Anteil des Koksofengases am Bruttowärmeverbrauch von Werk E bis C, mit Ausnahme von F, im großen und ganzen ab. Fremdstrom beziehen nur die wenigsten Werke; bei diesen steigt sein Anteil am Bruttowärmeverbrauch bis zu einem Höchstwert von 5 % an.

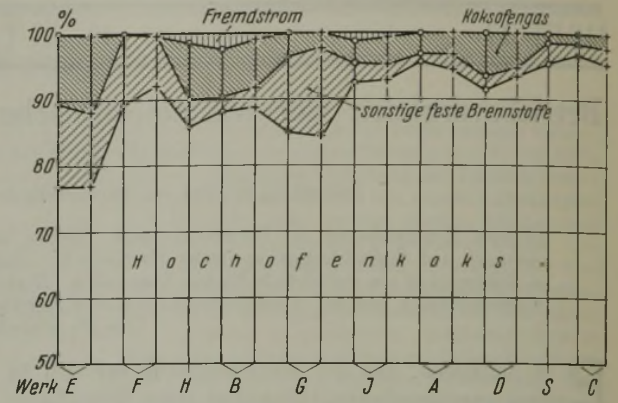


Bild 2. Anteil verschiedener Brennstoffe am Bruttowärmeverbrauch je t Rohstahl.

Der Verlauf der in *Bild 1* gezeigten Wärmeverbrauchs-Kennzahlen und der des Anteiles der verschiedenen Brennstoffarten am Bruttowärmeverbrauch nach *Bild 2* oder die beiden Darstellungen zugrunde liegende, nach dem Hochföfenkoksverbrauch je t Rohstahl ausgerichtete Aufeinanderfolge der Werke von links nach rechts weist bereits auf bestimmte stoffwirtschaftliche Vorbedingungen hin, die die Wärmewirtschaft der gemischten Hüttenwerke maßgebend beeinflussen. Diese zeigt im einzelnen *Bild 3* mit der gleichen Reihenfolge der Werke wie in *Bild 1* und 2.

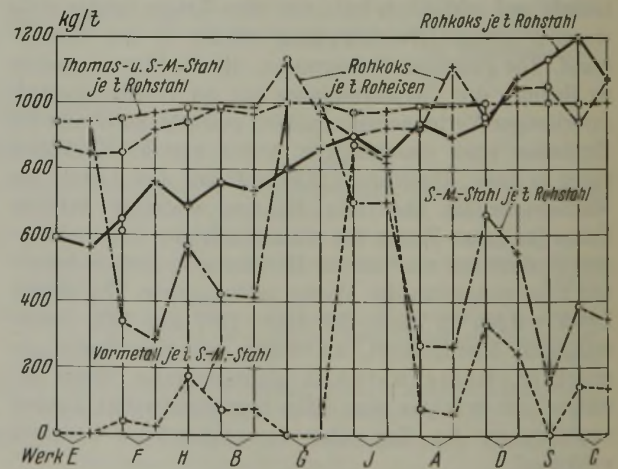


Bild 3. Erzeugungs- und Rohstoffzahlen gemischter Hüttenwerke.

Aufgetragen sind

1. der Verbrauch an Hochföfenkoks je t Rohstahl (glatte Linie),
2. der Koksverbrauch je t Roheisen (gestrichelte Linie),
3. die Erzeugung an Thomas- + Siemens-Martin-Stahl je t Rohstahl (strichpunktirierte Linie),
4. die Erzeugung an Siemens-Martin-Stahl allein je t Rohstahl (untere strichpunktirierte Linie),
5. die Erzeugung an Vormetall je t Rohstahl (untere kleingestrichelte Linie).

Der Koksverbrauch je t Rohstahl ergibt sich aus dem Koksverbrauch je t Roheisen \times Roheisenerzeugung je t Rohstahl; der Unterschied der Summe von Thomas- und Siemens-Martin-Stahl gegen 1000 kg/t Rohstahl zeigt die Höhe der Elektrostahtlerzeugung je t Rohstahl.

Die Werke sind nach steigendem Hochofenkoksverbrauch je t Rohstahl geordnet, wobei für jedes Werk die Werte der Bezugsmonate 1937 und 1939 nebeneinandergestellt sind und dadurch zu gewissen Unstetigkeiten des Verlaufes dieser Kennlinie führen. Ein Vergleich zwischen dem Verlauf der Wärmeverbrauchskennlinien in Bild 1 mit diesem Kennwert in Bild 3 läßt ohne weiteres seinen maßgeblichen Einfluß auf die Höhe des Wärmeverbrauchs hervortreten. Die beiden Buckel der Wärmeverbrauchszahlen in Bild 1 entsprechen zwei Höchstwerten der Siemens-Martin-Stahlmenge je t Rohstahl in Bild 3, womit ein beträchtlicher zusätzlicher Einfluß dieses Kennwertes auf den Wärmeverbrauch festgestellt ist. Weitere Höchstwerte des Anteiles der Siemens-Martin-Stahlmenge in Bild 3 bei den Werken H, J und D finden dagegen im Wärmeverbrauch nach Bild 1 keinen Ausdruck; die Ursache ist der gleichzeitige Anstieg der Vormetallmenge je t Rohstahl nach Bild 3, die bekanntlich den Wärmeverbrauch der Siemens-Martin-Stahlerzeugung stark senkt und somit als eine dritte, nicht zu unterschätzende Einflußgröße festzustellen ist. Der Zusammenhang des Koksanteiles am Bruttowärmeverbrauch in Bild 2 mit dem Hochofenkoksverbrauch je t Rohstahl in Bild 3 spricht für sich selbst.

Diese Feststellungen geben Anlaß, den Nettowärmeverbrauch der einzelnen Werke, also die tatsächlich von den Betrieben verbrauchte Wärmemenge je t Rohstahl in Abhängigkeit der neuen Kennzahl „Hochofenkoksverbrauch je t Rohstahl“ darzustellen und dabei den „Anteil der Siemens-Martin-Stahlmenge an der Rohstahlerzeugung“ als weitere Einflußgröße zu berücksichtigen. Dies ist in Bild 4a geschehen, und zwar ist an jedem Punkt des Wärmeverbrauchs der Anteil der Siemens-Martin-Stahlmenge in kg/t Rohstahl des betreffenden Werkes angeschrieben. Die Kreise beziehen sich wieder auf einen Monat des Jahres 1937, die Kreuze auf einen Monat des Jahres 1939. In dieser Darstellung ist der steigende Einfluß des Anwachsens der beiden Kennwerte auf den Nettowärmeverbrauch der Werke aus der Lage der einzelnen Punkte eindeutig zu erkennen. Um diesen Einfluß noch stärker herauszuschälen, ist in Bild 4a eine Schar von Parametern eingezeichnet, die den Einfluß des Anteiles der Siemens-Martin-Stahlmenge auf den Nettowärmeverbrauch zeigen sollen. Ihre Lage und Richtung wurden durch die Wärmeverbrauchswerte der günstig liegenden Werke A und J und folgende weitere Kennzahlen festgelegt, die aus dem Durchschnitt der von den Werken zur Verfügung gestellten Einzelwerte ermittelt wurden:

Durchschnittswerte

1. Wärmebedarf des Hochofens an Koks und Winderhitzergas nach Abzug der im erzeugten Nichtgas steckenden Wärme . . . $3,95 \cdot 10^4$ kcal/t Hochofenkoks
- Wärmebedarf der Hochofen-gebläse $0,5 \cdot 10^4$ kcal/t Hochofenkoks
- Wärmebedarf für den sonstigen Kraft- und Stromverbrauch des Hochofenbetriebes (Gasreinigung, Wasserumlauf, Gichtabzüge, Schlackengranulation usw.) $0,125 \cdot 10^4$ kcal/t Hochofenkoks
- Zusammen $4,575 \cdot 10^4$ kcal/t Hochofenkoks
2. Heizwärmebedarf der Siemens-Martin-Oefen einschließlich Pfannenfeuer, Ferromanganöfen und sonstiger Brennstellen $1,50 \cdot 10^4$ kcal/t S.-M.-Stahl.

Bild 4b unterscheidet sich von Bild 4a dadurch, daß der Anteil der Siemens-Martin-Stahlmenge an der Rohstahlerzeugung im waagerechten Maßstab und der Verbrauch an Hochofenkoks je t Rohstahl als Parameter dargestellt ist. An die einzelnen Punkte ist hier der Verbrauch an Hochofenkoks je t Rohstahl angeschrieben.

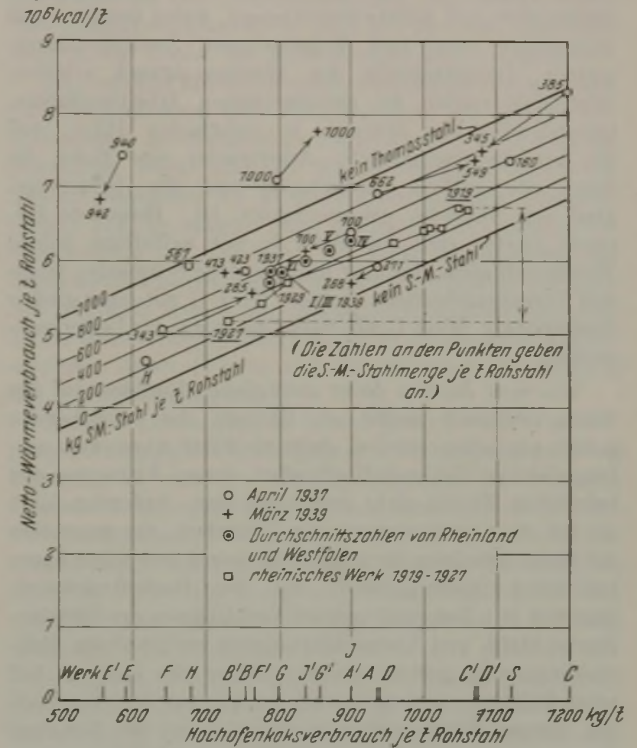


Bild 4a.

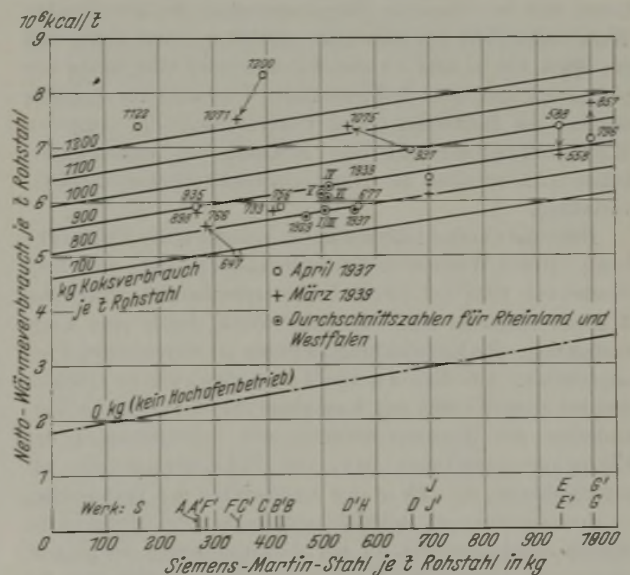


Bild 4b.

Bild 4a und 4b. Nettowärmeverbrauch gemischter Hüttenwerke.

Die in Bild 4a und 4b eingetragenen Punkte des Nettowärmeverbrauchs liegen nun mit Ausnahme der erwähnten, besonders günstigen Werke A und J teils beträchtlich, teils wenig höher als die entsprechenden Parameter. Dieser Mehrverbrauch an Wärme läßt das Vorhandensein weiterer zusätzlicher Einflüsse erkennen. Hier sind zunächst die Güte der Wärmewirtschaft der einzelnen Werksbetriebe an sich und der Stand ihrer technischen Einrichtungen sowie der Walzwerks- und Verarbeitungsplan zu nennen. So setzt eine weitergehende Verfeinerung in Gestalt von Glüherei-, Vergüterei- und Schmiedebetrieben, die bekanntlich oft

besondere und zu wenig beachtete Wärmefresser sind, ferner das Vorhandensein von Elektrostahlöfen und von Nebenbetrieben, wie Sinteranlagen, Steinfabriken, Zementwerken, Röst- und Kalkbrennöfen, den Wärmeverbrauch herauf. Hinzu kommt der Zustand der Heiz- und Kraftwärmeverbraucher und Kraftwärmeerzeuger, wobei veraltete und ungepflegte Ofen- und Kesselanlagen, Zweitakt-Gasmotoren, Dampftriebe den Wärmeverbrauch erhöhen. Schließlich spielen die metallurgischen Arbeitsverfahren, beispielsweise das Wärmen in mehrfacher Hitze, und die betriebswirtschaftliche Arbeitsweise eine Rolle, die durch die zeitliche Ausnutzung und den Belastungsgrad der Betriebe gekennzeichnet ist. Besondere Beispiele hierfür sind das Werk E mit auffallend hohem Wärmeverbrauch, das über umfangreiche Schmiede-, Glüh- und Vergütungsbetriebe verfügt, Werk G mit einer großen Zementfabrik, Werk C mit einer Ofenanlage für Legierungsmetalle.

Von einer Analyse dieser zusätzlichen Einflüsse auf den Wärmeverbrauch mußte im Rahmen der vorstehenden Arbeit abgesehen werden, denn sie hätte einen weit umfangreicheren Zahlenstoff erfordert, dessen Erfragung den beteiligten Werken nicht zuzumuten war. Außerdem führt sie auf ein Gebiet statistischer Feinarbeit, das gegenüber der Herausarbeitung der soviel wichtigeren und bisher kaum beachteten Einflußgrößen, wie des Hochofenkoksverbrauches je t Rohstahl und des Verhältnisses der Siemens-Martin-Stahl- und Vormetallerzeugung zur gesamten Rohstahlerzeugung, gestrost zurückgestellt werden konnte. Auf jeden Fall ist es außerordentlich schwer, aus dem Vergleich von Gesamt-Wärmeverbrauchsahlen, selbst bei Kenntnis der wichtigsten stoffwirtschaftlichen Einflußgrößen, ein Urteil über den Stand der Wärmewirtschaft der betreffenden Werke oder ihrer Einzelbetriebe zu fällen, es sei denn, daß ein Werk wie in *Bild 4 a und 4 b* nach oben oder unten hin ganz stark aus dem Rahmen fällt. Die sicherste Leitlinie ist hier die Beurteilung und Untersuchung der einzelnen Wärmeverbraucher mit dem Maßstab der wissenschaftlichen Erkenntnisse an Hand der betrieblichen Arbeitsverfahren.

Besonders aufschlußreich ist im einzelnen die Entwicklung der Wärmeverbrauchsahlen der einzelnen Werke von 1937 auf 1939. Die entsprechenden Werte des Wärmeverbrauchs sind für jedes Werk durch eine Linie verbunden; die Entwicklungsrichtung ist durch einen Pfeil angedeutet. Aus *Bild 4 a und 4 b* ist unschwer zu ersehen, daß bei allen Werken mit Ausnahme des Werkes E die Veränderung des Wärmeverbrauches mit Verschiebungen der Erzeugungsverhältnisse bzw. der Rohstoffwirtschaft zusammenhängt, die sich in den Kennwerten des Verbrauches an Hochofenkoks je t Rohstahl und des Anteiles der Siemens-Martin-Stahlerzeugung an der Rohstahlmenge ausprägen. So hat der Anstieg des Koksverbrauches je t Rohstahl bei den Werken D, E und G den Wärmeverbrauch erhöht, sein Rückgang bei den Werken B, C und E den Wärmeverbrauch vermindert. Das Steigen des Hochofenkoksverbrauches kann, wie bereits dargelegt wurde, sowohl durch Veränderungen des Koksverbrauches je t Roheisen unter dem Einfluß der Beschaffenheit des Möllers (Verhüttung inländischer Erze!) als auch durch das Verhältnis der Roheisenerzeugung zur Rohstahlgewinnung bedingt sein. Andererseits ist die Erzeugung an Siemens-Martin-Stahl im Verhältnis zur Rohstahlmenge bei den Werken B, C, D und F zurückgegangen; indessen wird die den Wärmeverbrauch senkende Auswirkung dieses Verlaufes bei mehreren Werken durch die Zunahme des Koksverbrauches je t Rohstahl überdeckt.

Es ist lehrreich, unter diesen Gesichtspunkten die Entwicklung der beiden im Vordergrund stehenden Einflußgrößen und deren Einwirkung auf den Wärmeverbrauch der Werke im rheinisch-westfälischen Industriegebiet während der letzten Jahre zu verfolgen. Zu diesem Zweck wurde für die Gesamtheit der gemischten Hüttenwerke dieses Bezirkes die Erzeugung an Roheisen, Siemens-Martin-Stahl und Rohstahl sowie der Koksverbrauch je t Roheisen, also auch je t Rohstahl, für die Jahre 1929 und 1937 sowie für das erste Vierteljahr und die darauffolgenden Monate des Jahres 1939 ermittelt; die sich ergebenden Wärmeverbrauchsahlen sind in das Parameternetz der *Bilder 4 a und 4 b* als Kreise mit einem Punkt in der Mitte unter Beifügung der Jahres- und Monatszahlen eingetragen. Man erkennt hieraus, daß der Nettowärmeverbrauch im Jahre 1937 gegenüber 1929 von etwa 5,7 auf 5,85 Mill. kcal/t Rohstahl bei gleichbleibendem Koksverbrauch je t Rohstahl von etwa 790 kg/t als Folge eines Vordringens der Siemens-Martin-Stahlerzeugung gestiegen sein mußte. Im Jahre 1939 hat sich der Anteil der Siemens-Martin-Stahlmenge gegenüber 1937 etwas gesenkt, liegt aber noch höher als 1929 und ist im großen und ganzen auf annähernd gleicher Höhe von etwa 510 kg/t Rohstahl geblieben. Dagegen ist der Hochofenkoksverbrauch je t Rohstahl von 790 kg auf Werte bis zu 900 kg/t gestiegen, wodurch sich der Wärmeverbrauch bis auf 6,27 Mill. kcal/t Rohstahl, also gegenüber 1929 um 0,57 Mill./t oder 10 % erhöht haben dürfte.

Umgekehrt ist in *Bild 4 a* ein Beispiel eines gemischten rheinischen Werkes (quadratische Zeichen!) gezeigt, von dessen Nettowärmeverbrauchsminde rung im Laufe der Jahre 1919 bis 1927 um 30 % allein 23 % auf den Rückgang des Koksverbrauches je t Rohstahl und des Anteiles der Siemens-Martin-Stahlerzeugung zu buchen ist. Unberührt hiervon bleibt jedoch der in diesen Zahlen nicht zum Ausdruck kommende Fortschritt, daß auch der Bruttowärmeverbrauch des Werkes durch die verstärkte Ausnutzung des Hochofengases bedeutend gesenkt worden ist.

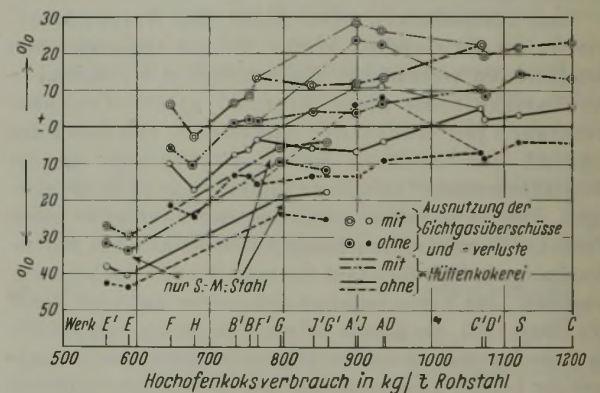


Bild 5. Kennlinien für Wärmeüberschuß und Wärmemangel.

