

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute im NS.-Bund Deutscher Technik

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 32

12. August 1943

63. Jahrgang

	Seite		Seite
Wirtschaftlichkeit von Gas- und Dampftrieb bei der Stromerzeugung im Eisenhüttenwerk. Von Marcel Steffes in Esch (Alzig)	573	Umschau	582
Die Organisation der Eisen- und Stahlbewirtschaftung in Großbritannien. Von Kurt Bielinski in Berlin-Steglitz	580	Erwachsenen-Anleitung in Hüttenbetrieben. — Die Verwendung basischer feuerfester Reinstoffe in der kanadischen Stahlindustrie. — Verhalten des Stahles bei erhöhten Temperaturen (Fortsetzung). — Leuchtstoffröhren.	
		Vereinsnachrichten	588

Wirtschaftlichkeit von Gas- und Dampftrieb bei der Stromerzeugung im Eisenhüttenwerk.

Von Marcel Steffes in Esch (Alzig).

[Bericht Nr. 100 des Maschinenausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.*]

(Aufgabenfassung, Selbstkostengleichungen, Gesteigungspreis, Anlage-, Brennstoff- und Unterhaltungskosten, Wahl der Antriebsart, Bestimmung der Maschineneinheit.)

Elektrischer Strom wird auf Hüttenwerken grundsätzlich in gas- oder dampfangetriebenen Kolben- und Turbosätzen erzeugt. Während die Dampfkolbenmaschine¹⁾ infolge ihres hohen Wärmeverbrauches kaum mehr in Frage kommt und die Gasturbine²⁾ in ihren ersten, wenn auch versprechenden Anfängen steht, verbleiben Gaskolbenmaschine und Dampfturbine in regem Wettbewerb.

Im folgenden soll nun die Wirtschaftlichkeit dieser beiden Antriebsarten gegenübergestellt und einer kritischen Bewertung unterzogen werden. Zu diesem Zwecke sind die Anteile an den Selbstkosten einzeln aufzustellen und zum Gesteigungspreis der Kilowattstunde zusammenzufassen. Es handelt sich dabei, wie üblich, um Anlage-, Brennstoff- und Unterhaltungskosten. Selbstverständlich müssen jeweils alle unentbehrlichen Hilfsanlagen einbegriffen werden. Insbesondere wird ein Turbogeneratorsatz die zur Dampfpeisung der Antriebsturbine nötigen Kessel umfassen.

Die untersuchten Verhältnisse entsprechen dem bislang auf Hüttenwerken im Betrieb bewährten Stand der Technik. Nicht in den Rahmen der Arbeit fällt demnach die Frage nach der überhaupt möglichen Wirtschaftlichkeitsverbesserung wie etwa durch Drehzahl- und Wirkdrucksteigerung³⁾ bei der Gasmaschine, durch Dampfdruck- und Dampftemperaturerhöhung⁴⁾ bei Kessel und Turbine. Es bleibt

Aufgabe der neuzeitlichen Technik, die Entwicklung stetig im Sinne des Fortschritts zu lenken. Drei Ziele sind hierbei zu verfolgen: Verbilligung der Anlagekosten durch günstige Bauformen, Verringerung des Brennstoffverbrauches durch bessere Energieumsetzung und schließlich Senkung des Unterhaltes durch vereinfachte Bedienung.

In einer früheren Veröffentlichung⁵⁾ wurde dargelegt, wie die Stromkosten vornehmlich von drei Einflüssen abhängen: Nennleistung (N), Beschäftigungsgrad (β) und Belastungsgrad (φ). Unter „Nennleistung“ soll der Auslegungswert (Bestwert), unter „Beschäftigungsgrad“ der Quotient aus Beschäftigungs- und Gesamtzeit, unter „Belastungsgrad“ das Verhältnis der abgegebenen Leistung zur Nennleistung verstanden werden.

Im übrigen wird die Umlegung der laufend auftretenden Stundenkosten $P = \text{Funkt.}(N, \beta, \varphi)$ in \mathcal{M}/h auf die bezogenen Kosten der abgegebenen Energie p (\mathcal{M}/kWh) durch die Beziehung

$$p = \frac{P}{N \beta \varphi} \mathcal{M}/kWh \quad (1)$$

vermittelt.

Ganz allgemein folgt der Gesteigungspreis aus der Zusammenfassung der bereits erwähnten Anlage-, Brennstoff- und Unterhaltungskosten.

Die Anlagekosten ergeben sich aus dem Ausdruck:

$$P_1 = \frac{K k}{8760} \mathcal{M}/h. \quad (2)$$

wobei K = der Anschaffungspreis (\mathcal{M}), k = der jährliche Abschreibungssatz (Zinsen und Tilgung) und 8760 = die Jahrestundenzahl bedeuten. Zu beachten ist, daß der Anschaffungspreis $K = \text{Funkt.} N$, erwartungsgemäß und der Wirklichkeit entsprechend, mit der Einheitsleistung nach einem Gesetz

$$K = a_1 N^{c_1} \mathcal{M} \quad (3)$$

P. Rothfelder: Rev. techn. luxemb. 23 (1931) S. 192/207. Lupberger, E.: Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 1021/30, 1052/63 u. 1080/84 (Masch.-Aussch. 50).

⁵⁾ Steffes, M., und R. Welter: Wärme 61 (1938) S. 556/59

* Vorgetragen in der 32. Vollsitzung am 28. Januar 1943 in Düsseldorf. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

¹⁾ Hütte. Hrsg. vom Akademischen Verein Hütte, e. V. 26. Aufl., Bd. 2. Berlin 1937. S. 415.

²⁾ Noack, W. G.: Z. VDI 76 (1932) S. 1033/39; vgl. Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 1103; Stodola, A.: Z. VDI 84 (1940) S. 17/20; Weißenberg, B.: Stahl u. Eisen 61 (1941) S. 305/14 (Masch.-Aussch. 88); Ackeret, J., und C. Keller: Z. VDI 85 (1941) S. 491/500; Schattschneider, M.: Stahl u. Eisen 61 (1941) S. 465/73 (Masch.-Aussch. 89); Martin, O.: Wärme 65 (1942) S. 419/25; vgl. Stahl u. Eisen 63 (1943) S. 16/17.

³⁾ Hagenmüller, F.: Motortechn. Z. 4 (1942) S. 289/94. — Jahrbuch der Brennkrafttechnischen Gesellschaft 21/22 (1940/41).