Häufig tritt die Frage auf, bis zu welchem Grade die von den Werken verbrauchte Hochofenkoks menge und das daraus erzeugte Hochofengas zur Deckung ihres Nettowärmeverbrauchs ausreicht. Dabei sei es grundsätzlich gleichgültig, ob ein Teil der Gichtgaswärme nach Abgabe an eine Kokerei in Form von Koksofengas durch entsprechenden Bezug von dieser Kokerei verbraucht wird. Man kann diese Frage beantworten, wenn man von dem Anteil der an Fremde gelieferten und durch Gasüberschüsse oder -verluste verlorengegangenen Wärme am Bruttowärmeverbrauch den Anteil des Verbrauches an Kohle, Koksgrus, Koksofengas und Fremdstrom, also an Brennstoffen außer Hochofenkoks (s. *Bild 2*) abzieht. Liegt dieser Unterschied über Null, so sichert dem betreffenden Werk sein Verbrauch an Hochofenkoks und die daraus erzeugte Hochofengasmenge einen Wärmeüberschuß; liegt er unter Null, so hat das Werk einen Zuschußbedarf an Wärme, der durch andere Wärmequellen wie Kohle, Koksgrus, Koksofengas oder Fremdstrom zu decken ist. Ist der Unterschied gleich Null, so herrscht „Wärmegleichgewicht“. Diese so ermittelten Unterschiedsbeträge sind in *Bild 5* abhängig vom Verbrauch an Hochofenkoks je t Rohstahl

aufgetragen; die waagerechte Null-Linie kennzeichnet das Wärmegleichgewicht; darüber herrscht im vorbesprochenen Sinne Wärmeüberschuß, darunter Wärmemangel. Es gilt die drittoberste voll ausgezogene Linie, wenn man alle Gasüberschüsse und -verluste auf die Plusseite setzt, also deren Ausnutzbarkeit annimmt, die gestrichelte Linie, wenn man hierauf verzichtet. Tatsächlich wird je nach Lage der Dinge ein Zwischenzustand zwischen diesen beiden Grenzfällen vorliegen, d. h. ein Teil der Gasüberschüsse und -verluste ist durch geeignete Maßnahmen für den Wärmehaushalt der Werke nutzbar zu machen. Der Verlauf der beiden Grenzlinien zeigt auch hier den Einfluß des Koksverbrauches je t Rohstahl; das Herausfallen der Werke E und G, die kein Thomaswerk haben (zweitunterste glatte Linie), in das Gebiet des Wärmemangels ist die Folge des hohen Anteils der Siemens-Martin-Stahlmenge an der gesamten Rohstahlerzeugung. Läßt man das wärmewirtschaftlich besonders günstig arbeitende Werk A außer Betracht, so schneidet die voll ausgezogene Kurve die Null-Linie bei einem Koksverbrauch von 1000 kg/t Rohstahl, die gestrichelte Kurve dagegen (unterhalb eines Koksverbrauches von 1200 kg/t Rohstahl) überhaupt nicht. Verzichtet man also auf die Nutzarmachung der Gasverluste und -überschüsse, so reicht die Wärmezufuhr in Form von Hochofenkoks und dem daraus erzeugten Hochofengas mit Ausnahme bei Werk A in keinem Fall zur Deckung des Wärmebedarfes der Werke aus. Erst recht gilt das für die Werke, die kein Thomaswerk haben.

Ganz anders liegen die Verhältnisse, wenn man annimmt, daß der gesamte Hochofenkoks auf einer Hüttenkokerei erzeugt wird, und die Hüttenkokerei in den Wärmehaushalt der Werke mit einbezieht. In diesem Fall ist der Wärmebedarf der Kokerei in Form von Unterfeuerungs gas, Dampf und Strom — alles bezogen auf die Tonne Hochofenkoks — ihrer Wärmeabgabe in Form von Koksofengas, Kleinkoks und Koksgrus gegenüberzustellen; der Unterschied zwischen beiden Posten, umgerechnet auf die t Rohstahl mit Hilfe der Kennzahl „Hochofenkoks je t Rohstahl“, vermehrt die für das Hüttenwerk verfügbare Wärmemenge und verschiebt die Kennlinie des Bildes 5 in Richtung auf das Gebiet des Wärmeüberschusses. Im einzelnen wurde dabei mit folgenden Kennzahlen des Wärmehaushaltes der Kokerei gerechnet:

	Wärmebedarf in kcal/t Hochofenkoks
Für Unterfeuerung =	940 000
An Dampf für Nebengewinnung = 160 kg/t Hochofenkoks · 1000 kcal/kg Dampf	160 000
An Strom = 14,5 kWh/t Hochofenkoks · 4500 kcal/kg Dampf	65 000
Insgesamt	1 165 000
	Wärmeabgabe in kcal/t Hochofenkoks
An Koksofengas = 457 Nm ³ /t Hochofenkoks · 4000 kcal/Nm ³	1 880 000
An Kleinkoks = 44,3 kg/t Hochofenkoks · 7000 kcal/kg	310 000
An Koksgrus = 66,8 kg/t Hochofenkoks · 6000 kcal/kg	400 000
Insgesamt	2 590 000
Also Wärmeabgabe — Wärmeverbrauch =	2 590 000 — 1 165 000 1 425 000

Die so umgerechneten Kennlinien des Bildes 5 sind strichpunktiert eingetragen. Danach tritt bei den Werken mit Thomas- und Siemens-Martin-Stahlwerk bereits bei

einem Hochofenkoksverbrauch von etwa 600 bzw. 730 kg je t Rohstahl ab Wärmeautarkie und Wärmeüberschuß ein, je nachdem, ob man die Verwertbarkeit der Gichtgasüberschüsse und -verluste unterstellt oder nicht. Selbst die Werke, die kein Thomaswerk haben, dürften bei einem Hochofenkoksverbrauch von etwa 870 bzw. 920 kg/t Rohstahl in das Gebiet des Wärmeüberschusses gelangen.

Man erkennt hieraus deutlich, wie außerordentlich stark eine Hüttenkokerei den Wärmehaushalt der Werke verschiebt und die Wärmeüberschüsse erhöht. Faßt man die gemischten Werke und ihre Kokslieferung im Ruhrgebiet und im Saargebiet als je eine hüttenmännische Betriebs-einheit auf, so erkennt man angesichts des hohen Verhältniswertes der Roheisen- zur Rohstahlgewinnung und damit des Hochofenkoksverbrauches je t Rohstahl, wie auch des niedrigen Anteils der Siemens-Martin-Stahlgewinnung an der Rohstahlmenge die Höhe der zu erwartenden Wärmezuschüsse dieser Gebiete und die zwingende Begründung des Ferngasgedankens.

Darüber hinaus gibt die in den Bildern 4 und 5 niedergelegte Abhängigkeit des Wärmeverbrauches der gemischten Hüttenwerke von den Erzeugungskennzahlen wertvolle Hinweise dafür, unter welchen Voraussetzungen die Wärmeverbrauchskennzahlen der gemischten Hüttenwerke in den verschiedenen deutschen Industriegebieten zu bewerten sind. So bilden das Saargebiet, das Ruhrgebiet und das oberschlesische Industriegebiet eine Stufenleiter in Richtung abnehmenden Hochofenkoksverbrauches je t Rohstahl und zunehmenden Anteils der Siemens-Martin-Stahlerzeugung; daneben sind die Hüttenwerke der Saar und Oberschlesiens fast völlig, die des Ruhrgebietes nur zum kleineren Teil mit örtlich verbundenen Hüttenkokereien ausgerüstet.

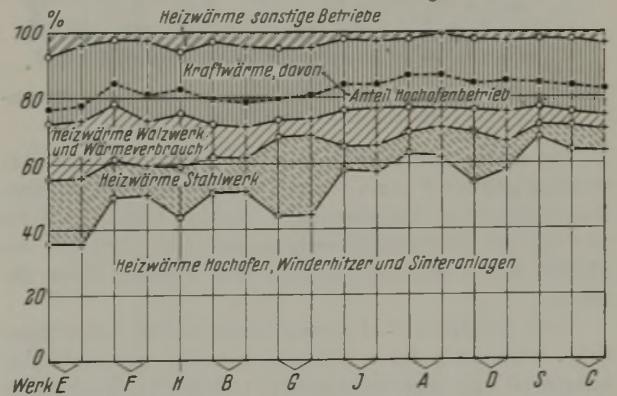


Bild 6. Anteil der Betriebsgruppen am Nettowärmeverbrauch.

Weitere Einblicke über die Verteilung des Nettowärmeverbrauches auf die verschiedenen Hauptverbrauchergruppen gibt Bild 6, das die Werke in der gleichen Reihenfolge wie Bilder 1 bis 3 auführt.

Die wichtigste Gruppe ist erwartungsgemäß der Heizwärmebedarf des Hochofenbetriebes einschließlich der Möllervorbereitung. Sie umfaßt den Verbrauch des Hochofens an Kokswärme und Gaswärme für die Winderhitzung abzüglich der im erzeugten Hochofengas enthaltenen Wärme, ferner den Wärmeverbrauch der Sinteranlagen. Er steigt folgerichtig mit wachsendem Koksverbrauch je t Rohstahl von 37,0 auf 67,5 % des Nettoverbrauchs; auf die t Hochofenkoks bezogen liegt er zwischen 3,7 und 4,6, im Mittel bei 4,07 Mill. kcal. Somit müssen durchgreifende wärmetechnische Sparmaßnahmen ihren Ausgangspunkt am Koksverbrauch der Hochofen und Gasverbrauch der Winderhitzer nehmen.

Verhältnismäßig gering ist der Anteil der Heizwärme für die Stahlwerke (ohne Wärmebedarf der Thomas-

gebläse und Elektroöfen) mit 6,4 bis 24,1 %; er zeigt zwei Höchstwerte für die Werke E und G, die keinen Thomasstahl erzeugen. Auf die t Thomas- + Siemens-Martin-Stahl bezogen schwankt er zwischen 0,281 und 1,96 Mill. kcal und ist, wie Bild 7 zeigt, dem Anteil der Siemens-Martin-Stahlmenge an der Rohstahlerzeugung proportional. Bild 7 stellt außerdem noch den Einsatz an Vormetall je t Siemens-Martin-Stahl der verschiedenen Werke dar, der Werte bis zu 900 kg/t erreicht. Sein günstiger Einfluß auf den Wärmeverbrauch ist ohne weiteres zu erkennen, denn einmal entspricht dem, von der Abszissenachse aus gesehen, konvexen Verlauf der Wärmeverbrauchslinie ein konkaver der Vormetallmenge, und darüber hinaus tritt er bei den Werkspunkten A, C', D' I und I' eindeutig hervor.

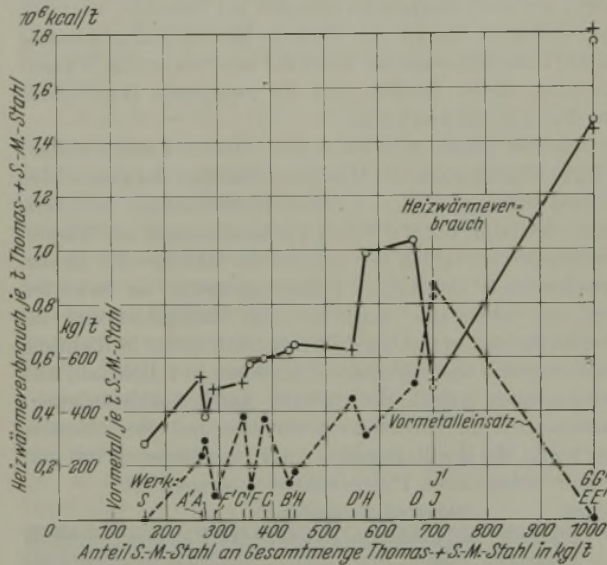


Bild 7. Heizwärmeverbrauch für Thomas- + Siemens-Martin-Stahl und Vormetalleinsatz je t Siemens-Martin-Stahl.

Der Heizwärmeverbrauch der Öfen in den Walzwerken und der Warmverarbeitung (Preßwerke, Schmelzen, Glühereien, Vergütereien), Bild 6, beträgt 4,9 bis 17,6 % des Nettowärmeverbrauches oder 382 000 bis 875 000 kcal/t Rohstahl, je nach dem Umfang dieser Betriebe.

Auch er zeigt in Bild 6, noch besser in Bild 8, eine deutliche, wenn auch durch Streuungen etwas verwischte Abhängigkeit vom Koksverbrauch je t Rohstahl, den man als einen Einfluß der Betriebsverhältnisse der gemischten Hüttenwerke ausdeuten kann. Diejenigen Werke, die einen hohen Koksverbrauch oder eine hohe Roheisenerzeugung je t Rohstahl aufweisen, sind kennzeichnende Massenbetriebe, die die Rohblöcke weitgehend in einer Hitze mit wenigen Zwischenwärmungen vom Stahlwerk weg herunterwalzen, während die Werke mit verhältnismäßig geringer Roheisenerzeugung und geringem Koksverbrauch je t Rohstahl meist umfangreiche Verfeinerungsanlagen mit Schmiede- und Glühereibetrieben haben, die zudem eine rasche Verarbeitung der Blöcke in einer Hitze meist abschließen. Man wird daher beim Vergleich des Heizwärmeverbrauches verschiedener Werke in den Warmverarbeitungsbetrieben diesen Gesichtspunkt in Betracht ziehen müssen.

Einen großen Anteil des Wärmeverbrauches beansprucht die Erzeugung von Energie aller Art, wie Gebläsewind, Dampf, Strom, Preßluft, Preßwasser usw. einschließlich des Stromwärmebedarfes der Elektrostahlöfen (Bild 6). Der Wärmeverbrauch zur Krafterzeugung sei im Gegensatz

zur Heizwärme als Kraftwärmeverbrauch bezeichnet. Er enthält zugleich den Unterschied zwischen Strom- und Dampflieferungen und -bezügen an oder von Fremden, umgerechnet auf die zur Erzeugung dieser Energiearten benötigten Wärmemengen. Innerhalb eines Werkes ist der Heizdampfverbrauch (z. B. von Gaserzeugern) einzelner Betriebe als Heizwärme, dagegen nicht als Kraftwärme erfaßt. Die Wärmemengen, die aus Abhitzeanlagen zur Krafterzeugung gewonnen werden, also z. B. der Abhitzedampf von Siemens-Martin- oder Walzwerksöfen, der zum Antrieb von Turbinen oder Dampfmaschinen oder als Heizdampf dienen kann, sind hier der Einfachheit halber außer Betracht gelassen. Die Kennzahl bezieht sich also nur auf diejenige Wärmemenge, die primär, also nicht aus Abhitze-gewinnung, zur Erzeugung von Energie aller Art verbraucht

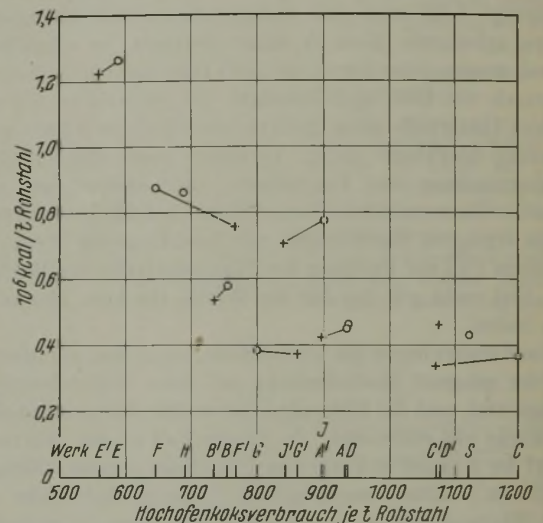


Bild 8. Heizwärmeverbrauch in den Walzwerken und der Warmverarbeitung.

wurde. Sie liegt in Bild 6 zwischen 18,7 und 25,1 % des Nettowärmeverbrauches oder zwischen 985 000 und 1 840 000 kcal/t Rohstahl. Der Spitzenwert des Werkes C ist durch Betreiben einer zusätzlichen Elektroöfenanlage für Eisenlegierungen zu erklären. Ein erheblicher Teil des Kraftwärmeverbrauches entfällt wiederum auf den Hochofenbetrieb (Winderzeugung, Gasreinigung, Gichtaufzug, Pumpen usw.); er ist in Bild 6 innerhalb des Anteiles des gesamten Kraftwärmeverbrauches gestrichelt eingetragen und nimmt etwa ein Viertel bis reichlich ein Drittel dieses Postens in Anspruch. Hierdurch vergrößert sich der Gesamtanteil des Hochofenbetriebes am Nettowärmeverbrauch der Werke, steigend mit zunehmendem Koksverbrauch je t Rohstahl, auf 39,5 bis 71,1 %.

Zur Untersuchung der Abhängigkeit des gesamten Kraftwärmeverbrauches von übergeordneten Einflüssen wurde in Bild 9 einmal der Gesamtwert, zum anderen der Kraftwärmeverbrauch der Hochofen- und Stahlwerksbetriebe einschließlich des Bedarfs der Elektrostahlöfen in Abhängigkeit vom Hochofenkoksverbrauch je t Rohstahl dargestellt. Der Unterschied zwischen der oberen und unteren Punktgruppe dieses Bildes ist somit der Kraftwärmeverbrauch der Walzwerke und Warmverarbeitung und sonstigen Betriebe, der je nach der Art des Antriebes, dem technischen Stand der Krafterzeuger und der Warmverarbeitung stark streut, und zwischen 444 000 und 1 093 000 kcal/t Rohstahl liegt. Der Einfluß des Koksverbrauches je t Rohstahl auf den Kraftwärmeverbrauch der Hochofen- und Stahlwerke von etwa 500 000 bis 850 000 kcal/t

Rohstahl, der nach dem Vorgesagten zu vermuten war, ist deutlich zu erkennen, insbesondere laufen die Verbindungslinien zwischen den zu einem Werk gehörenden Punkten nahezu parallel zueinander. Der Anteil der Hochofen- und Stahlwerke am gesamten Kraftwärmeverbrauch liegt etwa zwischen 35 und 55 %.

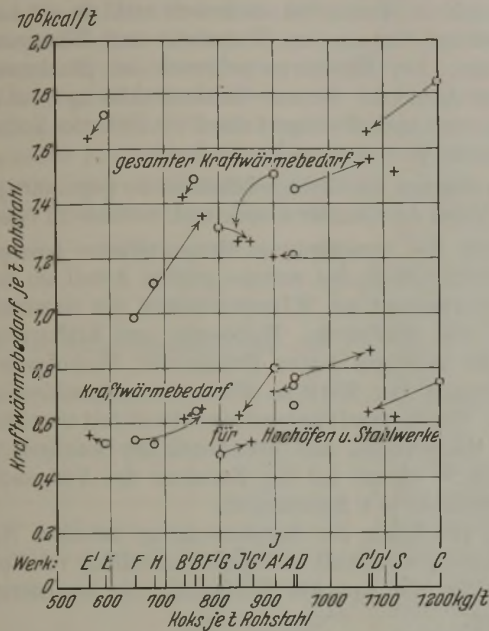


Bild 9. Kraftwärmeverbrauch abhängig vom Koksverbrauch je t Rohstahl.

Im ganzen gesehen ist der Kraftwärmeverbrauch der gemischten Hüttenwerke sowohl zahlenmäßig als auch verhältnismäßig hoch genug, um ihn dringend der Aufmerksamkeit der Werkswärmestellen zu empfehlen. Er geht auf den meisten gemischten Werken wesentlich über den Heizwärmeverbrauch der Stahl- und Walzwerke zusammen hinaus. An weiteren Einzelzahlen des Kraftwärmeverbrauches sind bemerkenswert:

Hochofengasgebläse	
(Viertakt)	0,4 bis 0,45 Mill. kcal/t Hochofenkoks
(Zweitakt)	0,5 bis 0,58 Mill. kcal/t Hochofenkoks
Hochofendampfgebläse	
(Kolben)	0,55 bis 0,60 Mill. kcal/t Hochofenkoks
(Turbo)	0,44 bis 0,48 Mill. kcal/t Hochofenkoks
Stahlwerksgasgebläse .	1,05 bis 1,60 Mill. kcal/t Thomasstahl + Vormetall
Stahlwerksdampfgebläse	2,0 bis 2,5 Mill. kcal/t Thomasstahl + Vormetall

alles ohne Berücksichtigung von Abhitzegebrühen. In diesen Zahlen ist der Energieaufwand für Windverluste, schlechten volumetrischen Wirkungsgrad, der Gebläse usw. mit eingeschlossen.

Der Anteil der sonstigen Wärmeverbraucher, wie Eisenbahn, Werkstätten, Werkheizung, Zementwerke, Schlackensteinfabriken und weitere kleine Feuerstätten, am Nettowärmeverbrauch ist mit 2,5 bis 4 % bzw. 120 000 bis 500 000 kcal/t Rohstahl meist gering; nur das Werk G fällt mit 9,7 % und 700 000 kcal/t Rohstahl aus dem Rahmen, da es eine im Verhältnis zu seiner Größe umfangreiche Zementfabrik mit entsprechend hohem Brennstoffverbrauch betreibt.

Es folgt die Gichtgasbilanz in Bild 10. Die Winderehitzer verbrauchen 15,1 bis 26,8 % der Gasmenge, die Hochofengebläse 9,5 bis 12,9 %; die höheren Werte entfallen meist auf Werke, die alte Viertakt- oder Zweitaktmaschinen betreiben. Somit ergibt sich der Selbstverbrauch der Hochofenbetriebe an Gichtgas ohne den Gas-

aufwand für den sonstigen eigenen Kraftbedarf zu 27,7 bis 38,6 % der Gaserzeugung. Aus dem Rahmen fällt das Werk G, dessen Winderzeugung zum Teil durch Dampfgebläse über Kohlenkesseldampf gedeckt wird. Sehr unterschiedlich sind die Gasverluste und -überschüsse mit 5,6 bis 25,8 %; auf zahlreichen Werken bestehen zweifellos noch Möglichkeiten zur Unterbringung dieser Gasmengen. Die dazu

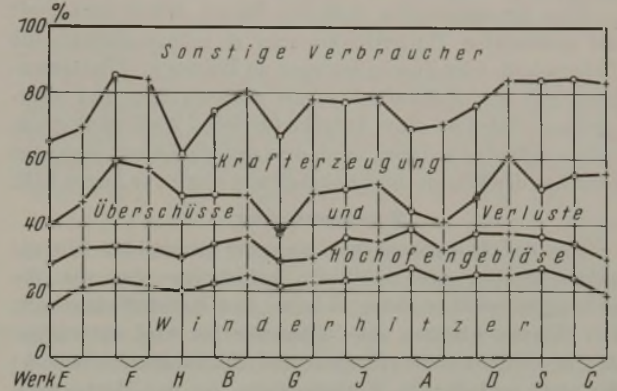


Bild 10. Gichtgasbilanz.

notwendigen Einrichtungen befinden sich vielfach im Bau oder sind geplant. Somit stehen für die restliche Kraft-erzeugung und sonstige Wärmewecke etwa 39 bis 63 % der Gichtgasmenge zur Verfügung, wovon etwas mehr als die Hälfte auf die Krafterzeugung entfällt.

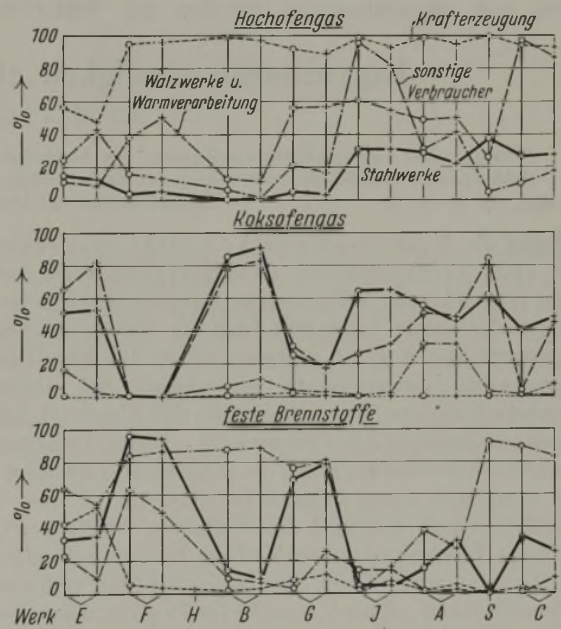


Bild 11. Anteil der Brennstoffe am Wärmeverbrauch verschiedener Betriebe.

Schließlich ist der Anteil der wichtigsten Wärmequellen, wie Kohle, Koksofengas und Hochofengas, am Nettowärmeverbrauch der Hauptverbraucher zu beachten; in Bild 11 sind die Werke wieder nach steigendem Koksverbrauch je t Rohstahl geordnet. Die Anteile der verschiedenen Brennstoffe sind von Werk zu Werk sehr verschieden, doch lassen sich trotzdem einige allgemeine Entwicklungslinien ablesen.

Das Hochofengas deckt den Wärmebedarf der Kraft-erzeugung auf allen Werken fast völlig. Am niedrigsten ist sein Anteil am Wärmeverbrauch der sonstigen Stellen.

Das Koksofengas ist am stärksten am Wärmeverbrauch der Stahl- und Walzwerke beteiligt; für die Gaserzeugung fällt es fast völlig aus.

Der Anteil von festen Brennstoffen zeigt — zum mindesten für Stahl-, Walzwerke und Kraftherzeugung — einen Rückgang von links nach rechts, also mit zunehmendem Hochofenkoksverbrauch je t Rohstahl; sie werden also bei den Werken mit verhältnismäßig größerem Gasentfall immer mehr zurückgedrängt. Eine Ausnahme machen lediglich die sonstigen Verbraucher.

Eine der wichtigsten Aufgaben für die Wärmewirtschaft der gemischten Hüttenwerke wird es immer bleiben, die Ueberschuß- oder Zuzuschußmengen an Wärme im Zusammenhang mit der Rohstoffwirtschaft abzuschätzen und abzugleichen; dabei ist diese Aufgabe für jedes Werk ohne große Schwierigkeiten zu lösen, wenn man sich die Zusammenhänge zwischen der Wärme- und Rohstoffwirtschaft vor Augen hält.

Zusammenfassung.

Aus der Zusammenarbeit mehrerer gemischter Hüttenwerke ergaben sich wertvolle Aufschlüsse über die Beziehungen zwischen deren Wärme- und Rohstoffwirtschaft. Der Wärmeverbrauch eines Hüttenwerkes wird unterschieden in Bruttowärmeverbrauch und Nettowärmeverbrauch; der erste umfaßt alle Wärmemengen, die das Hüttenwerk empfangen hat, der zweite die Wärmemengen, die von den Betrieben tatsächlich verbraucht werden. Er ergibt sich aus dem Bruttowärmeverbrauch durch Abzug der Wärmelieferungen an Fremde und der Gasüberschüsse und -verluste. Zum Hüttenwerk gehören sämtliche Haupt-, Neben- und Hilfsbetriebe mit Ausnahme von Hüttenkokereien, Hüttenzechen und angeschlossenen Betrieben der Weiterver-

arbeitung, die im Sinne des Wärmeverbrauches als „Fremde“ zu betrachten sind. Den größten Einfluß auf die Wärmewirtschaft hat der Verbrauch an Hochofenkoks je t Rohstahl. Es folgt der Anteil der Siemens-Martin-Stahlerzeugung je t Rohstahl. Die erstgenannte Einflußgröße legt den Anteil des Hochofenbetriebes und seines Kraftbedarfs am Gesamtverbrauch des Werkes fest; außerdem wirkt sie sich bei dem Heizwärmeverbrauch der Walzwerke und Warmverarbeitung aus. Der Heizwärmeverbrauch der Stahlerzeugung ist dem Anteil der Siemens-Martin-Stahlmenge verhältnismäßig, wenn auch überlagert durch die Höhe des Vormetallverbrauchs je t Siemens-Martin-Stahl.

Im Rahmen der Gichtgasbilanz ist der gegenwärtig noch hohe Anteil der Gasüberschüsse und -verluste zu beachten.

Unter den verschiedenen Brennstoffarten beansprucht der Hochofenkoks den weitaus größten Anteil am Bruttowärmeverbrauch; am Wärmeverbrauch der einzelnen Betriebe, wie Stahlwerke, Walzwerke und Kraftherzeugung, sind die sonstigen festen Brennstoffe, Hochofengas und Koksofengas von Werk zu Werk sehr unterschiedlich beteiligt. Nur die Kraftherzeugung geschieht fast ausschließlich durch Hochofengas, und der Anteil der sonstigen festen Brennstoffe nimmt mit der Zunahme des Verbrauchs an Hochofenkoks je t Rohstahl ab.

Die Beachtung der Zusammenhänge zwischen Wärme- und Rohstoffwirtschaft ist bei der Aufstellung von Energieplänen für eine gelenkte Wirtschaft von besonderer Bedeutung.

Korrosionsbeständigkeit elektrolytischer Zinküberzüge.

Von Max Schlötter in Berlin.

(Ursache einer höheren Korrosionsfestigkeit von Elektrolytzink gegenüber Feuerzink. Bedeutung der Stromdichte für die elektrolytische Abscheidung korrosionsfester Zinküberzüge. Zweckmäßige Einrichtung für die Herstellung elektrolytischer Metallüberzüge auf Draht mit hohen Stromdichten.)

Über die Korrosionsfestigkeit elektrolytischer und feuerverzinkter Zinküberzüge wurde auf Grund vergleichender Versuche von Burgess¹⁾ bereits berichtet²⁾. Es wurde festgestellt, daß ein elektrolytischer Zinküberzug von 90 g/m², gemessen an der Löslichkeit in 3,25prozentiger Schwefelsäure, gleichwertig mit einem Feuerzinkauftrag von 300 g/m² ist, d. h., daß Elektrolytzink korrosionsbeständiger als Feuerzink ist. Dieses Verhalten ist nicht ohne weiteres nur durch die Reinheit des Elektrolytzinks zu erklären, zumal da durch Versuche von J. Feiser³⁾ klargelegt wurde, daß, nach dem Verfahren von Preece⁴⁾ untersucht, Elektrolytzinküberzüge beim Tauchen in Kupfersulfatlösung in einer Minute fast ebensoviel Zink verlieren wie feuerverzinkte, nämlich etwa 57 bis 71 g/m², wobei der Eisengehalt des Feuerzinks erhöhend auf die Löslichkeit wirkt. Nach dem Verfahren von Preece ergeben sich also mengenmäßig keine Unterschiede zugunsten des Elektrolytzinks.

Die Frage, ob Feuer- oder Elektrolytverzinkung besser sei, wie sie durch die Ergebnisse von Burgess angeregt worden ist, blieb offen. Klar war eigentlich nur, daß bei der Elektrolyse die reinsten Metalle abgeschieden werden. Obgleich die galvanische Verzinkung bei Bandstahl, der zur Herstellung von Metallschläuchen dient, für diesen Fall fast ausschließlich angewandt wird, weil der glatte Ueberzug, das Fehlen jeglicher Warzen auf dem Ueberzug, die unver-

änderte Biegefestigkeit des Bandstahls vor und nach dem Verzinken eine ungestörte Herstellung gewährleisten, konnte sich die galvanische Verzinkung gegen die Feuerverzinkung auf anderen Gebieten nicht erfolgreich durchsetzen. Einen erheblichen Auftrieb erhielt sie erst in der letzten Zeit durch ihre Einführung bei der Bethlehem Steel Corporation, Baltimore (V. St. A.), für Drähte⁵⁾; als Vorteil wird die Erhaltung der Festigkeitseigenschaften der Drähte neben dem geringen Zinkverbrauch gepriesen. Das amerikanische Beispiel hat anregend gewirkt, und zur Zeit wird in England bereits eine Anlage zur Verzinkung von Drähten mit einer Maschinenleistung von 20 000 A niederspannungsseitig in Betrieb sein. So beginnt also die elektrolytische Verzinkung ihren Weg in die Technik zu nehmen, wobei bemerkt sei, daß in Deutschland im Jahre 1895 die ersten Anlagen für automatische Verzinkung von Drähten und Bändern gebaut wurden.

Von einer ganz anderen Seite her sollte die Frage des unterschiedlichen Verhaltens der beiden Arten von Zinküberzügen zur Klärung kommen. Als es gelang, glänzende Nickelniederschläge herzustellen⁶⁾, fiel bei der Untersuchung des Werkstoffes auf, daß mattes Nickel in Chromschwefelsäure unlöslich ist, während Glanznickel sich in kurzer Zeit unter Hinterlassung eines schwarzen Häutchens auflöst. Folien von Mattnickel, mit solchen aus Glanznickel zusammengebracht, ergaben ein Thermoelement mit einer Thermokraft von $2,5 \times 10^{-6}$ V/° C. Ferner zeigte Glanznickel eine andere elektrische Leitfähigkeit als Matt-

¹⁾ Electrochem. Metallurg. Ind. 3 (1905) S. 17 ff.

²⁾ Schlötter, M.: Stahl u. Eisen 39 (1919) S. 243/48.

³⁾ Chemiker-Zg. 56 (1932) S. 831/32.

⁴⁾ Pettenkofer, M.: Nat. Techn. Comm. München 1, 159 (1857).

⁵⁾ Eger, G.: Metallwirtsch. 16 (1937) S. 975/77.

⁶⁾ Schlötter, M.: Amer. Patent 1 972 693 (1932).

nickel; Nickel von chemisch nahezu gleicher Zusammensetzung, nur unter verschiedenen Verhältnissen hergestellt, konnte also in chemischer und physikalischer Hinsicht verschiedene Eigenschaften zeigen.

Im Zusammenhang mit Untersuchungen über die Abscheidung von Metallen aus jodhaltigen Lösungen wurde, da die Metalle bei der kathodischen Abscheidung Wasserstoff aufzunehmen vermögen, ein aus der Jodlösung erhaltener Silberniederschlag in eine Hochvakuumeinrichtung bei etwa 1000^o gebracht, um den Wasserstoff aus dem Metall auszutreiben. Plötzlich wurde beobachtet, daß sich die gesamte Einrichtung mit roten Gasen füllte⁷⁾. In dem sonst wie üblich aussehenden Silber fand sich Jod. Merkwürdigerweise war an der Kathode neben Silber auch

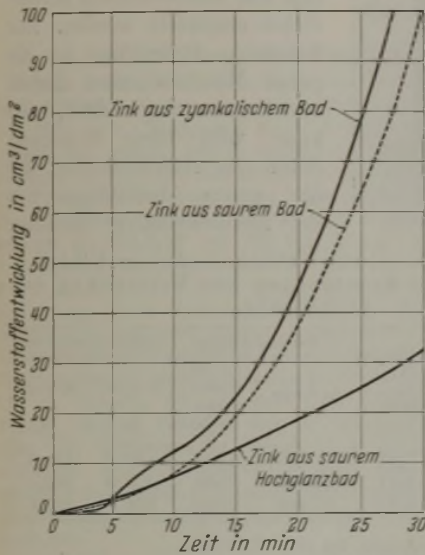


Bild 1. Löslichkeit verschiedener Zinkniederschläge in n-Schwefelsäure.

unterscheiden ist. Bei Kupfer wurden ähnliche Erscheinungen beobachtet. Das merkwürdigste war aber, daß sich jodhaltiges Silber gegenüber Schwefelwasserstoff und Schwefelalkalien passiv verhielt und nicht mehr schwarz gefärbt wurde. Die Untersuchungen führten zu folgenden Schlüssen.

1. In den Kathodenniederschlag können auch Anionen in Form komplexer Kationen eingehen.
2. Diese komplexen Kationen können in das Metallgitter eingebaut werden und weiten es auf oder verzerren es.
3. Tritt der Fall 2 ein, so können sich die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Metalle ändern.

Mit dieser Erkenntnis ist es möglich, den Beobachtungen von Burgess eine Stütze zu geben. M. Burmeister⁸⁾ fand, daß bei der Destillation von Elektrolytzink im Hochvakuum oxydisches Zink zurückbleibt, woraus geschlossen werden muß, daß Zinkoxyd — es sei vorweggenommen, in wechselnden Mengen — neben Zink an der Kathode abgeschieden wird. Dies deckt sich auch mit einer Beobachtung des Verfassers gelegentlich der Inbetriebsetzung einer galvanischen Bandverzinkungsanlage in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Die Zinkanoden, die augenscheinlich Elektrolytzink waren, bedeckten sich im Laufe des Betriebes mit einer Schicht von Zinkoxyd, das bei der anodischen Auflösung nicht mit in Lösung geht.

⁷⁾ Schlötter, M., J. Korpiun und W. Burmeister: Z. Metallkde. 25 (1933) S. 107/114.
⁸⁾ Diplomarbeit Technische Hochschule Berlin 1933. Burmeister, W., und M. Schlötter: Metallwirtsch. 13 (1934) S. 115/20.

Auch der Befund, daß nicht alle Zinksorten für die Feuerverzinkung gleich gut sein sollen, läßt sich durch den Gehalt an Zinkoxyd erklären.

Auf Grund der Untersuchungen an anderen Metallen⁹⁾ hat M. Richter¹⁰⁾ die Gitterstruktur von Elektrolytzinksorten bestimmt und mit Reinzinksorten (im Hochvakuum destilliert) verglichen, wobei sich herausstellte, daß das Gitter von Elektrolytzink je nach seiner Herstellung verschieden stark verzerrt war.

B. Kassube¹¹⁾ hat in Anlehnung an die Untersuchungen von Burgess die Auflösung von Zinkniederschlägen, die unter verschiedenen Bedingungen hergestellt waren, gegenüber n-Salzsäure und n-Schwefelsäure untersucht, wobei sich ganz erhebliche Unterschiede für die Lösungsgeschwindigkeit in diesen beiden Säuren ergaben¹²⁾. In den Bildern 1 und 2 sind Ergebnisse dieser Untersuchung wiedergegeben. Die Lösungsgeschwindigkeit der aus alkalischer Lösung erhaltenen Zinküberzüge ist größer als jene für Ueberzüge aus sauren Lösungen. Für n-Salz- und n-Schwefelsäure ergeben sich keine erwähnens-

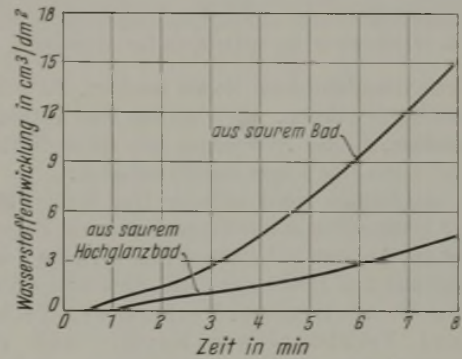


Bild 2. Löslichkeit verschiedener Zinkniederschläge in n-Salzsäure.

werten Unterschiede. Diese Versuche bestätigen, daß ebenso wie bei Elektrolytnickel, -silber, -kupfer, -antimon es auch beim Elektrolytzink möglich ist, durch den Einbau fremder Körper in das Gitter und dadurch bedingter Gitteraufweitung Zinkarten mit verschiedenen Eigenschaften herzustellen. Hiermit werden die Versuchsergebnisse von Burgess sowie die guten Ergebnisse, welche die Bethlehem Steel Corporation mit elektrolytisch verzinkten Drähten erhielt, verständlich.

Einer der maßgeblichen Einflüsse der Herstellung korrosionsfester Zinküberzüge ist die Stromdichte. Bei Versuchen kann unter geeigneten Bedingungen Zink gut bei Stromdichten von 10 000 A/m² und weit darüber abgeschieden werden. Praktisch kann man sich dies aber nur unter ganz besonderen Umständen nutzbar machen, beispielsweise setzt die Anwendung so hoher Stromdichten bei der Drahtverzinkung besondere Einrichtungen voraus. Anlagen, wo die Drähte langgestreckt durch die Bäder geführt werden, sind dafür nicht gut geeignet, weil die Strombelastung des Drahtquerschnitts begrenzt ist. Im allgemeinen kann man bei Stahldrähten mit einer Belastung von höchstens 12 A/mm² rechnen. Will man also bei diesen Anlagen mit hohen Stromdichten arbeiten, so wird eine erhebliche

⁹⁾ Schlötter, M.: Trans. Faraday Soc. 31 (1935) S. 1177/81. Forsch. u. Fortschr. 12 (1936) S. 181/82.
¹⁰⁾ Der Korrosionsschutz metallischer Werkstoffe und ihrer Legierungen, Bd. 3, hrsg. von O. Kröhnke und G. Masing. Leipzig 1940. S. 405.
¹¹⁾ Diplomarbeit Techn. Hochschule Berlin 1939. S. 410.
¹²⁾ Schlötter, M.: Schweizer Arch. angew. Wiss. Techn. 5 (1939) S. 187/94.

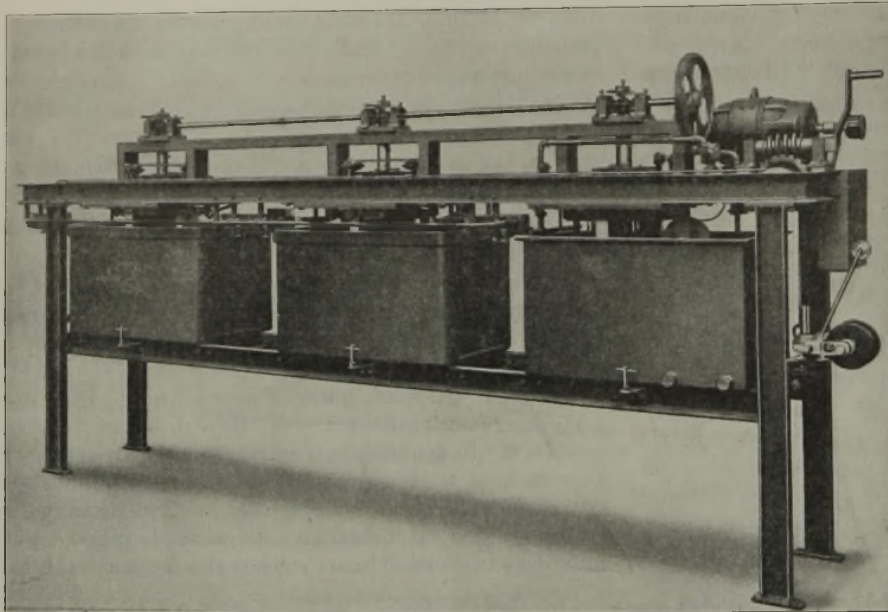


Bild 3. Vorrichtung zur elektrolytischen Herstellung von Metallüberzügen auf Drähten.

Anzahl von stromführenden Rollen benötigt, die außerhalb des Bades liegen müssen. Dies bedingt eine Verlängerung der Badanlage, die bei Anwendung von Stromdichten von 1000 A/m² schon eine Länge von 40 m haben.