⁴⁾ Rummel, K.: Mitt. Wärmestelle Nr. 64 (1924). Marguerre, F.: Z. VDI 74 (1930) S. 789/97. Koch, R., und

wächst, wobei die Festwerte a_1 und c_1 von der Maschinenart und den Marktbedingungen abhängig sind. Unter Berücksichtigung von (3) schreibt sich Gleichung (2):

$$P_1 = \frac{a_1 k}{8760} N c_1 \text{ RM/h.} \quad (2')$$

Wie ersichtlich, steigen die stündlichen Anlagekosten mit

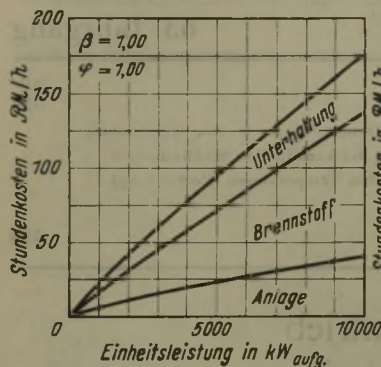


Bild 1. Aufbau des Gestehtungspreises für Gasmaschinenantrieb in Abhängigkeit von der Leistung.

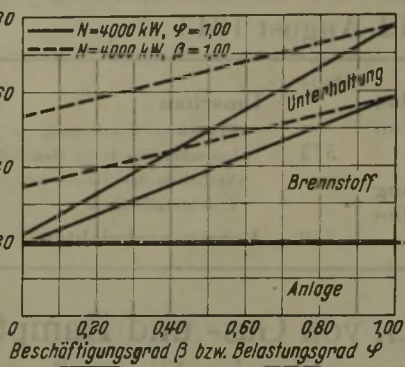


Bild 2. Aufbau des Gestehtungspreises für Gasmaschinenantrieb in Abhängigkeit vom Beschäftigungs- und Belastungsgrad.

der Nennleistung, sind jedoch unabhängig von der Beschäftigung und der Belastung.

Die Brennstoffkosten folgen allgemein aus der Beziehung

$$P_2 = B r \beta \text{ RM/h.} \quad (4)$$

B = Brennstoffverbrauch je Beschäftigungsstunde (kg/h bzw. Nm^3/h), r = Brennstoffpreis (RM/kg bzw. RM/Nm^3). Nun ist B = Funkt. (N, φ), und es gilt angenähert dafür ein Gesetz⁶⁾ von der Form

$$B = a_2 N \varphi + b_2 N c_2 \text{ (kg/h bzw. } \text{Nm}^3/\text{h).} \quad (5)$$

Hier sind a_2, b_2, c_2 Konstanten, welche von der Maschinenart und dem physikalischen Zustand des Treibstoffes (Gas, Dampf) abhängen. Aus (4) und (5) leitet man ab:

$$P_2 = (a_2 N \varphi + b_2 N c_2) r \beta \text{ RM/h} \quad (4')$$

und zieht daraus die Schlußfolgerung: Die stündlichen Brennstoffkosten ändern für einen gegebenen Brennstoffpreis im gleichen Verhältnis mit dem Beschäftigungsgrad und wachsen mit der Nennleistung und dem Belastungsgrad.

Ähnlich wird angenommen, daß die Unterhaltungskosten (Löhne und Gehälter, Ersatzteile, Gebrauchsgegenstände, Ausbesserungen und allgemeine Unkosten) einer Gleichung

$$P_3 = (a_3 \beta + b_3) N c_3 \text{ RM/h} \quad (6)$$

gerecht werden. a_3, b_3, c_3 sind wieder Festwerte, die von der Maschinenart und den Marktverhältnissen abhängen. Aus Gleichung (6) ergibt sich, daß die stündlichen Unterhaltungskosten mit der Nennleistung und dem Beschäftigungsgrad anwachsen, jedoch nicht von der Belastung abhängig sind.

Die Zusammenzählung der drei aufgestellten Posten führt nunmehr zum Gesamtgestehungspreis der erzeugten elektrischen Energie:

$$P = \frac{a_1 k}{8760} N c_1 + (a_2 N \varphi + b_2 N c_2) r \beta + (a_3 \beta + b_3) N c_3 \text{ RM/h.} \quad (7)$$

Daraus lassen sich die bezogenen Kosten p (RM/kWh) durch die Beziehung (1) ableiten.

Der gesetzmäßige Aufbau des stündlichen Gestehtungspreises in Abhängigkeit von je einer der drei Veränderlichen N, β, φ wird in den Bildern 1 bis 3 veranschaulicht. Es ist

⁶⁾ Steffes, M., und R. Welter: Wärme 58 (1935) S. 252.

dabei jeweils angenommen, daß alle Parameter gleichbleiben mit Ausnahme eines einzigen, der als Abszisse gewählt ist. Bild 1 zeigt für vollbeschäftigten und vollbelasteten Gasmaschinenantrieb den Exponentialeinfluß der Einheitsleistung N auf die Stundenkosten. Insbesondere ist für $N = 0$ der Selbstkostenpreis $P = 0$. Sodann unterstreicht Bild 2, ausgezogen, für eine vollbelastete Gasmaschi-

neinheit von 4000 kW den linearen Einfluß des Beschäftigungsgrades β . Mit anderen Worten: Für gleiche Belastung (hier $\varphi = 1$) steigen, bei zunehmendem Beschäftigungsgrad, die stündlichen Gesamtgestehungskosten geradlinig an. Sie betragen beispielsweise 50 RM/h für 50prozentige Beschäftigung gegenüber 77,5 % für Vollbeschäftigung. Würden weiter die auf die Einheit bezogenen Kosten (RM/kWh) aus den stündlichen mit Hilfe des jeweiligen Beschäftigungsgrades errechnet und gleichfalls zeichnerisch eingetragen werden, so ergäbe sich eine mit ansteigendem β hyperbolisch abfallende Gesetzmäßigkeit. Da die Anlagekosten von der Beschäftigung unabhängig und von Null verschieden sind.

die Brennstoffkosten für Stillstand ($\beta = 0$) zwar wegfallen, hingegen die Unterhaltungskosten selbst bei $\varphi = 0$ einen bestimmten Bestwert annehmen, ergibt sich, daß die Stundenkosten des Gestehtungspreises auch bei vollständigem Stillstand nicht ganz verschwinden. Endlich stellt Bild 2, gestrichelt, für die 100prozentig beschäftigte Gasmaschineneinheit von 4000kW, in Abhängigkeit von der Belastung φ , die Unveränderlichkeit der Anlage- und Unterhaltungskosten fest. Entgegen der vorhergehenden Darstellung begreifen die Brennstoffkosten hier zwangsläufig einen Leerlaufwert für $\varphi = 0$. Aus dem Aufbau der Gleichung (7) in Verbindung mit Gleichung (1) folgt, daß der Gestehtungspreis je kWh (p) mit der Zunahme der drei Werte N, β, φ abnimmt. Immerhin sei, auf Grund von Bild 2, infolge der Proportionalität der stündlichen Brennstoffkosten mit β die Unabhängigkeit der bezogenen Brennstoffkosten vom Beschäftigungsgrad hervorgehoben.