Man hat deshalb einen anderen Weg beschritten, der neben der Verwendung großer Stromdichten die Zusammendrängung der Anlagen auf einen geringen Raum von etwa 5 m Länge und 3 m Breite gestattet. Eine solche Anlage, wie sie für die Verzinnung, Verzinkung, Verkupferung und Verbleiung von Kupfer- und Stahl-drähten von 0,2 mm Dmr. aufwärts in Gebrauch ist, zeigt Bild 3¹³⁾. In dieser Anlage wird der mit einer Metallschicht zu überziehende Draht um nichtleitende, sich drehende Rollen spiralförmig geführt, wobei er durch die verschiedenen Bäder nicht gezogen, sondern durch die rotierenden Rollen geschoben wird. Dies bedingt einerseits, daß der Draht nicht auf Zug beansprucht wird, sich also nicht längen kann, und andererseits einen sehr geringen Kraftaufwand für den Durchzug. Bei vier Drähten wird die Maschine mit einem Motor von 0,3 kVA getrieben. Der Strom wird durch sich drehende Walzen zugeführt, die ebenso wie die Beförderungswalzen angeordnet sind und die gleiche Umfangsgeschwindigkeit haben. Dort, wo die Walzen Strom an den Draht abgeben, sind sie durch nichtleitenden Werkstoff gegen die Stromlinien abgeschirmt, während sie im übrigen in nichtleitenden Hüllen laufen. Es können gleichzeitig mehrere Drähte durch das galvanische Bad geführt werden, zweckmäßig geht man nicht über vier Drähte hinaus. Die Geschwindigkeiten, mit denen die Drähte durch die Maschine laufen, können bis auf 150 m/min gesteigert werden. Ueber die Leistungsfähigkeit der Maschine unterrichtet *Zahlentafel 1*.

Die Anlage arbeitet vollkommen automatisch. Der Draht läuft von der Haspel ab, geht durch die Entfettung (a) (Bild 4), wird gespült (b), läuft durch die Beize (c), wird in der Spülkammer gespült (d), geht durch das Verzinkungsbad (e), wird gespült (f) und läuft vor dem Aufspulen durch eine elektrische oder mit Gas beheizte Trockenkammer. Die Geschwindigkeit kann durch ein Zählwerk beliebig je nach Zinkauf-lage und anzuwendende Strom-dichte eingestellt werden. Zur leichteren Bedienung ist die ganze Maschine zum Heben und Senken eingerichtet, und zwar wird diese Bewegung durch den Antriebsmotor, der die ganze Anordnung mit der Aufwickelhaspel betätigt,

Zahlentafel 1. Leistungsfähigkeit der in Bild 3 wiedergegebenen Vorrichtung zur Verzinkung von Stahldraht.

Draht-durch-messer mm	1 kg Draht = m Länge	1 kg Draht = m ² Ober-fläche	Wochenleistung		Zinkverbrauch bei	
			kg Draht	m ² ver-zinkte Ober-fläche	20 g/m ² kg	40 g/m ² kg
0,2	3570	2,24	1 490	3260	65,2	130,4
0,4	893	1,12	6 000	6530	131,0	262,0
0,6	397	0,75	12 660	9800	196,0	392,0

Annahme: 2 Maschinen zu je 4 Drähten.
 Arbeit für eine Woche (2 Mann zu 45 h) 90 h
 Drahtgeschwindigkeit 120 m/min
 Stundenleistung für eine Maschine 28,8 km
 Wochenleistung der zwei Maschinen 5184 km.

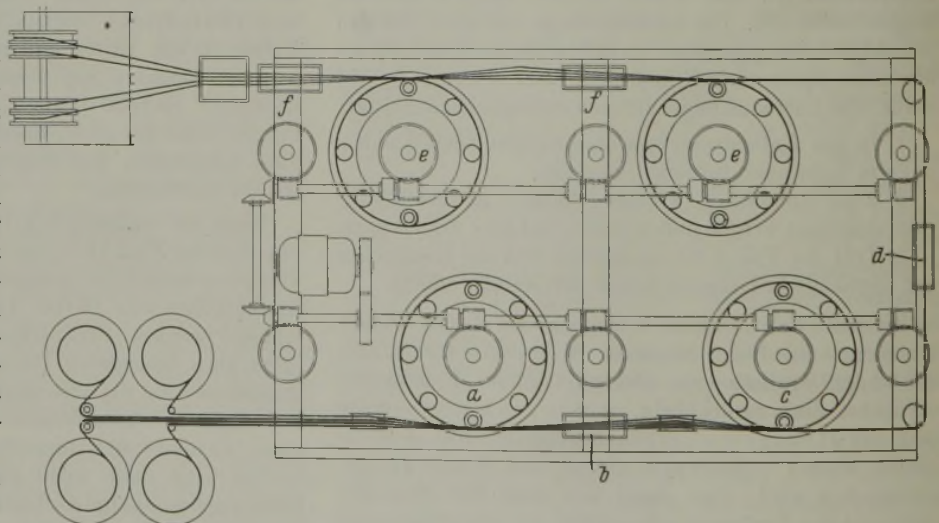


Bild 4. Schematische Darstellung der Vorrichtung zur elektrolytischen Herstellung von Metallüberzügen auf Drähten.

ausgeführt. Man benötigt also nur einen Motor für alle Arbeiten an der Maschine. Beim Inbetriebsetzen der Verzinkungsmaschine werden die vier Drähte durch eine besondere Vorrichtung in die ihnen zugeteilten Führungselemente eingelegt, so daß die Einführung der Drähte kaum eine Minute in Anspruch nimmt. Die Bedienung der Maschine ist so einfach, daß ein Mann 4 bis 6 solcher Maschinen

¹³⁾ DRP. 565 764 vom November 1932.

beaufsichtigen kann. Da An- und Ablauf der Drähte bei der Maschine nebeneinander liegen (Bild 4), hat der Arbeiter seinen Arbeitsplatz während der ganzen Arbeitszeit nicht zu verändern. Die Anlage gestattet das Verzinken mit Geschwindigkeiten, wie sie bei der Feuerverzinkung oder -verzinnung üblich sind.

Zusammenfassung.

Elektrolytzink kann durch Aenderungen seiner Zusammensetzung und seines Aufbaus bei der elektrolytischen Abscheidung eine höhere Korrosionsfestigkeit als Feuerzink erhalten haben, weil in den Kathodenniederschlag auch Anionen in Form komplexer Kationen eingehen können, die in das Metallgitter eingebaut werden. Deshalb geben auch niedere

Zinkauflagen bei der elektrolytischen Verzinkung gute Korrosionswerte. Zinkniederschläge, die unter verschiedenen Bedingungen hergestellt waren, geben in Salz- und Schwefelsäure erhebliche Abweichungen für die Lösungsgeschwindigkeit. Wichtig für die elektrolytische Abscheidung korrosionsfester Zinküberzüge ist die Stromdichte. Zink läßt sich bei Stromdichten von 10 000 A/m² und darüber abscheiden. Die Verwendung so hoher Stromdichten setzt aber besondere Einrichtungen voraus. Es wird eine bereits erprobte Einrichtung für die Verzinnung, Verzinkung, Verkupferung und Verbleiung von Kupfer- und Stahldrähten von 0,2 mm Dmr. aufwärts beschreiben, welche die Vorteile der hohen Stromdichten auszunützen gestattet.

Umschau.

Aufbereitung von Rotschlämmen.

Beim Aufschluß des Bauxits für die Aluminiumerzeugung entfallen in großen Mengen eisenhaltige Schlämme, die etwa 40 % Fe, 7 % SiO₂, 16 % Al₂O₃ und 5 bis 6 % TiO₂ im Trocknen enthalten. Seit einigen Jahren werden sie, worauf W. Tillmann¹⁾ hinweist, als wertvolle Eisenträger im Hochofenbetrieb verwendet. Der Titangehalt bereitet dabei keinerlei Schwierigkeiten, so daß die Rotschlämme künftig wegen ihrer Schwefel- und Phosphorreinheit als Rohstoff für die Erzeugung von Hämatitroheisen Verwendung finden werden.

J. H. Gerdemann ist es gelungen, ein Verfahren zur Aufbereitung dieser Rotschlämme bis zur Betriebsreife zu entwickeln und aus einer eigenen Anlage den Hochofenwerken die Rotschlämme in körniger und für die Bahnbeförderung sowie den Hochofenbetrieb besser geeigneter Form zur Verfügung zu stellen. Die im Rahmen der Arbeiten zum Vierjahresplan errichtete Anlage (Bild 1) befindet sich in Quadrath-Ichendorf in der Nähe des Martinswerkes, Bergheim a. d. Ertf, das aus ausländischen Bauxiten Tonerde auslaugt und etwa 800 000 bis 900 000 t Rotschlämme auf einer Halde liegen hat. Hierzu fallen bei der erhöhten Erzeugung des Werkes erhebliche Mengen täglich frisch an.

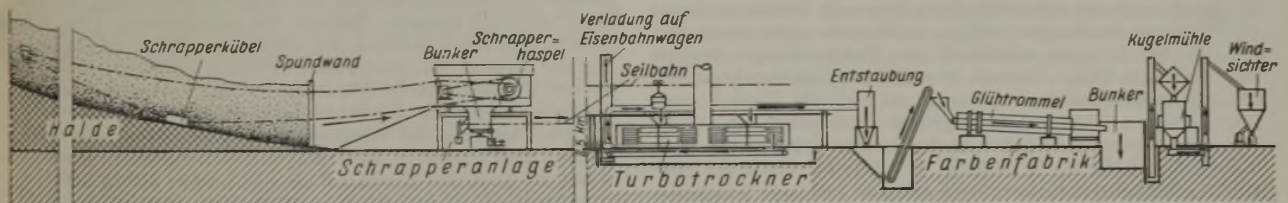


Bild 1. Anlage zur Aufbereitung von Rotschlämmen.

Die Schlämme fließen am Berghang herab, wo sie durch Eisenspundwände und Betonmauern zum Halten gebracht werden. Um die Schlämme zur Aufbereitungsanlage zu bringen, werden sie mittels einer der Eigenart des Fördergutes besonders angepaßten Schrappervorrichtung aufgenommen, deren Maschinenhaus drehbar angeordnet ist, so daß eine mehr als halbkreisförmige Fläche bestrichen werden kann. Der Inhalt des Schrappergefäßes wird in einen Trichter entleert, aus dem die Schlämme durch einen Drehtelleranschluß in Seilbahnwagen abgefüllt und zu der etwa 2,5 km von der Halde entfernten Aufbereitungsanlage befördert werden. Der wichtigste Teil dieser Aufbereitungsanlage sind zwei für diesen Zweck besonders entwickelte Turbotrockner, in denen der Wassergehalt der Schlämme von 40 auf 12 bis 10 % herabgesetzt wird. Die Turbotrockner bestehen aus acht senkrecht übereinander angeordneten Ringtellergestellen, von denen das aufgegeben Gut nach einer Gerüstumdehnung mit Hilfe eines Abstreifers auf den nächsten unteren Ringteller befördert wird. Im Gegenstrom durchziehen die Heizgase einer Braunkohlenfeuerung die Trockner und erzeugen dort eine Temperatur bis zu 600°. Innerhalb 20 bis 30 min hat das aufgegeben Gut den Trockner durchlaufen. Die Trockner sind so bemessen, daß stündlich 20 bis 25 t Trockengut erzeugt werden können. Mit Hilfe von Förderbändern wird das Fertiggut vom Trockner unmittelbar auf einen Eisenbahnwagen verladen. Die an die Hüttenwerke gehenden aufbereiteten Schlämme werden dort gesintert und in den Hochofenmüller gegeben.

¹⁾ Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 469/74 (Hochofenaussch. 190); vgl. auch Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 146/47.

Die größten Schwierigkeiten bei dem Aufbau der Anlage bereiten die Aufgabeneinrichtungen für die Turbotrockner. Um die zugeführten Wärmemengen gut auszunützen, ist eine möglichst gleichmäßige Zufuhr des sehr klebrigen Rohstoffes erforderlich. Da man die Schlämme früher für unverwertbar gehalten hatte, ist das auf der Halde liegende Gut teilweise mit Bauschutt und anderen Abfallstoffen verunreinigt. Diese Beimengungen werden, nachdem andere von Gerdemann durchgeführte Versuche keinen Erfolg gehabt hatten, durch Harfen-Zittersiebe ausgeschieden. Auf diese Siebe wird der mit der Seilbahn ankommende Schlamm entleert. Die Verunreinigungen bleiben als Siebrückstand zurück, während der gereinigte Rotschlamm durch die Maschen der Harfen-Zittersiebe in die Turbotrockner fließt.

Ein gewisser Teil des Gutes verläßt die Trockner als Staub bis zu 3 mm Korngröße; er wird in einer Trockenfilteranlage Bauart Beth ausgeschieden und bildet den Ausgangsstoff für eine hochwertige, nur für die Ausfuhr bestimmte Eisenoxydfarbe. Der Staub wird hierbei in einer Glühtrömmel mit Mantelbeheizung bei reichlicher Sauerstoffzufuhr und entsprechender Temperatur geröstet, in oxydierender Atmosphäre abgekühlt und dann auf die erforderliche Feinheit als Farbstoff gemahlen.

Hans Schmidt.

Neue Untersuchungen und Erkenntnisse über den Ablauf des basischen Windfrischverfahrens.

Die unter der gleichen Überschrift¹⁾ erschienene Veröffentlichung zeigte in Bild 24 den Stickstoffverlauf über die Schmelzdauer von Thomas- und Stahleisenschmelzen. Ein großer Teil der dieser Abbildung zugrunde liegenden Zahlen stammt aber noch von früheren Untersuchungen her und war nach dem üblichen Stickstofflösungsverfahren bestimmt worden. Es war damals schon darauf hingewiesen worden, daß das übliche Lösungsverfahren zur Stickstoffbestimmung auch bei Thomasroheisen häufig zu niedrige Werte ergibt, da ein Teil des Stickstoffs als säureunlösliches Nitrid (z. B. Vanadin-, Chrom- oder Siliziumnitrid) vorliegt und so bei der Bestimmung nicht erfaßt wird. Weitere Untersuchungen über den Stickstoffanstieg beim Verblasen von Thomas- und Stahleisenschmelzen, bei denen alle Bestimmungen nach einem kombinierten Lösungs- und Aufschlußverfahren erfolgten, so wie es für die Untersuchung von legierten Stählen von H. Kempf und K. Abresch²⁾ angegeben wurde, zeigten gegenüber den früheren Werten gewisse Abweichungen, und zwar vor allem zu Beginn des Blasens, d. h. solange noch Elemente vorhanden sind, die den Stickstoff in unlösbarer Form binden. In Bild 1 wird nun der wahre Stickstoffverlauf aus sechs Thomas- und drei Stahleisenschmelzen gemittelt wiedergegeben, und zwar als Summe des säurelöslichen und säureunlöslichen Stickstoffs. Das übliche Lösungsverfahren gibt im wesentlichen nur den säure-

¹⁾ Siehe Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 61/72.

²⁾ Arch. Eisenhüttenw. 13 (1939/40) S. 419/23 (Chem.-Aussch. 138).

löslichen Stickstoff an. Geringe Unterschiede in der Größenordnung bis zu 0,001 % treten nur dann auf, wenn Aluminiumnitrid zugegen ist, das beim Beruhigen der Proben mit Aluminium entstehen kann. Das Aluminiumnitrid ist zwar säureunlöslich, wird jedoch wegen seiner Zersetzbarkeit mit Lauge nach dem üblichen Lösungsverfahren erfaßt.

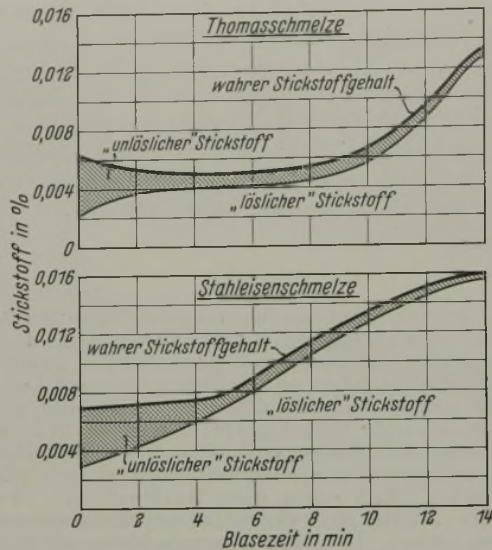


Bild 1. Verlauf des wahren Stickstoffgehaltes bei Thomas- und Stahleisenschmelzen, unterteilt in „löslichen“ und „unlöslichen“ Stickstoff.

Man erkennt die grundsätzliche Übereinstimmung der schwach ausgezogenen Kurven des Bildes 1 mit den in Bild 24 der Veröffentlichung (S. 70) angegebenen Linien des Stickstoffverlaufes. Der wahre Wert liegt stets höher, und zwar in den ersten drei Minuten nicht unerheblich, von der vierten Minute ab, also nach der Oxydation des überwiegenden Teils von Vanadin, Chrom und Silizium, nur noch unwesentlich.

Von der vierten Minute an besteht volle Parallelität zwischen dem früheren und neueren Verlauf der Stickstofflinie. Ob der Stickstoff auch im schmelzflüssigen Zustande bereits in derart verschiedenen Bindungen vorliegt, steht noch nicht einwandfrei fest, ist aber durchaus wahrscheinlich. Untersuchungen darüber sind bereits im Gange, über die in absehbarer Zeit berichtet wird.

Als beachtenswerte Bestätigung sei noch ein Versuch angeführt, bei dem Thomasstahl aufgekocht und aufsiliziert worden war. Der Thomasstahl hatte die Zusammensetzung: 0,014 % C, 0,15 % Mn, 0,024 % P, 0,028 % S, 0,0 % Si. Nach der Aufkohlung und Silizierung lautete die Analyse: 3,05 % C, 0,61 % Mn, 0,087 % P, 0,046 % S und 1,94 % Si. Der Stickstoffwert des Thomasstahls lag bei 0,013 %, davon waren 0,0125 % löslich und nur 0,0005 % unlöslich. Nach der Behandlung betrug er nur noch 0,010 %. Jetzt waren aber nur noch 0,003 % löslich, dagegen 0,007 % unlöslich. Hier dürfte das Silizium den größten Teil des vom Stahl aufgenommenen Stickstoffs abgebunden haben. Noch stärker wirkt in diesem Sinne Vanadin.

Walter Eichholz, Gerhard Behrendt,
Theodor Kootz.

Die Schwachstellenzählung ein Mittel zur planmäßigen Entwicklung von Geräten höchster Gebrauchseignung.

Ueber ein Verfahren zur Verbesserung von Massengeräten und Werkzeugen durch die Auswertung der „Schwachstellenzählung“ berichteten K. Daeves, H.-U. Ritter und K.-F. Mewes¹⁾. Obwohl die Verfasser die Wirksamkeit des von ihnen vorgeschlagenen Verfahrens nur an Beispielen aus dem Steinkohlenbergbau überzeugend darlegen, erscheint das Verfahren auch für Hüttenbetriebe von Bedeutung, da auch hier Massengeräte und Werkzeuge ähnlicher Art gebraucht werden.

Ueber das Wesen des Verfahrens läßt sich folgendes sagen: Die Sammlung von Betriebsbeobachtungen über die Ursachen und den Zeitpunkt des Unbrauchbarwerdens von Geräten aller Art führt zu einer „natürlichen Herauszüchtung“ solcher Geräte oder Teile davon, die besonders betriebsbrauchbar sind. Diese Entwicklung kann allerdings eine beträchtliche Zeit in Anspruch nehmen. Die „Schwachstellen“ eines Gerätes sind die Stellen, an denen immer wieder in kurzer Zeit ein vorzeitiger

Verschleiß oder ein Bruch auftritt. Durch Gestalt- oder Werkstoffänderung der Schwachstelle wird allmählich die Störungswahrscheinlichkeit des Gerätes vermindert und die Haltbarkeit erhöht. Diese Art der Entwicklung des geeignetsten Werkzeugs oder Gerätes ist langwierig und beruht zuletzt auf der Sammlung von Erfahrungen, die mehr oder weniger zufällig gemacht wurden. Die schon weitreichende Normung gerade der Massenwerkzeuge hat, wie die Verfasser betonen, hier zuweilen insofern gefehlt und nicht zu einer logischen Fortentwicklung geführt, als sie mehr mathematisch größenmäßig ordnete. Die genormten Gegenstände wurden also nach dieser Richtung einseitig entwickelt, wobei auch Teile mit ausgesprochenen Schwachstellen bestehen blieben. Eine Normung sollte sich zunächst auf das im Betrieb bewährte Werkzeug gründen und eine zahlengesetzliche Entwicklung nur so weit zulassen, als es die Betriebsbedürfnisse verlangen. Bei der Entwicklung von Werkzeugen und Geräten muß die Verbindung zwischen Hersteller und Gebraucher möglichst eng sein, was heute nicht mehr allgemein der Fall ist. Die Mittlerrolle für die Kundenwünsche und Anregungen trägt heute öfter bereits der Kundendienst des Herstellers.

Das von den Verfassern empfohlene Verfahren der „Schwachstellenzählung“ wertet planmäßige Beobachtungen des Gebrauchers aus, da er am besten den Gebrauchswert einer Ware beurteilen kann. Nach dem Verfahren der Großzahl-Forschung werden diese Beobachtungen ausgewertet. Da die zu untersuchenden Geräte einheitlich sind, genügen oft schon 20 Werte, um Häufigkeit und Streuung zu erkennen. Es wird dabei so vorgegangen, daß an einer bestimmten Betriebsstelle z. B. im Magazin oder auch auf dem Schrottplatz gleichartige Geräte oder Werkzeuge, die wegen Bruches oder Verschleißes abgelegt wurden, gesammelt und dann gesichtet werden. Bei der in bestimmten Zeitabständen vorzunehmenden Sichtung, die ein in Auswertungsfragen erfahrener Sachverständiger vornimmt, werden die gleichartigen Teile nach gleichartigen Schwachstellen geordnet und gezählt und die Gründe festgestellt, die zur Ablage führten. Die wichtigsten Schwachstellen (meist 3 oder 4), die zusammen mehr als 50 % aller unbrauchbaren Stücke des betreffenden Gerätes umfassen müssen, werden dann genauer untersucht, wobei eine Prüfung der Werkstoffeigenschaften, der Beanspruchungen und der Betriebsbedingungen erfolgt. Auf Grund dieser Feststellungen werden dann Abänderungsmaßnahmen getroffen, und das in Gestalt oder im Werkstoff veränderte Gerät wird in größerer Stückzahl hergestellt und wieder betriebsmäßig erprobt. Wird bei einer erneuten Zählung der abgeänderten Teile festgestellt, daß die Verteilung der schwachen Stellen günstiger ist und die früheren Hauptschwachstellen sich verringert haben, so ist der Erfolg nachweis erbracht, der sich in einer Erhöhung der Lebensdauer und der Störungssicherheit ausdrückt.

Die Forderung der Verfasser, die Heranzüchtung von Teilen nicht zu weit zu treiben, ist richtig und wirtschaftlich vertretbar. Wenn die häufigste Schwachstelle nicht mehr als 15 bis 20 % aller Ablegeursachen beträgt, muß die Entwicklung zur „Bestform“ als abgeschlossen angesehen werden können.

An einigen Untersuchungsergebnissen von kennzeichnenden Massenwerkzeugen im Steinkohlenbergbau zeigen die Verfasser den Wert derartiger Zählungen und am Beispiel der Pfannenschaukel auch den sich schon andeutenden Erfolg der Maßnahmen. Nachstehend ist als Beispiel einer solchen Untersuchung das Ergebnis der Zählung von 544 zur Verschrotung gekommenen Pfannenschaukeln wiedergegeben.

Art des Schadens	Stückzahl	Von der Gesamtzahl %
Bruch am Auslauf der Tüllenversteifung	175	32,2
Bruch vom Nietloch ausgehend	157	28,9
Bruch am Ende der Tüllenversteifung	53	9,7
Verbeult	47	8,6
Bruch an Stieltülle	31	5,7
Verschlissen	30	5,5
Bruch an der Spitze	20	3,7
Bruch quer durch die Tülle	15	2,7
Längsbruch in Tülle	7	1,3
Unter Umständen noch brauchbar	7	1,3
Sonstige Schäden	2	0,4
	544	110,0

Die beiden ersten Schadenarten machen noch 61,1 % aller Ablegeursachen aus und müssen trotz der schon getroffenen Abänderung als ausgesprochene Schwachstellen gelten. Man ersieht aus diesem Beispiel bereits, welche Fülle von ungelösten Fragen allein bei diesem einfachen Handwerkszeug vorliegen, das trotz Normung noch längst nicht einen auch nur bescheidenen Grad einer Bestform aufweist.

Ähnliche Verhältnisse liegen bei Grubenbeilen vor. Auch hier ergibt sich aus den von den Verfassern mitgeteilten und

¹⁾ Glückauf 76 (1940) S. 37/43.

aus eigenen durchgeführten Zählungen, daß eine Neuformung dieses wichtigen Werkzeugs dringend notwendig erscheint. Auch aus der Prüfung von Förderwagen und von Wagenrädern konnten wertvolle Erkenntnisse gesammelt werden.

Die Untersuchung erstreckte sich weiterhin auf das in der Kohलगewinnung wichtigste Werkzeug, auf den Abbauhammer, der eine hochentwickelte kleine Maschine darstellt. Hierbei bot sich der Schwachstellenforschung ein besonders dankbares Feld. Es wurde so vorgegangen, daß der Verbrauch von Ersatzteilen je 100 Hämmer und Jahr ermittelt wurde, und zwar für fünf verschiedene Bauarten. Ferner wurden die Kosten der jährlich verbrauchten Ersatzteile für je 100 Hämmer und Jahr errechnet. Aus den zum Teil überraschenden Ergebnissen können sowohl der Betriebsmann und der Einkäufer als auch der Hersteller reiche Schlüsse ziehen. Dem Hersteller bietet eine schaubildliche Darstellung dieser auf großen Stückzahlen aufgebauten Untersuchung wertvollste Hinweise für Verbesserungen nach der Werkstoff- wie nach der Gestaltungsseite.

Eine Forderung, die sich gerade aus der Untersuchung der Abbauhämmer ergibt und die in gleicher Weise auch für andere höher entwickelte Bergwerksmaschinen und für alle Werkzeugmaschinen gilt, ist die, daß die nicht zu vermeidenden Schwachstellen so gelegt werden müssen, daß die Instandsetzung und der dadurch bedingte Zeitausfall einem Geringstwert zustrebt. Vorteilhaft wird dann die Entwicklung besonders leicht auswechselbarer einfacher und billiger Verschleißstücke oder Sicherungen zur Vermeidung des Bruches größerer teurer Teile sein. Bei einer solchen Durchentwicklung der Geräte muß das Verschleißstück oder die Sicherung den Hauptteil der Störungsquelle darstellen.

Der weiterhin in dem genannten Aufsatz gemachte Vorschlag nach einem Austausch der Gebraucher-Erfahrungen müßte besonders freudig vom Hersteller aufgegriffen werden. Eine wichtige Mittlerrolle können die Werkstätten einnehmen, wenn in diesen Betriebsabteilungen die Schwachstellenforschung angewendet wird, die rasch und vollständig einen Ueberblick über die auftretenden Schäden geben kann. Eine in dieser Richtung bereits liegende Gemeinschaftsarbeit hat z. B. die Maschinenschaden-Versicherung eingeleitet. Bei größeren Werksgruppen wird die Uebermittlung der Erfahrungen des Gebrauchers zum Hersteller auch durch eine Gemeinschaftsstelle für Schadensmeldungen möglich sein.

Die plan- und sachgemäße Auswertung der Schwachstellen-zählung wird verhindern können, daß oft geringfügig scheinende Schwachstellen, die aber je nach dem Zeitpunkt ihres Auftretens schwere Störungen nach sich ziehen können, nicht beachtet werden. Die mit geringen Kosten arbeitende Schwachstellen-zählung, für deren Durchführung jede Betriebsabteilung gewonnen werden müßte, wird bestimmt erreichen können, daß Fehlererscheinungen frühzeitig erfaßt und beseitigt werden. Diese Arbeiten werden sich zuletzt auswirken in einer Verlängerung der Lebensdauer von Maschinen und Werkzeugen und damit gleichzeitig in einer Leistungssteigerung, die unmittelbar dem Betriebe zugute kommt.

Otto Müller.

Metallographischer Ferienkursus in Clausthal.

In der Zeit vom 30. September bis 12. Oktober 1940 findet im Institut für Metallkunde der Bergakademie Clausthal wieder ein metallographischer Ferienkursus unter Leitung von Professor Dr. A. Merz statt. Anfragen sind an das Institut für Metallkunde der Bergakademie Clausthal in Clausthal-Zellerfeld 1, Großer Bruch 23, zu richten.

Aus Fachvereinen.

American Society for Metals.

(21. Hauptversammlung vom 23. bis 27. Oktober 1939 in Chicago. — Fortsetzung von Seite 712.)

F. W. Trembour und Howard Scott berichteten über ein Verfahren zur Bewertung wässriger Abschreckmittel für die Stahlhärtung.

Bei der Abschreckung unlegierter Stähle ist die Weichfleckigkeit eine unangenehme Begleiterscheinung, die sich am sichersten durch Anwendung schroffer Abschreckmittel vermeiden läßt. Die Verfasser suchten daher eine genaue Stufung einiger bekannter Abschreckflüssigkeiten zu gewinnen; sie bewerteten diese Mittel nach dem Auftreten weicher Stellen in Abhängigkeit von der Flüssigkeitstemperatur.

Um mit Sicherheit Weichfleckigkeit zu erhalten, wurde ein feinkörniger Stahl mit 0,46 % C, 0,20 % Si und 0,76 % Mn verwendet, dessen Abschrecktemperatur bei 815° liegt. Zylinder von rd. 75 mm Länge und 30 mm Dmr. wurden in dem nicht bewegten Mittel in waagerechter Lage abgelöscht, da das Ausmaß der Weichfleckigkeit dabei weniger schwankte als bei senkrechter Lage. Zur Entwicklung der ungenügend gehärteten Stellen wurde 5 bis 10 min in 50prozentiger Salzsäure bei rd. 90° geätzt; diese traten dabei hellgrau und reliefartig gegenüber den stärker geätzten, schwarzen Härtezonen hervor.

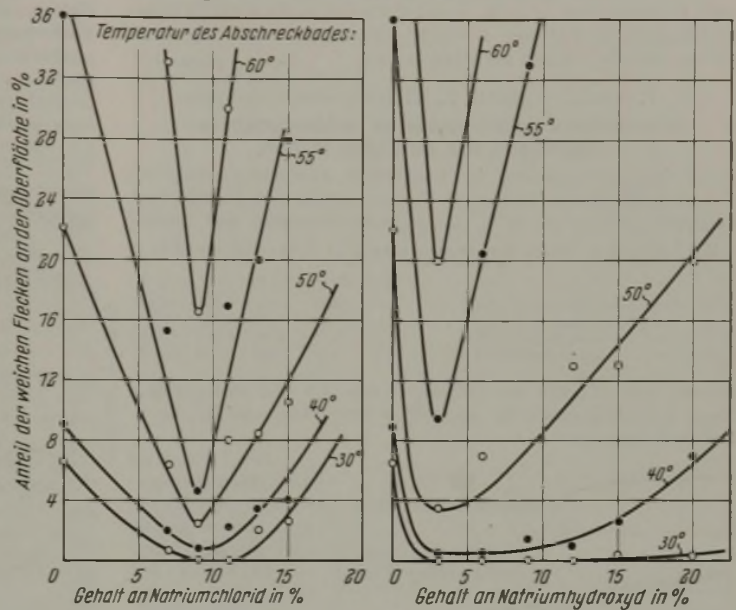


Bild 1 und 2. Einfluß der Temperatur und Verdünnung von Kochsalz- und Natronlauge-lösungen auf die Weichfleckigkeit abgeschreckten Stahles mit 0,46 % C.

Die starke Abhängigkeit der Abschreckwirkung von der Badtemperatur ist bekannt und wird für alle untersuchten wässrigen Abschreckmittel bestätigt. Teilweise beginnt bereits bei 40° eine sprunghafte Verschlechterung einzutreten. Ausführlich geprüft wurden lediglich Kochsalzlösungen und Natronlauge in den verschiedensten Verdünnungen, wobei die schroffste Wirkung bei Lösungen mit 9 % NaCl bzw. 3 % NaOH gefunden wurde; beide Mittel waren dabei in ihrer Abschreckwirkung etwa gleich (Bild 1 und 2). Die Versuchsart gestattet demnach eine gute Stufung der Abschreckmittel für einen bestimmten Stahl. Für die anderen Mittel, wie Borax-, Natriumfluorid-, Bariumchloridlösung usw., wurden die Untersuchungen nur bei einer Konzentration durchgeführt. Es ist daher unsicher, ob die schlechte Wirkungsweise, z. B. von Borax, allgemein für diesen Bestandteil gilt oder nur für die untersuchte Zusammensetzung.

Die Weichfleckigkeit tritt in zwei Formen auf; im Querschliff zeigen sich entweder an der Stahloberfläche Perlitflecken, die mit dem Kern Verbindung haben, oder sie liegen als Inseln innerhalb der martensitischen Zone, ohne bis zur Oberfläche vorzudringen. Auf Grund der Arbeit von N. B. Pilling und T. D. Lynch¹⁾, die, wie unterdessen verschiedentlich bestätigt²⁾, drei Stufen in der Abschreckwirkung von Flüssigkeiten fanden — Dampfhaubitung mit schlechter Abschreckung, Kochperiode mit starker Abschreckung, Konvektionsbereich mit verlangsamter Abschreckung —, kommen die Verfasser zu folgenden Schlüssen über die Entstehung der beiden Formen der Weichfleckigkeit. Die weichen Stellen an der Oberfläche werden durch eine verlängerte Dampfperiode verursacht. Die inselartigen Perlitstellen dagegen rühren aus der Kochperiode her; sie bilden sich an der Stelle, an der die kritische Temperatur des Stahles für schnellsten Perlitfall gleichzeitig auftritt mit der zeitweisen Bildung einer Dampfhaubitung, d. h. dort, wo die kritische Abkühlungsgeschwindigkeit demzufolge unterschritten wird. Die Gesamteinhärtungstiefe ist an den Stellen mit Perlitinseln stets tiefer als bei normaler Härtung. Weichflecken an der Oberfläche sollen meist in Lösungen mit schädlichen Beimengungen oder mit geringer Salzkonzentration vorkommen, die Perlitinseln

¹⁾ Trans. Amer. Inst. min. metallurg. Engrs. 62 (1918/19) S. 665/88.

²⁾ Vgl. Rose, A.: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforschg. 24 (1939) S. 181/96; Arch. Eisenhüttenw. 13 (1939/40) S. 345/54 (Werkstoffaussch. 489).

fast nur bei hohen Konzentrationen; diese traten ferner bei der waagerechten Lage der Proben nur an der oberen Zylinderfläche auf. Da Kurven des zeitlichen Ablaufes des Abschreckvorganges nicht aufgenommen wurden, bleiben die Beobachtungsergebnisse etwas unsicher. Die Erklärungen scheinen zum Teil im Widerspruch zueinander zu stehen.

Die Arbeit bringt die Bestätigung, daß die seit langem bewährten Härteflüssigkeiten mit etwa 10 % Kochsalz oder 5 % Natronlauge die schroffste Abschreckwirkung haben. Jedoch bleibt es fraglich, ob sich für Stähle, die in ihren Abmessungen oder Eigenschaften — z. B. in der Umwandlungswärme, Wärmeleitfähigkeit, Korngröße — stark verschieden sind, allgemeingültige Regeln daraus herleiten lassen. Klaus Bischoff.

W. P. Wallace und R. L. Rickett berichteten über Rekrystallisationsglühversuche an kohlenstoffarmen unberuhigten und beruhigten Stählen,

deren Zusammensetzung in **Zahlentafel 1** wiedergegeben ist. Gewalzte Rundstäbe wurden in Versuchsreihen verschieden stark kaltverformt (bis zu 81 % Querschnittsabnahme) und hierauf

Zahlentafel 1. Zusammensetzung der Versuchsstähle.

Stahlart	% C	% Si	% Mn	% P	% S
Mit Aluminium beruhigter Stahl . . .	0,15	0,04	0,44	0,019	0,049
Mit Silizium beruhigter Stahl . . .	0,11	0,09	0,31	0,051	0,054
Kern des unberuhigten Stahles . . .	0,03	0,01	0,09	0,007	0,062
Rand des unberuhigten Stahles . . .	0,02	Spur	0,06	0,002	0,016

bei 480, 540, 575, 630 und 715° für 15 min, 2 h oder 16 h geglüht. Nach der Glühung wurde das Gefüge beobachtet und die Rockwellhärte gemessen.

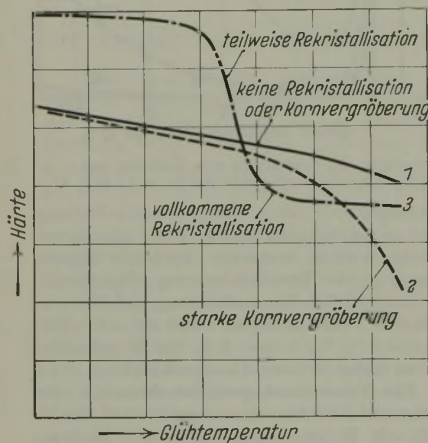


Bild 1. Beziehungen zwischen Glüh-temperatur und Härte der Versuchsstähle (schematisch).

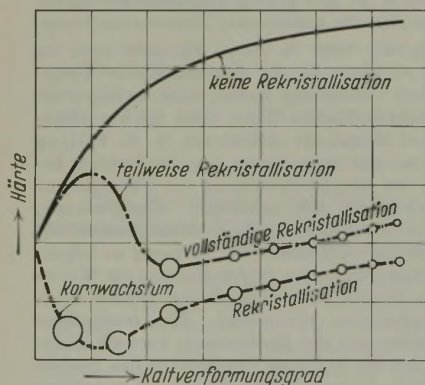


Bild 2. Beziehungen zwischen Kaltverformung, Härte und Korngröße nach Rekrystallisationsglühungen. (Die Größe der Kreise steht im Verhältnis zu der Ferritkorngröße.)

zur vollständigen Rekrystallisation notwendig sind, bringen eine weitere geringe Härteabnahme, die von einer Kornvergrößerung begleitet ist. Aus **Bild 1** folgt für den praktischen Betrieb die wichtige Tatsache, daß kaltverformte Werkstücke, die einen großen Bereich von Kaltverformungsgraden — von niedrigsten bis hohen — aufweisen, nach Rekrystallisationsglühungen an Stellen niedriger Verformungsgrade eine höhere Härte erhalten können als an Stellen mit stärkerer Kaltverformung.

Der Einfluß der Glüh-temperatur auf Härte und Korngröße geht aus **Bild 1** hervor. Die Kurve 1 gilt für geringe Kaltverformungsgrade und kurze Glühzeiten, bei denen mit steigender Glüh-temperatur eine geringe Härteabnahme und keine merkliche Aenderung des Gefüges beobachtet wird. Die Kurve 2 ist kennzeichnend für etwas höhere Verformungsgrade oder längere Glühzeiten als bei Kurve 1, wobei die Härteabnahme mit steigender Glüh-temperatur größer wird und im Gefüge gröbere Ferritkörner auftreten. Die Kurve 3 gilt für stärkere Verformungsgrade, bei denen höhere Glüh-temperaturen zur vollständigen Rekrystallisation führen. Hier erfolgt bei niedrigen Glüh-temperaturen zunächst nur eine geringe Härteabnahme, die mit Eintritt der Rekrystallisation größer wird. Höhere Glüh-temperaturen, als

Für den Einfluß des Kaltverformungsgrades auf Härte und Korngröße nach dem Glühen fanden sich die Beziehungen nach **Bild 2**. Hier gibt die Kurve 1 den Einfluß von Glüh-temperaturen wieder, die keine Rekrystallisation hervorrufen; die Härte steigt mit zunehmender Kaltverformung an. Die Kurve 2 gilt für Glühungen, bei denen eine niedrige Kaltverformungsgrade zu einer teilweisen Rekrystallisation, höhere Verformungsgrade zu einer vollständigen Rekrystallisation führen. Dabei nimmt die Härte zuerst mit steigender Verformung zu, mit Eintritt der teilweisen Rekrystallisation schnell ab, um im Gebiet vollständiger Rekrystallisation wieder leicht mit stärkerer Verformung anzusteigen. Die Kurve 3 entspricht einer Glüh-temperatur, bei der im kritischen Verformungsgebiet eine Vergrößerung des Gefüges eintritt; hier nimmt die Härte bei Kornvergrößerung zunächst ab, steigt mit zunehmender Kornverfeinerung bei höheren Verformungsgraden aber wieder an.

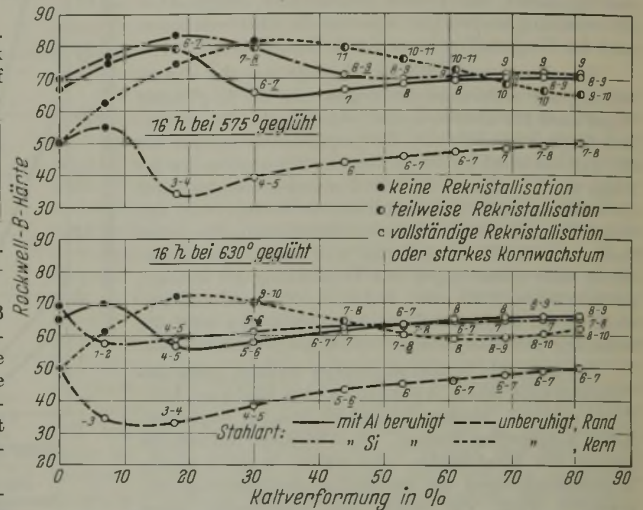


Bild 3. Abhängigkeit der Härte und Korngröße vom Kaltverformungsgrad nach Glühen bei 575 und 630°.

Der Einfluß der Stahlart geht am deutlichsten aus **Bild 3** hervor. Es wurde festgestellt, daß an dem unberuhigten Stahl, dessen Zusammensetzung zwar nicht dem Üblichen entspricht, Kern und Randgebiet sich sehr verschieden verhalten. Wie an stärker geseigerten Stählen oft zu beobachten ist, tritt vollständige Rekrystallisation und Kornvergrößerung im Randgebiet leichter als im Kerngebiet ein. Bei den beruhigten Stählen vollzieht sich die Rekrystallisation und die mit ihr verbundene Härteabnahme mit steigender Kaltverformung nicht so schnell wie im Randgebiet des unberuhigten Stahles, jedoch schneller als in dessen Kerngebiet. Ein Unterschied im Verhalten des mit Aluminium beruhigten Stahles gegenüber dem mit Silizium beruhigten ist bei der Glühung bei 575° zu beobachten, wo im Gebiet hoher Verformungsgrade (20 bis 30 %) der Stahl mit Aluminiumzusatz früher zu rekrystallisieren und zu enthärten beginnt als der mit Silizium beruhigte Stahl. Nach Eintritt vollständiger Rekrystallisation sind die beruhigten Stähle wegen des höheren Kohlenstoffs härter als der unberuhigte Stahl, besonders dessen Randgebiet. Die kleinsten Korngrößen wurden an den Proben aus dem Kerngebiet des unberuhigten Stahles erzielt. Hubert Hauttmann.