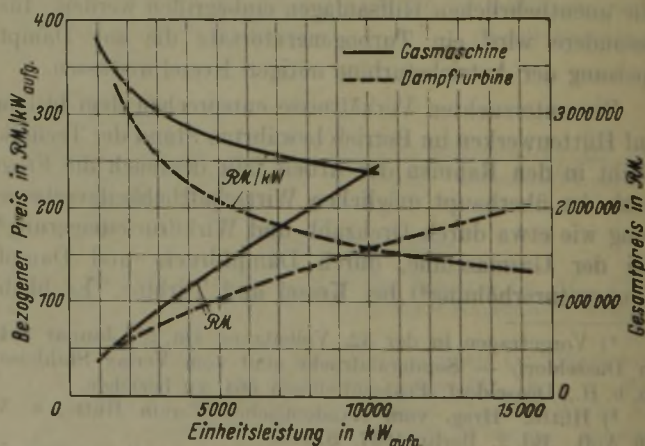


Bild 3. Anschaffungspreis für Gasmaschinen- und Dampfturbinenantrieb.

Allgemein besteht für zwei verschiedene Antriebsarten eine Grenzleistung, für welche zahlenmäßige Gleichwertigkeit der Gesamtkosten für ein gegebenes Wertpapier β, φ besteht. Diese Leistung entspricht dem Schnittpunkt der beiden den Gestehtungspreis kennzeichnenden Linienzüge⁵⁾.

Nach den vorhergehenden Erörterungen soll jetzt versucht werden, für Gasmaschinen- und Dampfturbinenantrieb

den Gestehtungspreis der elektrischen Energie und die Grenze gleicher Wirtschaftlichkeit zu ermitteln.

Die benutzten Zahlen stammen aus Mitteilungen verschiedener Erbauer, aus Schriftumsangaben⁷⁾ und aus eigener Erfahrung. Vor Verwendung wurden sie teils gemittelt, teils den jeweiligen Verhältnissen angepaßt, so daß ihnen die Bedeutung von Richt-, nicht aber von starren Absolutwerten zukommt.

Unter Anlagekosten ist der anteilmäßige Betrag für Verzinsung des für das Kraftwerk aufzuwendenden Geldbetrags und Tilgung dieses Kapitals, entsprechend der Entwertung der Gesamtanlage, zu verstehen. Sie werden durch den Anschaffungspreis der betriebsfertigen Anlage bestimmt. Dieser begreift sämtliche Haupt- und Nebenanlagen einschließlich Rohrleitungen, Fundamente, Gebäude und Aufstellung. Bild 3 gibt den für übliche, einfache Hüttenwerksausführung und bei scharfem Wettbewerb erzielbaren, gesamten und den je kW umgerechneten Anschaffungspreis abhängig von der aufgestellten Einheitsnennleistung wieder. Nicht einbegriffen sind Baugelände sowie alle zur Verteilung und Fortleitung des Stromes dienenden elektrischen Einrichtungen. Der Einfachheit halber wurden bei der Gasmaschine Tandem- und Zwillings-Tandemanordnung nicht besonders unterschieden, wodurch ein stetiger Preisverlauf auftritt. Es ist deutlich ersichtlich, wie sehr der Kapitalaufwand von der Größe der Anlage abhängig ist, und daß Gasmaschinenantrieb in der Anschaffung teurer als Dampfturbinenantrieb ist. Der Preisunterschied ist bei kleinen Einheiten nur wenig augenfällig, steigt aber immer mit wachsender Einheitsleistung. Der Anschaffungspreis je Nennkilowatt nimmt zunächst schnell, dann langsamer ab und nähert sich schließlich einem Festwert. Beispielsweise zeigt das Bild, daß ein Turbostromerzeuger von 10 000 kW rund zwei Drittel eines gleich großen Gasmaschinenaggregates, hingegen nur etwa das Doppelte eines Turbosatzes von 3000 kW kostet. Unter Zugrundelegung eines angemessenen Zins- und Tilgungssatzes von 15% wurden nun die stündlichen und die bezogenen Anlagekosten abgeleitet⁸⁾. Bild 4 zeigt die errechneten Werte für Gasmaschinen. Eine hohe Tilgung ist insofern für die Zukunft des Kraftwerkes günstig, als die Maschineneinrichtungen in verhältnismäßig kurzer Zeit abgeschrieben und somit, den Fortschritt der

Technik ausnutzend, durch wirtschaftlichere ersetzt werden können. Bild 5 gilt für Turbinen. Entsprechend Gleichung (2') sind die stündlichen Anlagekosten von der Beschäftigung und der Belastung unabhängig, hingegen die bezogenen infolge Gleichung (1) mit dem Produkt $\beta \varphi$ umgekehrt proportional veränderlich. Anders ausgedrückt:

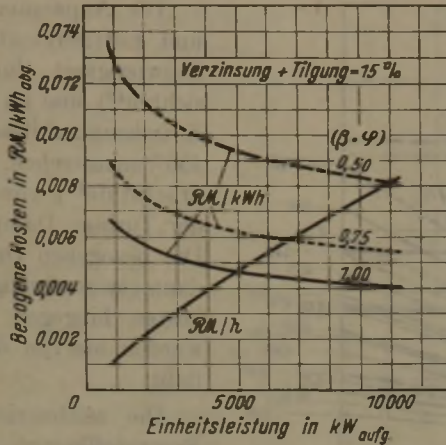


Bild 4. Anlagekosten für Gasmaschinenantrieb.

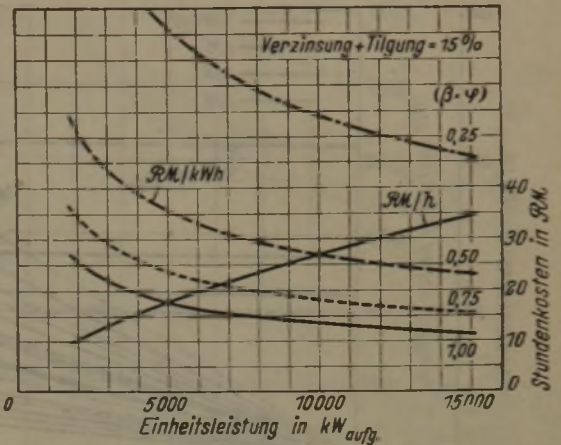


Bild 5. Anlagekosten für Dampfturbinenantrieb.

Es steigen die Anlagekosten, auf die Arbeitseinheit (kWh) umgelegt, um so mehr an, je geringer die Gesamtausnutzung des Unternehmens ist. Diese Feststellung unterstreicht den schnellen Anstieg der bezogenen Anlagekosten mit fallendem Wert der beiden Einflüsse. So betragen, bei Vollausnutzung, die Anlagekosten einer 7500-kW-Dampfturbine 0,003 RM je kWh, bei 50prozentiger Ausnutzung jedoch das Doppelte oder 0,006 RM. Für β oder φ gleich 0 wäre $p_1 = \infty$. Damit sich der Kostenanteil je kWh in annehmbaren Grenzen bewege, sind demnach Beschäftigung und Belastung, wie übrigens zu erwarten, möglichst hochzuhalten. Dies setzt einwandfreie Ausführung der Anlage voraus. Geringe Reserve wirkt sich günstig auf den bezogenen Kapitaldienst aus, desgleichen größere Maschineneinheiten.

Die Ermittlung des Brennstoffkostenanteils für den Gestehtungspreis setzt die Kenntnis der Brennstoffverbrauchszahlen der Antriebsmaschinen voraus. So gibt Bild 6

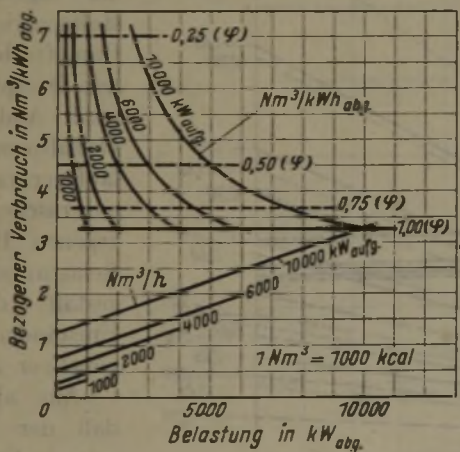


Bild 6. Hochofengasverbrauch für Gasmaschinenantrieb.

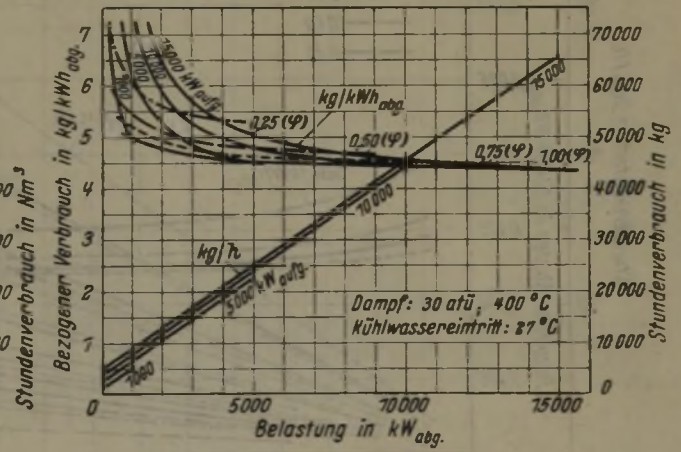


Bild 7. Dampfverbrauch für Dampfturbinenantrieb.

den Hochofengasverbrauch des Gasmotors, Bild 7 den Dampfverbrauch der Turbine jeweils für veränderliche Belastung wieder. Während die bezogenen Verbrauchswerte infolge des Leerlaufeinflusses sich verhältnismäßig stark mit der Belastung ändern, werden sie bei der Gasmaschine durch die Größenanordnung der Einheitsleistung überhaupt nicht, bei der Dampfturbine nur wenig beeinflusst. Dies beruht darauf, daß sich bei der Gasmaschine der Leerlaufverbrauch ver-

⁷⁾ Aschner, F.: Dampfturbinenkraftwerke kleiner und mittlerer Leistung. Berlin 1935. Auch Dr.-Ing.-Diss., Breslau (Techn. Hochschule). Würzburg 1935. — Netz, H.: Wärmewirtschaft, 2. Aufl. Leipzig und Berlin 1942.

⁸⁾ Steffes, M., und R. Welter: Wärme 59 (1936) S. 54/55. Rummel, K.: Z. Organ. 16 (1942) S. 44/45.

hältnisgleich der Nennleistung ändert, die Turbine hingegen leicht von dieser Gesetzmäßigkeit abweicht. Es folgt weiter, daß der Vorteil großer Einheiten nicht zunächst durch den Brennstoffverbrauch bedingt ist, sondern vielmehr auf

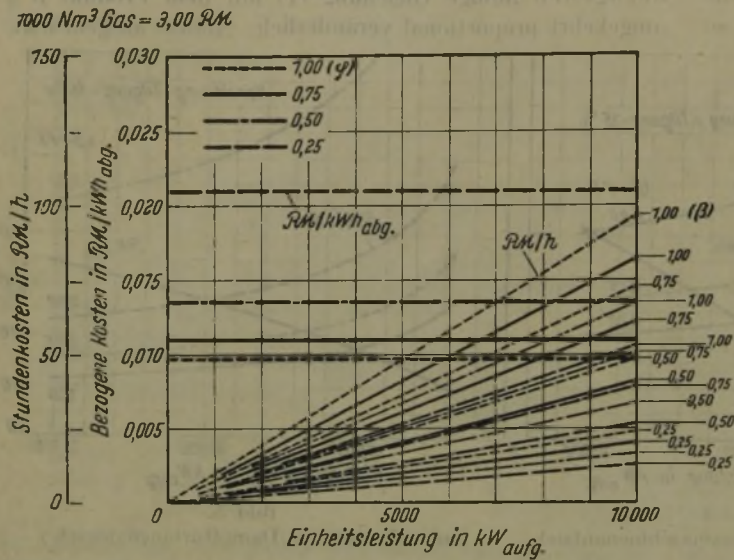


Bild 8. Brennstoffkosten für Gasmaschinenantrieb.

Rechnung der Anlage- und Unterhaltungskosten geht. Nur nebenbei erwähnt sei, daß der Stundenverbrauch jeweils linear verläuft und auf der Ordinate den dazugehörigen Leerlaufverbrauch angibt. Dieser liegt, wie erwähnt, um so höher, je größer die Auslegeleistung ist.

Die schaubildlich wiedergegebenen Gas- und Dampfverbrauchsahlen⁶⁾ gelten für nachstehende Voraussetzungen: Der Speisedampf wird den Eingehäuseturbinen unter 30 atü und 400° zugeführt, die Kühlwasser-Eintrittstemperatur am Kondensator beträgt 27°. Die Umrechnung von Dampf