Die durch Spannungskorrosion in nichtrostenden Chrom-Nickel-Stählen veranlaßten Risse können sowohl längs den Korngrenzen als auch durch die Körner verlaufen. J. C. Hodge und J. L. Miller beschreiben diese verschiedenartigen Formen der Spannungskorrosion an Hand zweier Schadensfälle und versuchen sie miteinander in Verbindung zu bringen.

Im ersten Falle handelt es sich um intrakristalline Ribbildung an Thermometerrohren aus Stahl mit 18 % Cr und 8 % Ni, die mit Aethylchlorid gefüllt waren und sich im Umlaufherd eines Sulfitkoehlers befanden. Die Risse traten in großer Zahl oft schon nach drei Tagen an der Innenseite der Stutzen, also unter dem Einfluß des Aethylchlorids, auf, obwohl der Werkstoff vor der Herstellung der Stutzen einwandfrei vergütet war. Auch ein Nachvergüten durch Abschrecken von 1095° in Wasser verhinderte keineswegs die Ribbildung, die also nicht auf Gefügeungleichmäßigkeiten zurückgeführt werden kann. Erst ein 72stündiges Ausglühen bei 845° mit langsamer Ofenabkühlung machte die Rohre ribbeständig. Durch diese Maßnahme wurden einerseits die Karbide in unschädlicher Form ausgefällt, so daß

der Werkstoff kornerfallsfrei blieb, andererseits wurden die von dem Vergüten, der Kaltbearbeitung und dem Schweißen herrührenden Spannungen abgebaut. Als weitere Maßnahme bewährte sich die Verwendung vollkommen trockenen Aethylchlorids. In diesem Falle blieb sogar der nicht spannungsfrei geglähte Werkstoff frei von Rissen. Die intrakristallinen Risse entstehen demnach durch Zusammenwirken innerer Spannungen mit dem Korrosionsangriff der Salzsäure, die in Spuren durch die Feuchtigkeit aus dem Aethylchlorid abgespalten wird. Nach Ansicht der Verfasser sind die inneren Spannungen im Austenit infolge der hohen Ausdehnungsbeiwerte besonders groß, was die Tatsache erklären soll, daß intrakristalline Spannungskorrosion an ferritischem Werkstoff bisher noch nicht beobachtet wurde.

Fälle von interkristalliner Rißbildung traten an Ueberhitzerrohren aus Stahl mit 0,07 % C, 18 % Cr und 8 % Ni auf. Diese Rohre arbeiteten bei 570 bis 590°, also im Temperaturbereich der Karbidausscheidung, und wurden dadurch mit der Zeit kornerfallsanfällig. Allgemeiner interkristalliner Zerfall wurde zwar nicht beobachtet, dafür aber nach längerer Betriebsdauer interkristallin verlaufende Rißbildung. Besonders schnell traten solche Risse an Rohren auf, die mit niedriglegierten Flußstahlrohren zusammengeschweißt waren, obgleich sie nach dem Schweißen 1 h bei 730° mit nachfolgender Ofenabkühlung ausgeglüht waren. Die interkristallinen Risse entstanden hierbei in der Nähe der Schweißnaht. Sie hingen offensichtlich mit der Karbidausscheidung zusammen.

Die Fähigkeit des feuchten Aethylchlorids, in austenitischen Werkstoffen Korrosionsspannungsrisse zu erzeugen, wurde ausgenutzt, um laboratoriumsmaßig den Zusammenhang zwischen Rißverlauf einerseits, Spannungszustand und Kornerfallsanfälligkeit andererseits zu klären. Zu diesem Zwecke wurden Rohrstücke der zu untersuchenden Werkstoffe durch Anschweißen von Verschlusskappen zu geschlossenen Gefäßen gestaltet, mit feuchter Aethylchloridlösung gefüllt und durch ein kupfernes Anschlußrohr mit einem Druckmesser verbunden. Beim Erhitzen im Wasserbad auf 100° stieg der Druck infolge der Zersetzung der Füllflüssigkeit langsam auf 0,7 kg/mm², was einer Umfangsspannung von 3,5 bis 4 kg/mm² in der Gefäßwand entsprach. Damit der Druck nicht zu hoch stieg, mußte von Zeit zu Zeit durch Öffnen eines Ventils wieder entspannt werden.

Außer den an den Thermometerstutzen schon gemachten Feststellungen ergaben die Versuche noch folgendes.

1. In einem Stahl, der kornerfallsanfällig ist, sei es durch Erhitzen auf 730°, sei es durch Schweißen ohne Nachvergütung, verlaufen die Risse vorwiegend interkristallin, oft jedoch auch intrakristallin. Es wurden Fälle beobachtet, in denen beide Rißarten dicht nebeneinander auftraten.

2. Wird kornerfallsanfälliger Stahl von der Temperatur der Karbidausfällung aus langsam im Ofen abgekühlt, d. h. also vollkommen spannungsfrei gemacht, so sind auch nach 1560stündiger Einwirkung der Aethylchloridlösung keine Risse zu beobachten. Da die Erscheinung des Kornerfalles bekanntlich auch ohne Vorhandensein von Spannungen eintritt, muß die unter den inneren Spannungen bei der Einwirkung des Aethylchlorids entstehende interkristalline Rißbildung streng von dem Kornerfall unterschieden werden.

3. Es gelang Hodge und Miller nicht, eine durch Schweißen hergestellte Verbindungsstelle von Stahl mit 18 % Cr und 8 % Ni mit niedriglegiertem Stahl so spannungsfrei zu glühen, daß die Gefahr der Rißbildung in dem austenitischen Werkstoff behoben wurde. Infolge der verschiedenen Wärmeausdehnung der beiden Werkstoffe blieben auch bei langsamer Ofenabkühlung noch so starke Spannungen zurück, daß in der Nähe der Schweißverbindung sich unter dem Einfluß der Lösung Risse bildeten.

4. Niobhaltiger Chrom-Nickel-Stahl war noch rißanfälliger

als niobfreier Stahl. Die Risse verliefen in diesem Werkstoff transkristallin.

Obgleich es gelang, die Rißerscheinungen an den Ueberhitzerrohren mit Hilfe von Aethylchlorid künstlich zu erzeugen, brachten diese Versuche keinerlei Auskunft über das chemische Mittel, das für die Schadensfälle tatsächlich verantwortlich zu machen ist. Es wurde daher noch die Einwirkung verschiedener anderer Lösungen auf gespannte Probestäbe aus einem der gerissenen Ueberhitzerrohre untersucht; der Stahl enthielt 0,07 % C, 0,38 % Mn, 0,23 % Si, 17,37 % Cr und 9,22 % Ni, war 1 h auf 730° erhitzt und langsam im Ofen abgekühlt worden. Die durch Federkraft aufgebrachte Spannung betrug 24,5 kg/mm². Innerhalb einer Einwirkungsdauer von 840 h traten keine Risse in Wasser und in folgenden Lösungen auf: 1 % Salzsäure, 5 % Kochsalz, 6 % Kochsalz + 3 % Wasserstoffsuperoxyd, 5 % Magnesiumchlorid, 25 % Natriumhydroxyd + 3 % Natriumsilikat, 5 % Natriumsulfat und in gesättigter Natriumnitratlösung. Dagegen entstanden interkristalline Risse in 6,6prozentiger Eisenchloridlösung nach vier Tagen, in gesättigter Quecksilberchloridlösung nach zwei Tagen. Die in der Arbeit gebrachten Schlibilder der in Eisenchloridlösung gerissenen Proben zeigten außer den interkristallinen Rissen deutlich allgemeinen Kornerfall, so daß man diese Art der Rißbildung wohl nicht mit derjenigen in Aethylchlorid vergleichen kann. Im Gegensatz zum Aethylchlorid vermag Eisenchlorid an unter Spannung stehendem kornerfallsbeständigem Werkstoff mit 0,05 % C keine transkristallinen Risse hervorzurufen. Die Verfasser halten es trotzdem nicht für ausgeschlossen, daß Spuren von Eisenchlorid bei der Rißbildung an den Ueberhitzerrohren wirksam gewesen sind, zumal da durch Versuche nachgewiesen wurde, daß Lösungen mit nur 0,05 % FeCl₂ an gespanntem, kornerfallsanfälligem Werkstoff noch Risse erzeugen können. Die Mindestspannung, die für die Rißbildung in Eisenchloridlösung erforderlich ist, wurde zu 7 kg/mm² bestimmt; sie liegt also unterhalb der Elastizitätsgrenze.

So wertvoll auch die Einzelfeststellungen dieser amerikanischen Arbeit sind, so verfrüht scheint es jedoch zu sein, alle Korrosionserscheinungen vom reinen Kornerfall über die interkristalline Rißbildung bis zur Spannungskorrosion am homogenen Mischkristall durch eine Theorie zusammenfassen zu wollen. Hodge und Miller vertreten die Ansicht, daß beim Kornerfall allein die chemische Angreifbarkeit der Korngrenzen maßgebend ist, bei der intrakristallinen Spannungskorrosion jedoch lediglich die Spannungen, ähnlich wie bei der ebenfalls transkristallin verlaufenden Rißbildung durch Wechselbiegebeanspruchung. Die Zwischenstufen sollen durch gleichzeitiges Zusammenwirken von selektivem Angriff und Spannungen zustande kommen. Nun gehen aber schon beim Kornerfall die Ansichten erheblich auseinander, und bei der transkristallinen Rißbildung unter statischer Zugbeanspruchung ist durch die vorliegende Arbeit erst eine einzige Einflußgröße, nämlich der Spannungszustand, aufgedeckt worden, während offensichtlich noch andere Umstände einen erheblichen Anteil an der Rißanfälligkeit haben. Um die immer wieder im Schrifttum vorkommende Verwechslung von Spannungskorrosion und der Folgeerscheinungen des Kornerfalles zu vermeiden, müßte vorläufig wenigstens ein scharfer Trennungsstrich zwischen der interkristallinen Rißbildung in Aethylchloridlösung (= Spannungskorrosion) und derjenigen in Eisenchloridlösung (dem Kornerfall verwandt) gemacht werden. Nebenbei sei bemerkt, daß die interkristalline Abart der Spannungskorrosion im Betriebe höchst selten vorkommt; denn erstens gibt es nur sehr wenige Angriffsbedingungen, unter denen Spannungskorrosion überhaupt eintritt, und zweitens pflegt man es peinlichst zu vermeiden, den nichtrostenden Chrom-Nickel-Stahl im kornerfallsanfälligen Zustande zu verwenden.

Hans Joachim Rocha.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

(Patentblatt Nr. 31 vom 1. August 1940.)

Kl. 7 a, Gr. 7, Sch 116 659. Senkrecht gestelltes Stauchgerüst, insbesondere für kontinuierliche Walzwerke. Erf.: Eduard Schramm. Düsseldorf. Anm.: Schloemann, A.-G., Düsseldorf.

Kl. 7 a, Gr. 17/01, B 177 925. Vorrichtung zur Herbeiführung des schrittweisen Vorschubes in Pilgerwalzwerken. „Kronprinz“, A.-G. für Metallindustrie, Solingen-Ohligs.

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

Kl. 7 a, Gr. 26/02, D 74 990; Zus. z. Pat. 674 904. Auflaufgang für die Kühlbetten von Walzwerken. Erf.: Franz Zabel, Mülheim (Ruhr)-Speldorf. Anm.: Demag, A.-G., Duisburg.

Kl. 18 b, Gr. 2, T 50 093. Verfahren zum Entschwefeln und Reinigen von Eisenbädern. Erf.: Eduard Schiegries, Wolfenbüttel über Braunschweig. Anm.: August-Thyssen-Hütte, A.-G., Duisburg-Hamborn.

Kl. 18 b, Gr. 9/50, D 77 442. Hubbalken-Durchlaufglühofen mit Ein- und Ausgangsschleusen. Dipl.-Ing. Wilhelm Doderer, Essen.

Kl. 24 b, Gr. 8/01, A 75 874. Oelbrenner mit einem die Brennermischdüse umgebenden Ringdüsenkörper. Karl Apelt, Wuppertal-Barmen.

Kl. 24 c, Gr. 2, R 97 078. Einrichtung zur fortlaufenden Ueberwachung des Mengenverhältnisses von Gas und Luft bei Feuerungsanlagen. Askania-Werke, A.-G., Berlin-Friedenau.

Kl. 24 e, Gr. 11/03, B 180 167. Gaserzeuger mit einem runden Rost und einem dicht oberhalb des Rostes angeordneten Rührbalken. Erf.: Charles W. Andrews, Chicago (V. St. A.). Anm.: H. A. Brassert & Co., Illinois (V. St. A.).

Kl. 31 c, Gr. 10/01, K 152 940. Gußeiserne Kokillen. Fried. Krupp A.-G., Essen.

Kl. 31 c, Gr. 10/04, T 52 591. Vorrichtung zum gefahrlosen Zusammensetzen von auszumauernden Gießtrichterhälften. Erf.: Franz Sandig, Duisburg-Alsum. Anm.: August Thyssen, A.-G., Duisburg-Hamborn.

Kl. 42 k, Gr. 25, V 35 217. Verfahren zur Bestimmung der Biegefähigkeit von Blechen. Erf.: Hans Güth, Westerfeld über Hannover. Anm.: Vereinigte Leichtmetallwerke, G. m. b. H., Hannover-Linden.

Kl. 47 a, Gr. 2, H 159 955; Zus. z. Pat. 660 596. Schnell herstellbare und leicht lösbare Stumpfnahtrichtung für Feinbleche. Erf.: Franz Hüber, Warnemünde. Anm.: Dr.-Ing. E. h. Dr. phil. h. c. Ernst Heinkel, Warnemünde.

Kl. 48 b, Gr. 6, K 151 629. Verfahren zum Feuerverzinken von Gegenständen aus Eisen oder Stahl. Erf.: Dr.-Ing. Wilhelm Püngel und Dr. Robert Stenkhoff, Dortmund. Anm.: Kohle- und Eisenforschung, G. m. b. H., Düsseldorf.

Kl. 48 b, Gr. 11/04, K 145 668. Herstellung von Gegenständen mit korrosionsfester Oberfläche, die gegen Kalt- oder Warmverformung widerstandsfähig sein müssen. Erf.: Dr. phil. Gottfried Becker, Buderich b. Neuß, Dr.-Ing. Karl Daevies und Dr. phil. Fritz Steinberg, Düsseldorf. Anm.: Kohle- und Eisenforschung, G. m. b. H., Düsseldorf.

Kl. 49 h, Gr. 34/01, B 183 874. Verfahren zum Verschweißen dünnwandiger Rohre. Erf.: Dipl.-Ing. Konradin Keller, München-Lochham. Anm.: Bayerische Motoren-Werke, A.-G., München.

Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 31 vom 1. August 1940.)

Kl. 18 c, Nr. 1 489 415. Warmbehandlungsöfen. Ruß-Elektroöfen, K.-G., Köln.

Kl. 18 c, Nr. 1 489 421. Schlitzbrenner zum Oberflächenerhitzen von Werkstücken. Deutsche Edelstahlwerke, A.-G., Krefeld.

Kl. 31 a, Nr. 1 489 509. Niederfrequenz-Induktionsofen. Siemens & Halske, A.-G., Berlin-Siemensstadt.

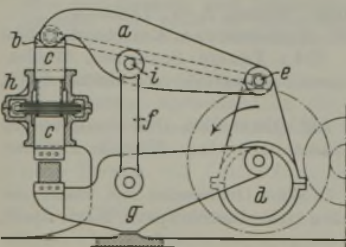
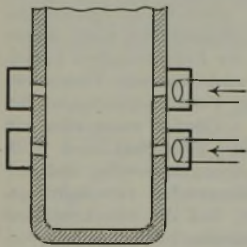
Deutsche Reichspatente.

Kl. 31 a, Gr. 1₀₁, Nr. 688 094, vom 28. Juli 1936; ausgegeben am 12. Februar 1940. Französische Priorität vom 30. Juli 1935. Henry Victor Jean Gernelle und Helene Marie Octavie Gernelle in Reims (Frankreich). *Verfahren zum ununterbrochenen Schmelzen von Eisen.*

Eine Schmelzvorrichtung wird verwendet, bei der durch zwei übereinanderliegende Düsenreihen mit getrennter Luftzufuhr zwei übereinanderliegende Verbrennungszonen im Innern der Vorrichtung gebildet werden. Durch Regeln von Luftmenge und Druck für jede Düsenreihe gesondert sowie durch entsprechende Wahl des Abstandes der Düsenreihen voneinander wird die Gasgeschwindigkeit und die Aufenthaltsdauer der Gase zwischen den beiden Verbrennungszonen derart beeinflußt, daß in der unteren Zone lediglich die Verbrennung des Kohlenstoffs zu Kohlenoxyd erfolgt, während in der oberen Zone der Kohlenstoff und das Kohlenoxyd möglichst vollständig zu Kohlendioxyd verbrennt.

Kl. 49 c, Gr. 10₀₁, Nr. 688 099, vom 8. Mai 1937; ausgegeben am 12. Februar 1940. Gerhard Müller in Köln-Mauenheim. *Von unten nach oben schneidende Schere für Knüppel od. dgl.*

Bei größtem Walzgutquerschnitt liegt der Hebel a auf der Druckfläche b des Obermesserschlittens c auf. Die Kraftereinwirkung durch das Exzenter d wird über Drehpunkt e auf den Hebel a übertragen, der als einarmiger Hebel wirkt, die Zugstange f und damit den Untermesserhebel g hochzieht, wodurch der Schnitt ausgeführt wird. Wenn der Hub des Schlittens c von Hand oder



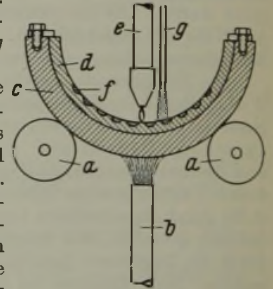
durch Motorantrieb in der Führung h nach unten für kleinere Querschnitte vermindert wird, so entfernt sich Fläche b vom freien Ende des Hebels a. Bewegt sich Exzenter d, so wirkt unter Abstützung auf den Drehpunkt i der Stange f der Hebel a als zweiarmiger Hebel, der sich so lange dreht, bis sein freies Ende die Fläche b berührt. Durch weitere Exzenterbewegung wirkt Hebel a wieder als einarmiger Hebel und zieht wie anfangs angegeben mit Stange f auch den Untermesserhebel g hoch. Hierdurch wird die Anpassung an das zu schneidende Walzgut erreicht.

Kl. 31 c, Gr. 3, Nr. 688 177, vom 19. Mai 1938; ausgegeben am 14. Februar 1940. Zusatz zum Patent 684 008 [vgl. Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 275]. Kohle- und Eisenforschung, G. m. b. H., in Düsseldorf. (Erfinder: Dr.-Ing. Karl Daevies in Düsseldorf, Georg Kowarsch in Düsseldorf-Lohausen, Dr. phil. Wilhelm Mühlendyck in Dortmund, Dipl.-Ing. Hans Schlumberger in Wanne-Eickel und Dipl.-Ing. Georg Speckhardt in Dortmund.) *Anstrich- und Spritzmittel für Stahlwerkskokillen.*

Das flüssige geschmolzene Gut wird, gegebenenfalls unter Zusatz kleiner Mengen an Lösungsmitteln, heiß in Wasser eingetragen, das einige Prozent an Alkalien enthält.

Kl. 18 c, Gr. 1₂₂, Nr. 688 246, vom 30. April 1936; ausgegeben am 15. Februar 1940. I.-G. Farbenindustrie, A.-G., in Frankfurt a. M. (Erfinder: Dipl.-Ing. Erich Zorn in Frankfurt a. M.-Griesheim.) *Verfahren und Vorrichtung zum Härten von Lagerschalen.*

In die auf Rollen a drehbare und durch Wasserspritzrohr b kühlabare Form c wird Schale d, z. B. aus Eisenlegierungen, eingelegt und durch Schrauben usw. gefestigt. Auf der Tragfläche der Schale werden mit dem Schweißbrenner e Streifen f gleichlaufend oder unter einem beliebigen Winkel zur Längsachse laufend erhitzt und unmittelbar darauffolgend derart durch Rohr g abgeschreckt, daß neben und zwischen den harten Streifen der weiche Grundstoff der Lagerschale erhalten bleibt.