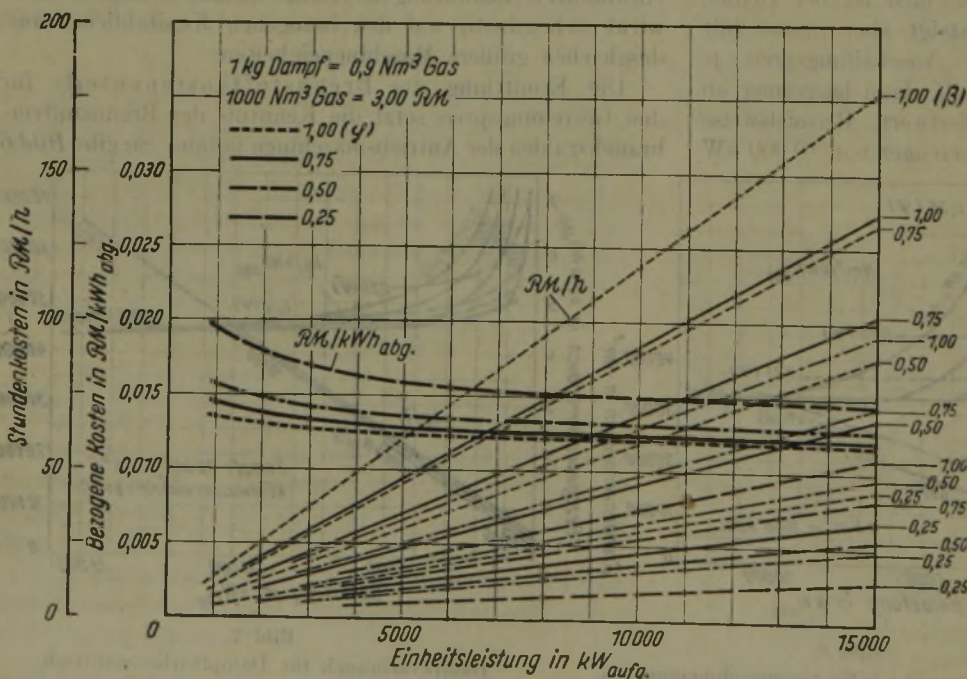


Bild 9. Brennstoffkosten für Dampfturbinenantrieb.

auf Hochofengas, das bekanntlich auf Hüttenwerken als Grundbrennstoff anzusprechen ist, erfolgte mit dem Verhältnis 0,9 Nm³ Gas/kg Dampf entsprechend einem Kesselwirkungsgrad von rd. 0,83. Unter Berücksichtigung des Wertes 0,9 gilt Bild 7 des Dampfverbrauches der Turbine gleichfalls als Darstellung des entsprechenden Gasverbrauches am Kessel. Der Heizwert des Hochofengases ist mit 1000 kcal/Nm³, sein Preis mit 0,003 RM/Nm³ veranschlagt.

Mit diesen Grundlagen errechnen sich die stündlichen Brennstoffkosten entsprechend Gleichung (4') und daraus die spezifischen gemäß Gleichung (1). Die Gegenüberstellung der beiden Beziehungen zeigt, daß die stündlichen Brennstoffkosten proportional dem Beschäftigungsgrad (β), die spezifischen dagegen von ihm unabhängig sind.

Die Anpassung an andere Druck-, Temperatur- und Lufterverhältnisse läßt sich ohne besondere Schwierigkeit durchführen⁹⁾. Nach neuesten Ansichten¹⁰⁾ sind im Eisenhüttenwerk für Turbinen ohne Zwischenüberhitzung Dampfzustände von 40 atü und 450° anzustreben. Für die jüngst genormte Kesseldruckstufe¹¹⁾ von 40 atü bei 450° ist am Eintritt der Turbine Dampf von 35 atü und 440° zu setzen. Die bezogenen Dampfverbrauchszahlen würden alsdann etwas günstiger, die Anlage- und Unterhaltungskosten hingegen leicht höher ausfallen. Allenfalls würden hiervon die Schlußfolgerungen nicht beeinflusst.

Die zeichnerische Auftragung der spezifischen Brennstoffkosten führt zu den Bildern 8 und 9. Diese Kosten dienen zur Ermittlung des jeweiligen bezogenen Gestehungspreises. Insbesondere zeigt Bild 8 für Gasmaschinen wiederum den großen

Einfluß des Belastungsgrades auf die Höhe der bezogenen Brennstoffkosten, während die Größenordnung der Nennleistung nicht mitspielt. Hingegen ergibt Bild 9, daß die spezifischen Brennstoffkosten für Turbinen leicht mit wachsender Einheitsleistung abnehmen. Die gleichfalls eingetragenen Linien der stündlichen Kosten sollen die bestehende Gesetzmäßigkeit erhärten.

In den Wärmeverbrauchskosten ist für Belastungsgrade über 0,50 die Gasmaschine der Dampfturbine überlegen. Sie betragen beispielsweise bei Vollast und einer Nennleistung von 7500 kW rd.

0,010 RM/kWh für die Gasmaschine gegenüber etwa 0,012 für die Dampfturbine. Dies läßt sich so erklären, daß in der Gasmaschine die Brennstoffenergie unmittelbar, in der Dampfturbine jedoch erst über den Dampfkessel umgewandelt wird. Andererseits bewirkt der verhältnismäßig hohe Leerlaufverbrauch der Gasmaschine ein rasches Ansteigen der bezogenen Brennstoffkosten für Belastungen unter 0,50 dergestalt, daß unter gleichen Umständen die Turbine dann günstiger ausfällt.

Aus alledem geht hervor, daß der Maschinenbauer bei seinen Entwürfen stets das richtige wärmetechnische Verständnis aufbringen muß, ebenso wie dem Betriebsleiter daran

gelegen sein soll, die ihm unterstellte Kraftanlage durch gute Wartung wärmewirtschaftlich auf der Höhe zu halten.

⁹⁾ Kraft, E. A.: AEG-Mitt. 1927, S. 246/52; Steffes, M., und R. Welter: Rev. techn. luxemb. 25 (1933) S. 119/21.

¹⁰⁾ Güldner, W.: Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 835/43 (Masch.-Aussch. 99 u. Wärmestelle 309); besonders Erörterung S. 1055/58.

¹¹⁾ Normblatt DIN 2901 vom April 1939.

Die zeichnerischen Darstellungen der Unterhaltungskosten (Bilder 10 und 11) beruhen auf eigenen und fremden Erfahrungswerten¹²⁾, die durch die vorgeschlagene Gesetzmäßigkeit mit ihren betriebsabhängigen Beiwerten nach Gleichung (6) für die stündlichen, bzw. nach Gleichung (1) für die bezogenen Kosten unter sich gleichgestellt wurden. Diesen beiden Schaubildern ist allerdings nur beschränkte Gültigkeit beizumessen, da die verwerteten Unterlagen in der Kennzeichnung der Betriebsbedingungen durchweg nicht genügend umrissen und dazu notgedrungen mit Fremdeinflüssen behaftet sind. Nicht berücksichtigt sind: der allgemeine Geschäftskostenanteil der Hauptverwaltung, die amtlichen Kraftwerksversicherungs- und Überwachungsgebühren und die Steuern. Die Bilder bestätigen immerhin, daß die stündlichen Unterhaltungskosten von der Nennleistung und dem Beschäftigungsgrad beeinflusst werden, die spezifischen außerdem noch von der Belastung. Im übrigen sind die Unterhaltungskosten für Dampfturbinen niedriger als für Gasmaschinen. Diese Tatsache weist auf die größere Empfindlichkeit und die Notwendigkeit sorgfältigerer Wartung der Verbrennungsmaschine hin. Für 7500-kW-Einheiten nehmen die Unterhaltungskosten einen günstigsten Wert von 0,004 RM/kWh bei Gasmaschinenantrieb bzw. von 0,003 bei Dampfturbinenantrieb an. Der starke Anstieg der bezogenen Unterhaltungskosten mit fallendem β und φ wird für die verschiedenen Kombinationen durch die beiden Bilder vor Augen geführt. Allgemein nehmen die spezifischen Betriebskosten mit wachsender Nennleistung ab.