Kl. 48 a, Gr. 14, Nr. 688 274, vom 1. April 1938; ausgegeben am 16. Februar 1940. Th. Goldschmidt A.-G. in Essen. (Erfinder: Dr. Herbert Hentschel in Ammendorf, Saalkr., und Dr. Wilhelm Sander in Essen.) *Verfahren zum Aufbringen von metallischen Ueberzügen aus Nichtisenmetallen auf Gußeisen, besonders gußeiserne Lagerschalen.*

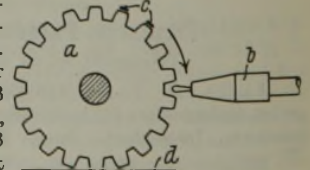
Man setzt den gußeisernen Körper nach einer Vorreinigung durch Behandeln mit Salzsäure oder einem anderen Beizmittel oder durch kathodische Vorbehandlung in den Eisenelektrolyten stromlos ein, bringt die Elektrolyse in Gang und schlägt die Elektrolyteisenschicht auf den Gußkörper fest nieder.

Kl. 18 d, Gr. 2₂₀, Nr. 688 289, vom 1. Januar 1935; ausgegeben am 16. Februar 1940. Dortmund-Hoerder Hüttenverein A.-G. in Dortmund. (Erfinder: Dr.-Ing. Herbert Buchholz in Dortmund-Kirchhörde.) *Geschmiedete, vollkernige, umlaufende Maschinenteile mit großen Querschnitten, die im Innern zur Aufnahme großer Fliehkräfte eine hohe Streckgrenze und Zähigkeit aufweisen müssen, z. B. Induktorenwellen, Rotorkörper, Turbinenläufer u. dgl.*

Als Werkstoff für diese Teile wird eine Stahlliegierung mit 0,05 bis 0,2% C, über 2,0 bis 4,5% Cr, 0,15 bis 1,5% Mo, Rest Eisen verwendet. Molybdän kann durch einen etwa zweifachen Betrag an Wolfram ganz oder teilweise ersetzt werden; außerdem kann sie ferner noch bis 3% Ni oder bis 3% Cu oder bis 3% Ni + Cu enthalten und auch noch 0,1 bis 0,65% V.

Kl. 18 c, Gr. 2₃₄, Nr. 688 325, vom 27. September 1934; ausgegeben am 17. Februar 1940. I.-G. Farbenindustrie A.-G. in Frankfurt a. Main. (Erfinder: Dr.-Ing. Hermann Holler in Frankfurt a. M.-Griesheim.) *Verfahren zum Härten von Zahnrädern mittels der Autogenflamme.*

Rad a wird an dem Brenner b, der so ausgestaltet wird, daß er die ganze Zahnbreite bestreicht, mit geeigneter möglichst groß zu bemessender Geschwindigkeit vorbeigedreht. Um eine Ueberhitzung der Zahnkopfflächen zu verhindern, können sie mit einer schlecht wärmeleitenden Paste c od. dgl. bedeckt werden oder eine Kühlflüssigkeit d durchlaufen. Die erhitzten Zähne werden dann entweder durch eine auf die Stirnfläche gerichtete Brause oder aber auch von der Seite abgeschreckt.



Statistisches.

Die Roheisen- und Stahlerzeugung der Vereinigten Staaten im Mai und Juni 1940.

Die Roheisenerzeugung der Vereinigten Staaten belief sich im Mai auf 3 172 767 t; gegenüber dem März mit 2 966 935 t bedeutet das eine Zunahme um rd. 7 %. Die tägliche Erzeugung war mit 112 817 t um rd. 18 % höher als im Vormonat (95 707 t). Die Zahl der unter Feuer stehenden Hochöfen stieg auf 170 (April 155). Die Gewinnung an Stahlblöcken lag im Mai nach den Ermittlungen des American Iron and Steel Institute um mehr als 20 % über der im April. Erzeugt wurden im ersten Halbjahr 1940:

1940	Stahlblöcke insgesamt	Davon		Wöchentliche Erzeugung	% der Leistungs- fähigkeit
		Siemens- Martin- Bohlblöcke	Bessemer- t		
Januar . . .	5 130 502	4 871 302	259 200	1 158 127	84,11
Februar . . .	3 999 877	3 813 423	186 454	966 153	70,16
März	3 868 986	3 695 203	173 783	873 360	63,42
April	3 605 853	3 445 882	159 971	840 525	61,04
Mai	4 392 120	4 157 420	234 700	991 449	72,0
Juni	5 019 456	4 743 322	276 134	1 170 037	84,97
Zusammen					
1. Halbjahr 1940	26 016 794	24 726 552	1 290 242	1 000 261	72,64
1. Halbjahr 1939	19 013 754	17 394 866	1 118 838	734 973	59,98

In den folgenden Monaten hat die Roheisen- und Stahlerzeugung weiter erheblich zugenommen. Das vorläufige Juni-ergebnis in Roheisen belief sich auf rd. 3 677 000 t. Die Juni-erzeugung in Rohstahl lag um 627 336 t = 14,3 % höher als im Vormonat. Gegenüber dem Juni 1939 betrug die Zunahme 57 %. Die gesamte Rohstahlerzeugung des ersten Halbjahrs 1940 erreicht damit rd. 26 000 000 t gegen rd. 19 000 000 t im ersten Halbjahr 1939, was einer Erhöhung um 20 % entspricht. Im Juli 1940 stieg sie dann weiter auf rd. 5 077 000 t. Für den laufenden Monat August dürfte sich die Eisenerzeugung auf der erreichten Höhe halten, ja vielleicht noch weiter steigen, da die Beschäftigung der Werke noch etwas stärker ist als im Juli. In der Tat betrug denn auch die Ausnutzung der Leistungsfähigkeit bei Rohstahl Anfang August 91 % gegen 90,4 % Ende Juli und 86,5 % Ende Juni. Als entscheidend für die Erzeugungszunahme werden weder die Aufträge aus England noch die Ausfuhrmengen überhaupt angesehen, sondern in der Hauptsache die großen Rüstungsaufträge der Vereinigten Staaten. Einer weiteren Steigerung der Eisenerzeugung sehen die Werke insofern mit gewissen Bedenken entgegen, als nach Ansicht der Sachverständigen eine Ausnutzungsquote von 90 % die Grenze der Wirtschaftlichkeit bildet, da veraltete und unwirtschaftlich arbeitende Betriebe in den Erzeugungsvorgang eingeschaltet werden müssen.

Die Ausfuhr ist im Juni stark gestiegen auf 601 668 t, während sie im Mai 476 761 t betragen hatte.

Wirtschaftliche Rundschau.

Jugoslawiens Kohlen- und Erzbergbau.

Jugoslawien verfügt am Südabhang der Karawanken, in Bosnien und im Morava- und Vardar-Banat über ausgedehnte und mächtige Kohlenlager, die der Hauptsache nach Braunkohle vorkommen sind. In geringerem Umfange sind auch Steinkohle und Lignit vorhanden, dagegen fehlt hochwertiger Anthrazit gänzlich. Schätzungsweise betragen die gesamten Kohlenvorräte etwa 5 Milliarden t. Gefördert werden durchschnittlich im Jahre 4 Mill. t Braunkohle, 1 Mill. t Lignit und 400 000 t Steinkohle. Da die Steinkohlenförderung den Inlandsbedarf nicht deckt, müssen beträchtliche Mengen Steinkohle und Anthrazit eingeführt werden. Im Jahre 1939 betrug die Kohlenförderung insgesamt 6 037 722 t; davon entfielen auf Braunkohle 4 290 868 t, auf Lignit 1 303 442 t und auf Steinkohle 443 412 t.

Groß ist auch der Erzreichtum des Landes, und zwar steht es unter den europäischen Ländern — abgesehen von Sowjetrußland — an erster Stelle in der Kupfer-, Blei- und Zinkerzförderung; weiterhin sind Mangan-, Chrom- und Antimonerze sowie Bauxit und Magnesit teilweise in bisher noch nicht erschlossenen Lagern vorhanden.

Kupfererze werden in Jugoslawien an verschiedenen Stellen gefunden. Das wichtigste Vorkommen ist das von Bor in Ostserbien (Morava-Banat) an der bulgarischen Grenze, das in einer Länge von 10 km, einer Breite von 2 km und einer Tiefe bis zu 30 m Erze mit einem Kupfergehalt von 5 bis 6 % führt. Es handelt sich in der Hauptsache um stockartige Massen von Kupfererz und Pyrit im propylitisierten Andesit. Das Bergwerk von Bor ist im Besitz der französischen Gesellschaft „Mines de Bor“. Gefördert werden jährlich 800 000 bis 900 000 t Kupfererze (1939: 987 000 t). Die Erze werden an Ort und Stelle aufbereitet und verhüttet. Die Rohkupfergewinnung beträgt rd. 40 000 t (1939: 41 658 t). Auf Betreiben des jugoslawischen Staates wurde in Bor 1938 eine Kupferelektrolyse errichtet, deren Jahresleistungsfähigkeit in einer bestimmten Zeit bis auf 20 000 t Elektrolytkupfer erweitert werden soll. 1939 wurden 12 363 t Kupfer erzeugt. Bor ist außerdem der größte Golderzeuger Jugoslawiens. Die Gesellschaft liefert jährlich rd. 2000 kg Gold an die Jugoslawische Nationalbank ab.

Die Förderung von Blei- und Zinkerzen betreiben vornehmlich englische Gesellschaften, die in dem „Selection Trust“ zusammengeschlossen sind. Die wichtigsten Vorkommen von Bleiglanz und Zinkblende, die in Südslawien fast stets zu-

sammen auftreten, finden sich im südöstlichen Montenegro und in den angrenzenden Gebieten Altserbiens, in den Bezirken Kosovska Mitrovica und Vutschitrn. Hier liegt das der „Trepča Mines Ltd.“ gehörende große Bergwerk „Trepča“, dessen gegenwärtig erschlossene Erzvorräte auf rd. 4 Mill. t veranschlagt werden. In diesen Lagerstätten treten neben Blei- und Zinkerzen auch Pyriterze auf. Wichtig sind noch die Erzvorkommen von Blaschewo (Bezirk Brus) mit dem Bergwerk



Kohlen- und Erzvorkommen in Jugoslawien.

Kopaonik und die von Mešica (Bezirk Prevalje, Drave-Banat); die letztgenannten weisen durchschnittlich 10,5 bis 11 % Blei und 1,7 % Zink sowie 3,5 Unzen Silber je t Roherz auf. Die Blei- und Zinkerzförderung hat in den letzten Jahren einen außerordentlich starken Aufschwung genommen; sie betrug 1939 rd. 776 000 t, wovon 80 % auf das Bergwerk „Trepča“ entfallen.

Die Erze werden zu Blei- und Zinkkonzentraten verarbeitet, nur ein geringer Teil zu Metall. Die Gesellschaft „Trepča“ entschloß sich auf Drängen des jugoslawischen Staates zur Errichtung je einer Blei- und Zinkhütte, jedoch sind die Anlagen noch nicht in Betrieb. Die Erzeugung von Bleikonzentrat betrug 1939 87 121 t, die von Zinkkonzentrat 56 099 t, die Bleigewinnung 10 651 t, die Zinkgewinnung 4894 t.

Chromerz kommt namentlich in Montenegro im Bezirk Srbica und in Südserbien in der Umgebung von Skoplje vor; die Erze enthalten durchschnittlich 25 bis 28 % Cr_2O_3 . Der Anfall von reichen Erzen bis 50 % Cr_2O_3 ist gering. Gefördert werden jährlich 40 000 bis 50 000 t (1939: 44 097 t Chromerz, 18 351 t Chromerzkonzentrate), die in der Hauptsache ausgeführt und nur zu einem geringen Teil im Inlande zur Herstellung von Ferrochrom (in Ruße bei Marburg) verwendet werden. Die bedeutendste Gesellschaft, die die Chromerze in der Umgebung von Skoplje ausbeutet, ist die „Allatini Mines Ltd.“

Manganerzvorkommen sind in Jugoslawien zwar vielerorts festgestellt, doch größere Lager reicher Erze nirgends erschlossen worden. Ausgebeutet wird gegenwärtig nur das ziemlich arme Vorkommen von Cevljanovici-Semizovac im Bezirk Sarajevo. Die Förderung betrug zuletzt 5000 t (Gesamtförderung Jugoslawiens 1939: 5696 t; im ersten Vierteljahr 1940 wurden 1635 t Manganerze gefördert. Weitere Manganerzvorkommen wurden in der letzten Zeit in Kičeva und bei Drače sowie bei Bužima erschlossen. Das letztgenannte Vorkommen wird von der „Jugostahl A.-G.“ ausgebeutet. Die im Lande geförderten Manganerze werden zum überwiegenden Teil von der Gesellschaft „La Dalmatienne“ in ihrem Werke bei Sibenik zu Ferromangan und Silikomangan verarbeitet.

Eine bedeutende Rolle in der Bergwirtschaft Jugoslawiens spielt sein Reichtum an Bauxit. In der Förderung steht Jugoslawien unter den europäischen Staaten an zweiter Stelle nach Frankreich. Die wichtigsten Vorkommen finden sich an der dalmatinischen Küste [Bezirke von Drniš, Sinj und Mostar mit den Ausfuhrhäfen Sibenik und Split (Spalato)] und auf den Adriainseln Krk, Rab usw. Weitere Lagerstätten sind in Bosnien und der Herzegowina und in Montenegro bekannt, schließlich noch in Slowenien, doch gibt es hier nur arme Lagerstätten von kleinerem Ausmaß. Am Bauxitbergbau sind deutsches und schweizerisches Kapital sowie ungarisches beteiligt. Der jugoslawische Bauxit ist von guter Beschaffenheit und enthält 48 bis 50 % Al_2O_3 , stellenweise sogar 60 % bei 0,5 bis 5 % SiO_2 und etwa 20 bis 30 % Fe_2O_3 . Seit dem Jahre 1937 ist ein einheimisches Aluminiumwerk in Betrieb, und zwar in Lozovac bei Sibenik. Die Jahreserzeugung betrug 1938 1200 t (im ersten Halbjahr 1939 798 t), sie soll aber in den nächsten Jahren beträchtlich gesteigert werden. An Bauxit wurden gefördert 1939: 314 439 t, 1938: 404 439 t. Der Rückgang der Förderung ist auf die englische Blockade zurückzuführen, die die Ausfuhr über See größtenteils lahmlegte.

In der Antimonerzförderung ist Jugoslawien heute in Europa führend. Die Förderung entstammt in erster Linie den Gruben der „Montania A. D.“ und „Lisanski Rudnice A. D.“ sowie in geringerem Maße von der „Podrinje Mines Ltd.“ Die Gruben der „Montania“ liegen bei Losenica an der Drina. Die Gesellschaft errichtete hier eine neuzeitliche Hüttenanlage (Wälzofen) mit einer Jahresleistungsfähigkeit bis zu 1200 t Antimonmetall. Die Gruben der Gesellschaft Lissa liegen bei Ivanjica. Die Erze werden hier ebenfalls an Ort und Stelle verhüttet und liefern hochwertiges Antimonmetall. Die Gruben der englisch-französischen Gesellschaft „Podrinje Mines“ liegen bei Krupanj im Drina-Becken. Die Gesellschaft hat 1938 ebenfalls eine Wälz-

anlage errichtet. Der Eigenbedarf Jugoslawiens an Antimon ist gering. Der größte Teil der Gewinnung wird ausgeführt, hauptsächlich nach Deutschland. 1939 wurden 16 961 t Antimonerze gefördert und 1511 t Antimonmetall gewonnen.

Die Eisenerzvorräte des Landes sind nicht so bedeutend, wie es häufig angegeben wird; insgesamt kann man sie auf 200 bis 400 Mill. t veranschlagen. Es ist zu erwarten, daß diese Zahl noch eine Verschiebung nach oben erfährt. Die bedeutendsten Eisenerzvorkommen sind die von Vareš und Ljubija in Bosnien. Es handelt sich teils um karbonatische, teils oxydische Eisenerze mit Eisengehalten zwischen 40 und 60 %, 1 bis 2 % Mn und 0,1 bis 0,3 % P; Vareš führt zum Teil erheblich Schwefel, etwa 0,1 bis 0,3 %. Nachgewiesen sind in Vareš bis jetzt etwa 25, nach anderen Sachverständigen 43 Mill. t. Erz. Der geologische Aufbau des Vorkommens läßt aber beträchtliche weitere Mengen vermuten; Untersuchungen der letzten Jahre deuten denn auch darauf hin, daß das Vorkommen erheblich größer ist (120 Mill. t), als oben angegeben, und daß es auch bessere, reinere Erze aufweist. Da der Siderit mit seinem Metallgehalt nach der unteren Grenze zu liegt und mengenmäßig vorherrschend ist, kann der Durchschnittsgehalt des Gesamtvorkommens zu etwa 40 % angenommen werden. Die Förderung aus diesem Vorkommen schwankt zwischen 150 000 und 180 000 t jährlich.

Das Vorkommen von Ljubija umfaßt nach den neuesten Untersuchungen etwa 30 Mill. t. Es ist ziemlich genau erforscht und dürfte auch nach oben hin keine wesentlichen Ueberraschungen mehr bringen. Das Erz ist reicher und reiner als das von Vareš; der Durchschnittsgehalt an Metall beträgt etwa 54 % (Fe + Mn). Das Erzlager von Ljubija gehört dem Karbon an; der Siderit geht in den oberen Schichten in Limonit über. Gefördert werden in Ljubija rd. 250 000 t jährlich. Infolge seiner Zusammensetzung eignet sich das Erz gut für die Ausfuhr; es wurden denn auch schon beträchtliche Mengen ausgeführt, besonders nach Ungarn, Deutschland, dem Protektorat und Rumänien. Die gesamte Eisenerzförderung Jugoslawiens betrug 1939 384 978 t (1937: 500 000 t).

Erwähnung verdienen schließlich noch die Eisenerze von Petrova Gora in Kroatien; gefördert werden hier etwa 30 000 t. Außer diesen Erzlagern finden sich in Bosnien, Kroatien und im übrigen Jugoslawien noch zahlreiche weitere Vorkommen, die aber — obwohl sie teilweise gute Erze enthalten — wegen ihres geringen Umfanges und ihrer frachtlich ungünstigen Lage ohne wesentliche Bedeutung sind.

Die Eisenerzvorkommen Jugoslawiens bilden durchaus eine Erzgrundlage für eine einheimische Eisenindustrie. Bis vor einigen Jahren konnte sich eine solche aus verschiedenen Gründen nicht entsprechend entwickeln. Der jugoslawische Staat ist jedoch bestrebt, diese Entwicklung vorwärtzutreiben, wie die Gründung der großen Gesellschaft „Jugostahl“ zeigt.

An größeren Eisenwerken sind vorhanden das staatliche Eisenwerk in Vareš, die Krainische Industrie-Gesellschaft in Abling (Jesenice) in Slowenien, das staatliche Eisenwerk in Zenica (Bosnien), das Georg Graf von Thurn'sche Stahlwerk Streiteben A.-G. in Gutenstein (Gustanj-Ravne) in Slowenien und das Werk Store in Slowenien. Hauptsächlicher Roheisenerzeuger ist das Eisenwerk Vareš. Außerdem wird Roheisen erzeugt in Abling, in Beslinac und im Eisenhüttenwerk Topusko in Topusko, dessen Aktienmehrheit die Krainische Industrie-Gesellschaft besitzt. Das jugoslawische Roheisen wird gänzlich zur Stahlerzeugung im Inlande verwendet. 110 000 bis 130 000 t. Da es jedoch zur inländischen Bedarfsdeckung nicht ausreicht, wird die fehlende Menge durch die Einfuhr von Alteisen oder durch den Anfall inländischen Alteisens gedeckt.

United States Steel Corporation. — Der Geschäftsbericht der Gesellschaft, der sich diesmal in wesentlich abweichender Form darbietet, führt in seinem Rückblick über das Jahr 1939 aus, daß Erzeugung und Absatz im Jahre 1939 über den Ergebnissen seit 1930 lagen mit Ausnahme der Jahre 1936 und 1937. Einzelheiten sind aus der *Zahlentafel 1* ersichtlich.

Die jährliche Leistungsfähigkeit des Konzerns in Roheisen stellte sich auf 20 827 000 t, in Flußstahlblöcken und Stahlguß auf 26 204 000 t sowie in Walz- und anderen Fertigerzeugnissen zum Verkauf auf 17 925 000 t. Gemessen an der Leistungsfähigkeit belief sich der Beschäftigungsstand bei Walz- und anderen Fertigerzeugnissen zum Verkauf im Jahresdurchschnitt auf 60,7 % gegen 36,2 % im Jahre 1938.

Zu Jahresbeginn lag der Absatz etwas über dem in den letzten Monaten 1938 erreichten Stand; obwohl er dann allmählich

etwas zurückging, übertraf das Ergebnis für das erste Halbjahr 1939 doch das für die gleiche Zeit des Vorjahres. In der zweiten Jahreshälfte hob sich der Absatz dann scharf und erreichte im Dezember mit 1 309 680 t seinen Höchststand.

Der höhere Beschäftigungsgrad hatte bessere geldliche Ergebnisse zur Folge, wenn auch nicht in dem Maße, wie dies 1936, einem Jahr mit vergleichbaren Erzeugungszahlen, der Fall war. Das ist in der Hauptsache darauf zurückzuführen, daß ein beträchtlicher Teil der Gesamtherstellung auf Erzeugnisse entfiel, für die nur ein geringer Preis erzielt werden konnte. Die Gesellschaft war bestrebt, die Preise zu senken (oder bessere Erzeugnisse zum gleichen Preise zu liefern) und die Löhne zu erhöhen, da Ersparnisse durch Fortschritte in den Herstellungsverfahren erzielt wurden; aber Kosten, auf welche die Gesellschaft keinen Einfluß hat, stiegen schneller an als die durch die technischen

Zahlentafel 1.
Erzeugung der United States Steel Corporation.

	1938 (in t zu 1000 kg)	1939	Zunahme %
Eisenerzförderung	11 065 412	21 872 489	98
Kohlenförderung	12 557 215	19 617 142	56
Koksgerinnung	6 355 749	10 969 568	73
Kalksteingewinnung usw.	7 092 446	11 659 675	64
Roheisen, Spiegeleisen, Eisenlegierungen	6 923 716	12 388 468	79
Flußstahlblöcke	9 548 331	15 990 013	67
Walz- und andere Fertigzeugnisse	6 555 952	10 883 507	66
Inlandsabsatz und Anfuhr: Gewalzter Stahl und andere Fertigzeugnisse	6 636 627	10 620 818	60
Roheisen, Stahlblöcke, Eisenlegierungen und Schrott	647 487	708 227	9
Kalkstein, Kohle, Koks und Eisenerz	2 919 126	2 996 218	3
Insgesamt	10 203 240	15 325 263	50
Wert des In- und Auslandsabsatzes (ohne Verkäufe innerhalb des Trustes)	\$	\$	
	560 508 303	801 039 242	43
Wert des Gesamtumsatzes	632 533 383	904 151 897	43

Zahlentafel 2.

	Gewinn (+) bzw. Verlust (—) Mill. \$	Dividenden Mill. \$	Beschäftigungsstand in %	Beschäftigtenzahl
1929	+ 197,6	89 07	89,2	224 980
1932	— 71,18	20,72	18,3	158 032
1933	— 36,50	7,21	29,0	172 577
1934	— 21,67	7,21	31,1	189 881
1935	+ 1,15	7,21	38,8	194 820
1936	+ 50,58	50,44	59,3	222 372
1937	+ 94,94	67,25	71,2	261 293
1938	— 7,72	25,22	36,2	202 108
1939	+ 41,12	25,22	60,7	223 844

Verbesserungen erzielten Gewinne ohne entsprechende Preiserhöhung.

Die Zahl der Arbeiter und Angestellten stieg von 202 408 im Jahre 1938 auf 223 844 im Berichtsjahre = 10,7%. Gleichzeitig nahmen die Aufwendungen für Löhne und Gehälter von 282 209 332 \$ auf 368 577 711 \$ zu = 30%. Der Durchschnittslohn je Arbeiter und Stunde blieb mit 90,2 c gegen 89,7 c praktisch unverändert. Der Abschluß weist einen Reingewinn von 41 119 934 \$ auf gegenüber einem Verlust von 7 717 454 \$ im Jahre 1938. Die nach Zahlung einer Dividende von 25 219 677 \$

(wie im Vorjahre) verbleibende Summe von 15 900 257 \$ wurde der Rücklage überwiesen. Auf die Stammaktien wurden keine Dividenden gezahlt. Einzelheiten über die Ergebnisse der letzten Jahre enthält die Zusammenstellung in *Zahlentafel 2*.

Für Neuanlagen, Werkerweiterungen und Betriebsverbesserungen wurden im abgelaufenen Jahre 26 060 987 \$ aufgewendet gegen 70 782 544 im Vorjahre. In der Bilanz wird der Wert der gesamten Anlagen mit 1122 Mill. \$ angegeben (1938: 1175 Mill. \$).

Beschlagnahme von Baueisen. — Der Reichsbeauftragte für Eisen und Stahl veröffentlicht eine zweite Durchführungsanordnung¹⁾, in der es u. a. heißt: Eisen- und Stahlhändler haben mit Wirkung vom 1. August 1940 nach Erhalt eines mit einer GB-Bau-Kontrollnummer erteilten Auftrages auf Lieferung von Formstahl, Breitflanschträgern, Moniereisen, Betonsonderstählen durch unverzügliche Anfrage unter Angabe der Kontrollnummern bei der für ihren Bezirk zuständigen Obersten Bauleitung der Reichsautobahnen festzustellen, ob das bestellte Material den gemäß der Anordnung vom 23. Mai beschlagnahmten Beständen entnommen werden kann. Aufträge auf Lieferung des genannten Materials an die Werke bzw. Verkaufsverbände der eisenschaffenden Industrie sind erst zulässig, wenn durch eine Bescheinigung der zuständigen Obersten Bauleitung nachgewiesen ist, daß das bestellte Material nicht den beschlagnahmten Beständen entnommen werden kann. Die Obersten Bauleitungen der Reichsautobahnen sind verpflichtet, innerhalb 14 Tagen nach Zugang der Anfragen entweder das erforderliche Material bereitzustellen oder aber mitzuteilen, daß das Material nicht aus den beschlagnahmten Beständen entnommen werden kann.

Die Werke bzw. Verkaufsverbände der eisenschaffenden Industrie dürfen nach dem 1. August erteilte Aufträge des Eisen- und Stahlhandels auf Lieferung der Waren nur verbuchen, wenn der Bestellung eine Erklärung der für den Ort der Niederlassung des Eisen- und Stahlhändlers zuständigen obersten Bauleitung der Reichsautobahnen beigelegt ist, daß das bestellte Material nicht aus den beschlagnahmten Beständen entnommen werden kann. Der Eisen- und Stahlhandel ist verpflichtet, die zugewiesenen Materialien gemäß den Preisbestimmungen der 1. Durchführungsanordnung vom 15. Juni zu übernehmen. Der Eisen- und Stahlhandel ist berechtigt, vom Verbraucher für die übernommenen Mengen die jeweils geltenden Lagerpreise zu fordern. Die Anordnung gilt auch in den eingegliederten Ostgebieten.

¹⁾ Reichsanzeiger Nr. 177 vom 31. Juli 1940; vgl. Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 468 und 493.

Buchbesprechungen.

Diesel, Eugen: Das Phänomen der Technik. Zeugnisse, Deutung und Wirklichkeit. 2., durchgesehene Aufl. (Mit Abb. auf Beil.) In Gemeinschaft verlegt von Philipp Reclam jun., Verlag, Leipzig, [und dem] VDI-Verlag, Berlin, (1940). (259 S.) 8°. 6 *R.M.*, geb. 7,50 *R.M.*; für Mitglieder des Vereines deutscher Ingenieure 5,40 *R.M.*, geb. 6,75 *R.M.*

Rudolf Diesels (des Vaters des Verfassers) Lebensfreude und Lebenstragik waren ein Kampf für den technischen Gedanken und ein Kampf mit ihm. In dem Buch, das sein Sohn geschrieben hat, spiegelt sich der stolze Bau dieser Technik wider. Ursprünglich sollte es nur eine Sammlung der Äußerungen großer Persönlichkeiten über das Wesen der Technik sein, aber das Buch wuchs über die Ordnung dieser Sammlung und den verbindenden Text hinaus zu einer Art Philosophie der Technik. Vielleicht ist es die beste Lösung der Aufgabe, ein Buch über die „Philosophie der Technik“ zu schreiben, daß man diesen Ausdruck überhaupt vermeidet. Die strenge Sachlichkeit der Technik und die Entrücktheit der Philosophie sind nur durch die schmale Brücke der Phantasie verbunden, hier schöpferisch planend, dort erdenfern im unendlichen Raum sich tummelnd. Die Schrift ist zugleich ein Buch geworden, das das Wesen des Ingenieurs in seinen Grundzügen festlegen will. Die Geschichte der Technik steigt in buntem Wechsel der Persönlichkeiten und ihrer Werke auf und gibt in neuer Darstellungsform dem Leser Unterhaltung und Anregung. Kurt Rummel.

Abeggs Handbuch der Anorganischen Chemie in vier Bänden. Unter Mitwirkung von Prof. Dr. E. Abel, Wien [u. a.]. Leipzig: S. Hirzel. 8°.

Bd. 4, Abt. 3, T. 4. Die Elemente der achten Gruppe des periodischen Systems. **Nickel und seine Verbindungen.** Bearb. von R. Burian [u. a.]. Lfg. 2, Schluß des vierten Teiles. (Mit Fig. 248 bis 524 im Text.) 1939. (S. XIX/XXIV u. S. 829/1139.) 78 *R.M.*

Der vor etwa drei Jahren erschienenen ersten Lieferung des Teiles Nickel und seiner Verbindungen¹⁾ ist nunmehr die zweite Lieferung gefolgt, die jenen Abschnitt abschließt. In ihm werden die Legierungen und Verbindungen des Nickels mit den Metalloiden der 1. bis 6. Gruppe des periodischen Systems sowie die Legierungen und Verbindungen von Nickel mit Metallen besprochen. In einem besonderen Abschnitt wird in Abänderung des sonstigen Aufbaues des Handbuches der Magnetismus der Nickellegierungen im Zusammenhang behandelt, wodurch dieses Gebiet sehr an Uebersichtlichkeit der Darstellung gewinnt. Auch bei dieser Lieferung, in der eine große Zahl technisch wichtiger Legierungen behandelt werden, ist die klare und knappe Darstellung des umfangreichen Stoffes hervorzuheben.

Gustav Thanheiser.

Wiegand, H., Dr.-Ing. habil., Obergeringieur, Falkensee, und Ing. **B. Haas,** Berlin: **Berechnung und Gestaltung von Schraubenverbindungen.** Mit 71 Abb. Berlin: Julius Springer 1940. (2 Bl., 68 S.) 8°. 4,80 *R.M.*

(Konstruktionsbücher. Hrsg. Professor Dr.-Ing. E.-A. Cornelius, Berlin. Nr. 5.)

In neuerer Zeit wurde durch eine Reihe von Untersuchungen die Kenntnis von der Beanspruchung von Schraubenverbindungen vertieft und erweitert, und damit wurden Grundlagen für ihre zweckmäßige Gestaltung und Herstellung zur Erhöhung der Haltbarkeit geschaffen. In dankenswerter Weise haben die Verfasser in vorliegendem Buche die für die Praxis so wichtigen Ergebnisse dieser Untersuchungen zusammengefaßt und durch eigene Untersuchungen ergänzt. Zunächst werden die Kräfte, Lastverteilung und Spannungen von Schraubenverbindungen unter Berücksichtigung der Vorspannung und der zusätzlichen Beanspruchung eingehend behandelt. Insbesondere wird auf die für die Haltbarkeit so nachteiligen Spannungsspitzen infolge der

¹⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 1394.

ungleichmäßigen Belastung des tragenden Gewindeteiles und der Querschnittsänderungen im Schraubenschaft und am Schraubenkopf hingewiesen und werden Mittel zur Verringerung dieser Spannungsspitzen angegeben. Weiterhin werden die mannigfachen Umstände, die die Haltbarkeit von Schraubenverbindungen beeinflussen, wie z. B. Gestaltung und Oberflächenbehandlung des Werkstoffes, beschrieben. Dann folgt ein Abschnitt über Korrosion und Korrosionsschutz von Schraubenverbindungen, und schließlich wird eine den tatsächlichen Verhältnissen angepaßte Berechnung von Schraubenverbindungen für verschiedene Belastungsarten durchgeführt. Die zahlreichen guten Abbildungen und Schaubilder erleichtern das Verständnis des Textes, und ein ausführliches Schriftumsverzeichnis ermöglicht eine weitere Vertiefung in den behandelten Gegenstand. Konstrukteuren und Betriebsingenieuren kann das Studium des Buches sehr empfohlen werden; denn mancher folgenschwere Bruch von Schraubenverbindungen kann durch Beachtung seines Inhaltes vermieden werden.

Ludwig Maduschka.

Kretschmer, Fritz, Dr.-Ing.: Taschenbuch der Durchflußmessung mit Blenden. Für Betriebsleute und Werkswärmestellen gemeinverständlich dargestellt. (Mit 20 Taf. im Text und 1 Tafelteil.) Berlin: VDI-Verlag, G. m. b. H., 1940. (IV, 47 S.) 16°. 1,25 *RM.*, für Mitglieder des Vereines deutscher Ingenieure 1,10 *RM.*

Das Büchlein enthält auf engstem Raum (in kleinem Format) und in übersichtlicher Darstellung alle wichtigen Rechnungsunterlagen für die Mengemessung mit Blenden. Es dürfte sich unter den Meß- und Wärmeingenieuren viele Freunde erwerben.

Gustav Neumann.

Koller, Siegfried, Dr. phil. habil. Dr. med., Vorstand der Statistischen Abteilung des Kerckhoff-Forschungs-Instituts, Bad Nauheim, Dozent an der Universität Gießen: **Graphische Tafeln zur Beurteilung statistischer Zahlen.** Mit 6 Abb. und 15 Taf. (darunter 4 Bildtaf. in Lichtdruck). Dresden: Theodor Steinkopff 1940. (4 Bl., 73 S.) 4°. Geb. 10 *RM.*

Der Verfasser stellt für eine Reihe von Fragen auf dem Gebiete der Großzahl-Forschung (Beurteilung von Häufigkeitswerten

in bezug auf die Grundwahrscheinlichkeit, Vergleich verschiedener Häufigkeitsreihen usw.) Lösungen in Form von Ablesetafeln auf. Da die Voraussetzung zur Anwendung dieser Tafeln das Vorliegen von einheitlichen Kollektiven, d. h. von Eigenschaftswerten in Gauß'scher Verteilung, ist, beschränkt sich die Verwendbarkeit auf derartige Fälle. Von diesem Gesichtspunkte betrachtet, wird der Praktiker nach wie vor den größten Wert darauf legen, zunächst festzustellen, ob eine Normalverteilung oder ein Mischkollektiv vorliegt. Liegt — wie das in der Technik fast immer der Fall ist — ein Mischkollektiv vor, dann ist für den, der praktische Großzahl-Forschung treibt, die Behandlung einer Eigenschaft, wie z. B. des Ausfallprozentsatzes, vor allem durch Feststellung der Beteiligung und Beeinflussung der einzelnen Teilkollektive gegeben. Die Betrachtung und nötigenfalls die Vermeidung von Entstehungsbedingungen der Teilkollektive mit unerwünschten Eigenschaften führt erst zur Herausziehung von Gegenständen mit besonderem Wert.

Prüft man die von Koller aufgeführten Beispiele auf das Vorhandensein von Normalverteilungen, so findet man, daß z. B. die aufgeführten Verteilungen der Zerreißeigenschaftenwerte zweier Stähle Mischkollektive darstellen. In diesem Falle verliert aber die von Koller durchgeführte Beurteilung des Zusammenhangs von Meßwerten mit den Erwartungswerten an Bedeutung. Es wird daher der Praktiker auf dem Gebiete der Großzahl-Forschung von den Tafeln nur in Sonderfällen nutzbringende Anwendung machen können. Nur wenn der Nachweis der Kollektiveinheitlichkeit geführt ist, was zweckmäßig an Hand des Häufigkeits- bzw. Wahrscheinlichkeitspapiers geschieht, kann man sich z. B. über die Wahrscheinlichkeit des richtigen Treffergebnisses bei einer Prüfung beschränkter Probenzahlen bequem zahlenmäßig unterrichten.

Das Buch enthält außer den mit großem Fleiß und Sorgfalt aufgestellten Tafeln zur Beurteilung von Häufigkeitsziffern einige Nomogramme zum Ablesen von Ergebnissen der auch beim Rechenschieber gebräuchlichen Rechnungsarten.

Karl-Friedrich Mewes.

Vereins-Nachrichten.

Verein Deutscher Eisenhüttenleute.

Änderungen in der Mitgliederliste.

- Adolph, Alfred,** Oberingenieur a. D., Dillingen (Saar), Hindenburgallee 16. 00 001
- Agthe, Johann,** Dipl.-Ing., Reichswerke A.-G. für Erzbergbau u. Eisenhütten „Hermann Göring“, Forschungsabt., Watenstedt über Braunschweig. 20 003
- Almqvist, Harald,** Ingenieur, Stockholm-Äppelviken (Schweden), Grävlingssvägen 36. 10 003
- Berndt, Alfred,** Oberingenieur, Prokurist, Schiess A.-G., Düsseldorf 1, Kölner Str. 114; Wohnung: Graf-Recke-Str. 7. 25 005
- Branscheid, Werner,** Dipl.-Ing., Betriebsdirektor, Teplitz-Schönau (Sudetenland), Neubadallee 14. 34 026
- Brinkmann, Günter,** Dr.-Ing., Fried. Krupp A.-G. Friedrich-Alfred-Hütte, Rheinhausen; Wohnung: Rheinhausen-Hochemmerich, Krefelder Str. 49. 36 053
- Damoiseau, Heinrich,** Dipl.-Ing., Röchling'sche Eisen- u. Stahlwerke G. m. b. H., Völklingen (Saar); Wohnung: Buß (Saar), Horst-Wessel-Platz. 34 040
- Falkenbach, Walter,** Dipl.-Ing., techn. Direktor u. Vorstandsmitglied der Schoeller-Bleckmann Stahlwerke A.-G., Ternitz (Niederdonau). 36 100
- Koppers, Hans Heinrich,** Dr.-Ing., Kettwig, Fichteneck. 33 070
- Legat, Hans,** Dr. mont., Dipl.-Ing., Oberingenieur, Simmeringer Maschinen- u. Waggonbau A.-G., Wien 11; Wohnung: Leobersdorf (Niederdonau). 36 249
- Löffler, Karl Leo,** Dr. mont., Oberingenieur, Schoeller-Bleckmann Stahlwerke A.-G., Mürrzuschlag (Steiermark); Wohnung: Grazer Str. 34. 23 109
- Passler, Josef,** Ing., Abteilungsleiter, Steirische Gußstahlwerke A.-G., Wien 1, Schreyvogelgasse 2; Wohnung: Wien III/40, Blütengasse 9/II—12 a. 29 147
- Paul, Hans,** Dipl.-Ing., Direktor, Maschinenfabrik Gustav Stroh, Werk II, Weischlitz (Vogtl.); Wohnung: Oberweischlitz 26 B. 30 114
- Sabaß, Maximilian,** Dipl.-Ing., Generaldirektor, z. Zt. Sosnowitz (Oberschles.), Breslauer Str. 1. 18 093
- Schürmann, Paul,** Dipl.-Ing., Hochofenchef, A.-G. der Dillingen Hüttenwerke, Dillingen (Saar); Wohnung: Uferstr. 15. 27 260
- Siegers, Max,** Dipl.-Ing., Direktor a. D., Essen, Kaupenstr. 60, I. 01 034

- Weisdörfer, Heinrich,** Dipl.-Ing., A.-G. der Dillingen Hüttenwerke, Dillingen (Saar); Wohnung: Blumenstr. 58. 12 117
- Wirth, Frederik August,** Dr. rer. pol., Maschinen- u. Bohrgerätekfabrik Alfred Wirth & Co. K.-G., Büro Wien, Wien 1/6, Opernring 3. 36 468
- Wurm, Josef,** Oberingenieur, Reichswerke A.-G. für Erzbergbau u. Eisenhütten „Hermann Göring“, Hütte Braunschweig, Abt. Maschinenbetrieb Stahl- u. Walzwerke, Watenstedt über Braunschweig; Wohnung: Braunschweig, Gutenbergstr. 4. 34 240
- Zimmer, Herbert,** Dipl.-Ing., Regierungsbaurat, Gruppenleiter der Rohstoffstelle des Oberkommandos des Heeres, Berlin-Charlottenburg 2; Wohnung: Berlin-Lichterfelde-West, Pestalozzistraße 2 a. 26 126
- Zutter, Peter,** Oberingenieur, Dinglerwerke A.-G., Zweibrücken; Wohnung: Steinhauser Str. 15. 12 122

Gestorben:

- Frankenberg u. Ludwigsdorf, Albrecht v.,** Dipl.-Ing., Hütten- direktor, Mülheim (Ruhr). * 9. 4. 1900, † 3. 8. 1940.
- Nottmeyer, Hermann,** Hüttendirektor a. D., Bad Oeynhausen. * 7. 8. 1860, † 6. 8. 1940.
- Winkhaus, Ernst,** Hagen (Westf.). * 14. 1. 1855, † 31. 7. 1940.

Neue Mitglieder.

A. Ordentliche Mitglieder:

- Eckelmann, Rudolf,** Dr.-Ing., Fabrikdirektor, Klein, Schanzlin & Becker A.-G., Frankenthal (Pfalz); Wohnung: Lambsheimer Straße 38. 40 299
- Make, Otto,** Generaldirektor, Vorsitzender des Vorstandes der Eisen- u. Hüttenwerke A.-G., Bochum; Wohnung: Castroper Str. 242. 40 300

B. Außerordentliche Mitglieder:

- Hampeys, Franz,** cand. rer. met., Leoben (Steiermark), Brucker Straße 4. 40 301
- Helbn, Kurthans,** stud. rer. met., Clausthal-Zellerfeld, Sorge 6. 40 302
- Herbert, Helmut,** stud. rer. met., Worms, Begardistr. 17. 40 303