Wahl der Antriebsart.

Nachdem nun die Einzelbestandteile des Gestehungspreises zahlenmäßig in steter Folge für verschiedene Beschäftigung und Belastung zwischen Leistungen von 0 bis 15 000 kW festliegen, wurde zu ihrer Zusammenfassung geschritten. Dazu wurde, der Übersichtlichkeit halber, getrennt für die Beschäftigungsgrade $\beta = 1,0, 0,75, 0,50$ und $0,25$ je ein Schaubild zusammengestellt. Die Nennleistung ist als Abszisse beibehalten, der Belastungsgrad φ erscheint als Kurvenparameter. So entstand zunächst Bild 12 a, in welchem der beträchtliche Einfluß des Belastungsgrades und der Einheitsleistung auf den Selbstkostenpreis scharf in Erscheinung tritt. Die Linienzüge zeigen, daß der Belastungsgrad vornehmlich auf die Gasmaschinen-, die Einheitsleistungen hauptsächlich auf die Dampfturbinenkosten einwirken. Da infolge dieser Tatsache, bei einer gegebenen Beschäftigung und Belastung, die Selbstkostencharakteristik für Gasmaschine und Dampfturbine eine verschiedene Krümmung aufweist, kommt es notgedrungen zu einem Schnittpunkt, der als Maßstab für die Meinungen „hie Gasmaschine, hie Dampfturbine“ anzusprechen ist. Die Verbindung sämtlicher ähnlicher Grenzpunkte führt dann zur Kennzeichnung zweier Felder über- oder unterlegener Wirtschaftlichkeit.

Als Zahlenwerte des Gestehungspreises seien einige Fälle herausgegriffen. Einheitsleistung 3000 kW. Gasmaschinenantrieb: Vollast 0,020 RM/kWh, Halbblast 0,034 RM/kWh; Dampfturbinenantrieb: Vollast 0,022 RM/kWh, Halbblast

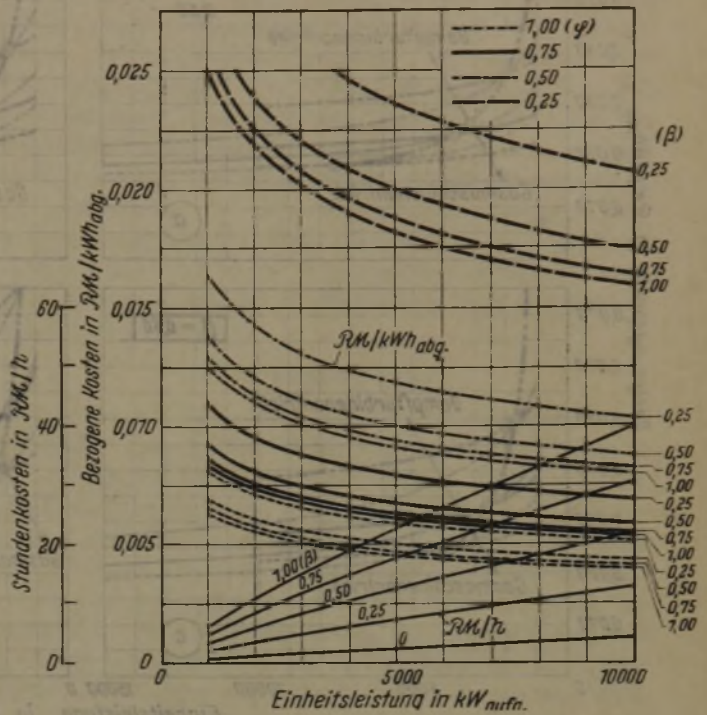


Bild 10. Unterhaltungskosten für Gasmaschinenantrieb.

0,032 RM/kWh. Der Vollastschnittpunkt wird hier bei 7500 kW gefunden; bei dieser Leistung ergeben die beiden Antriebsarten den gleichen Selbstkostenpreis.

Verschiebt sich nun der Beschäftigungsgrad stufenweise nach unten, so wie es in den Bildern 12 b, c und d offenkundig

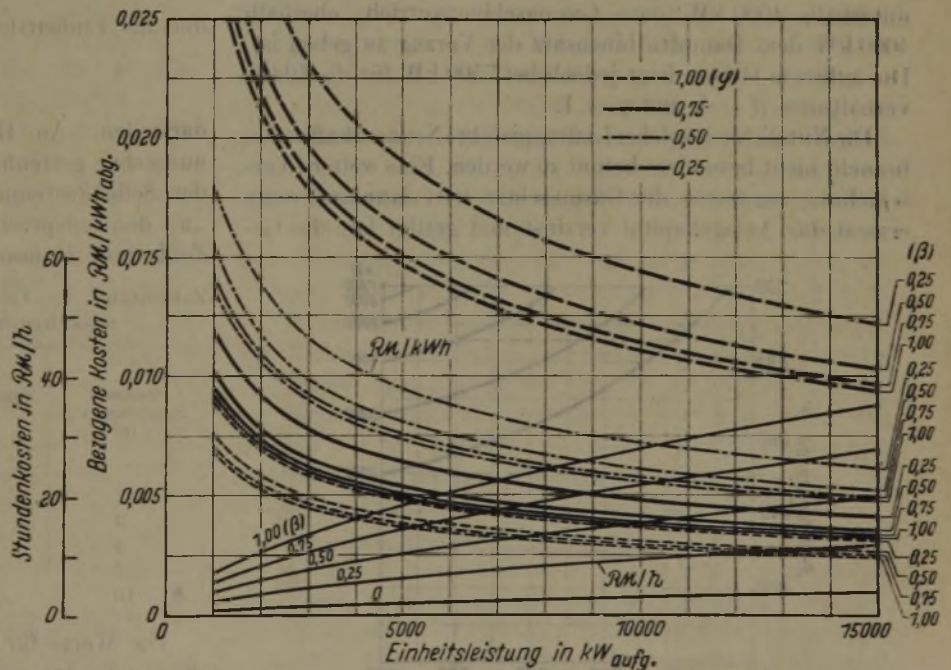
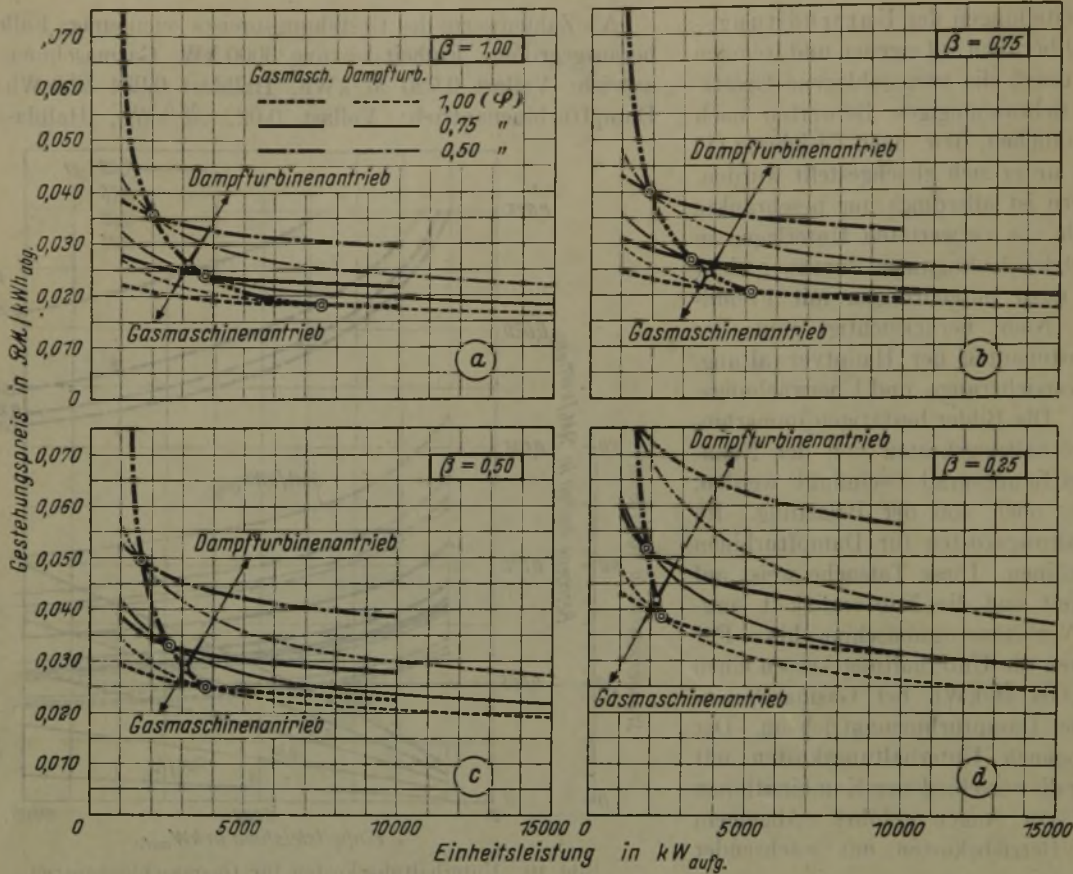


Bild 11. Unterhaltungskosten für Dampfturbinenantrieb.

wird, so verschiebt sich gleichfalls die Grenzlinie gleicher Wirtschaftlichkeit von rechts nach links mit der Maßgabe, daß der in der Abszisse durch die Einheitsleistung gekennzeichnete wirtschaftliche Geltungsbereich der Gasmaschine hierbei zusammenschrumpft.

Trägt man schließlich die Ergebnisse so auf, daß der Beschäftigungsgrad in der x-Achse, der Belastungsgrad in

¹²⁾ Wolf, H.: Arch. Eisenhüttenw. 1 (1927/28) S. 285/96; Bartscherer, F.: Arch. Eisenhüttenw. 1 (1927/28) S. 297/312. — 30 Jahre Großgasmaschinenbau. Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 1167/72.



Bilder 12a bis d. Gestehungspreis der kWh für Gasmaschinen- und Dampfturbinenantrieb.

der y-Achse liegt, so erscheinen die Grenzl意思 nach Einheitsleistungen geordnet als geometrischer Ort in Bild 13. Für beispielsweise $\beta = 0,80$ und $\varphi = 0,86$ liegt die Grenze bei einer Nennleistung von 4000 kW. Dies besagt, daß unterhalb 4000 kW dem Gasmaschinenantrieb, oberhalb 4000 kW dem Dampfturbinensatz der Vorzug zu geben ist. Die äußerste Grenze liegt jedoch bei 7500 kW für die Idealverhältnisse $\beta = 1$ und $\varphi = 1$.

Die Nützlichkeit solcher Linienspiele bei Neuanschaffungen braucht nicht besonders betont zu werden. Eine weitere Verschiebung zugunsten der Gasmaschine tritt dann auf, wenn einmal das Anlagekapital verzinst und getilgt ist, die Ge-

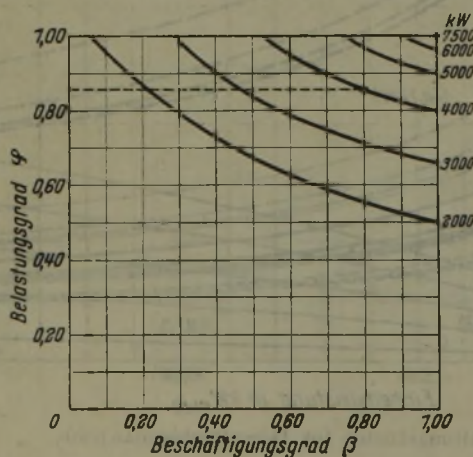


Bild 13. Grenzl意思 gleicher Wirtschaftlichkeit für Gasmaschinen- und Dampfturbinenantrieb.

stehungskosten der Kilowattstunde sich demnach nur mehr aus Brennstoff- und Unterhaltungskosten zusammensetzen.

Nachdem die Gestehungskosten der elektrischen Energie zahlenmäßig für die beiden Antriebsarten bestimmt sind und die Veränderlichkeit dieser Kosten sowohl für die Gasmaschine als auch für die Dampfturbine zeichnerisch

ermittelt und damit für die Einzelmaschinensatz-Beschaffungen bei gegebenem Beschäftigungs- und Belastungsgrad die Frage der Antriebsart gelöst ist, soll abschließend noch der Fall eines neu zu errichtenden Eisenhüttenkraftwerkes von 20000 kW Dauernutzleistung behandelt werden.

Es ist die bestmögliche Größenordnung der Einheitsleistungen, aus denen das Kraftwerk bestehen soll, zu suchen. Voraussetzung ist, daß stets ein Maschinenaggregat stillsteht, der Belastungsgrad $\varphi = 1$ ist, die Maschinensätze jeder Antriebsart für sich gleich groß sind und gleichen Beschäftigungsgrad haben.

Bezeichnet n die Gesamtzahl der aufzustellenden Einheiten, so läßt sich der Beschäftigungsgrad durch die Beziehung

$$\beta = \frac{n - 1}{n}$$

und die Einheitsleistung durch den Ausdruck

$$N = \frac{20\,000}{n - 1} \text{ kW}$$

darstellen. An Hand dieser beiden Gleichungen wurde nunmehr, getrennt für Gasmaschine und Dampfturbine, der Selbstkostenpreis einzeln für verschiedene Werte von „n“ den entsprechenden Schaubildern entnommen und in Zahlentafel 1 zusammengetragen.

Zahlentafel 1. Gestehungspreis je R.M./kWh für Gasmaschinen- und Dampfturbinenantrieb.

Gesamtmaschinenzahl (n)	Beschäftigungsgrad (β)	Einheitsleistung (kW)	Gestehungspreis	
			Gasmaschinenantrieb	Dampfturbinenantrieb
			R.M./kWh	
2	0,50	20 000	—	0,0178
3	0,66	10 000	0,0203	0,0188
4	0,75	6 666	0,0201	0,0196
5	0,80	5 000	0,0203	0,0205
10	0,90	2 222	0,0213	0,0240

Die Werte für $\beta = 0,66, 0,80$ und $0,90$ sind eigens auf die gleiche Art errechnet wie jene, die den Bildern zugrunde liegen. Daraufhin wurden die Gestehungspreise in Bild 14 mit dem Beschäftigungsgrad als Abszisse übertragen. Das Bild zeigt, daß der Selbstkostenpreis bei einem bestimmten Beschäftigungsgrad einen Mindestwert annimmt, und zwar für die Gasmaschine bei $\beta = 0,75$, für die Dampfturbine bei $\beta = 0,50$. Damit ist die Maschinenzahl $n = \frac{1}{1 - \beta}$ und ebenfalls der Bestwert der Einheitsleistung gegeben, nämlich für Gasbetrieb bei vier Sätzen entsprechend rd. 6700 kW

je Maschine, für Dampftrieb bei zwei Einheiten von je 20 000 kW.

Das für Turbogeneratoren festgestellte Ergebnis erscheint zunächst überraschend. Allenfalls beweist es, daß die Forderung eines Mindestselbstkostenpreises zur Aufstellung möglichst großer Maschinenaggregate führt, trotz der dadurch bedingten hohen nichtbeschäftigten Reserveleistung. Daß die Lösung der Aufgabe durch Aufstellung von Dampfturbinen der gewählten Größe auch hier leicht vorteilhafter ist als durch Anschaffung von Gasmaschinen, war zu erwarten.

Der behandelte Fall — ein einziger Reservesatz — hat Bezug auf Werkszentralen, die stromseits untereinander

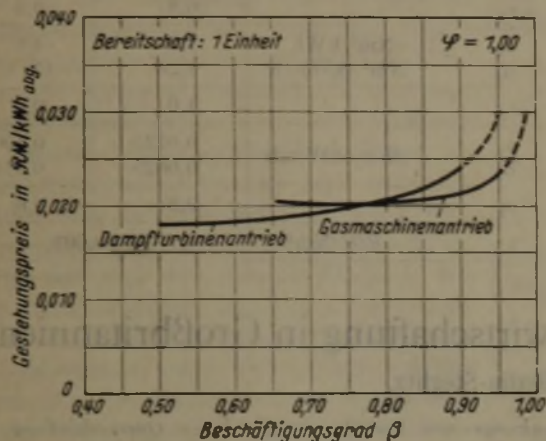


Bild 14. Wahl der Stromerzeuereinheiten (Kraftzentrale: 20 000 kW_{abg.}).

verbunden sind oder über Fremdanschluß verfügen. Falls das Krafthaus nur auf sich selbst angewiesen ist, müssen zwei Stromerzeuger in Bereitschaft stehen, einer davon in Überholung, der andere in Betriebsbereitschaft. Die Lösung nach dieser Richtung hin ergäbe bei gleichem Beschäftigungsgrad der Dampfturbosätze doppelte Maschinenzahl und halbe Einheitsleistung, allerdings dadurch bei etwas höherem Gestehungspreis der Kilowattstunde.

Endlich sei hervorgehoben, daß wirtschaftliche Erwägungen allein eine gewisse Unsicherheit bei der Wahl der geeignetsten Antriebsart nicht ganz beseitigen. Auch wird die Lösung öfter durch Betrachtungen, die auf die Art-eigenschaften der Antriebsmaschine Bezug haben, wie Anschaffungspreis, Raumbedarf, Wasserhaltung und -pflege, Gas- und Kühlwasserverbrauch, entschieden. Soll etwa mit möglichst geringem Anlagekapital auszukommen sein, so beherrscht die Turbine von vornherein das Feld; ist der Brennstoffverbrauch ausschlaggebend, so ist grundsätzlich die Gasmaschine im Vorteil. Desgleichen ist der Gasmaschine unter schwierigen Wasserverhältnissen der Vorzug zu geben. In den weitaus meisten Fällen dürfte ein Sonderstandpunkt dieser Art jedoch nicht vorliegen; der Entscheid wird dann immer auf Grund des Gesamtgestehungspreises getroffen werden.

Abschließend sei noch erwähnt, daß für beide Maschinenarten als Ergebnis langjähriger, zäher Zusammenarbeit von Bau und Betrieb gleiche Sicherheit angenommen werden konnte. Auch ist der Werkstoffmehraufwand bei der Gasmaschine, dem gelegentlich aus volkswirtschaftlichen und zeitbedingten Gründen entgegengetreten wird, nicht dauernd verloren.

Im Rahmen der vorstehenden Überlegungen wurde nicht auf Sonderausführungen oder Zusatzanlagen für Wärmerückgewinn, die den Selbstkostenpreis beider Maschinenarten günstig beeinflussen, eingegangen. Wirtschaftliche Verbesserungen in diesem Sinne sind beispielsweise:

Teilausnutzung der Abgas- und Kühlwasserwärme bei der Gasmaschine, Höchstdruck- und Anzapfbauweise bei der Turbine. Insbesondere bedeutet die Aufstellung von Abhitzeesseln hinter den Gasmotoren in Verbindung mit Dampfturbinen eine geläufige Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des Gasmaschinenantriebes. Die Abwärmeverwertung wurde absichtlich — obwohl sie als geläufigster Fall für Großgasmaschinenkraftwerke anzusehen ist — nicht in den zahlenmäßigen Vergleich mit einbegriffen, um die Eigenart der gestellten Aufgabe möglichst scharf herauszuarbeiten. Die Verquickung mit der Dampfturbine erschien nicht besonders angezeigt, da so der Gasmaschine ein zusätzlicher Vorteil gerade durch die Dampfturbine erwachsen wäre. Nicht einbezogen wurde schließlich die größere Überlastbarkeit der Dampfturbine.

Zusammenfassung.

In Erkenntnis der Tatsache, daß die organisatorischen Richtlinien neuzeitlicher Großunternehmen mehr denn je auf wissenschaftlicher Grundlage fußen, wurde versucht, den Gestehungspreis der elektrischen Energie auf Hüttenwerken planmäßig zu erforschen. Zu diesem Zwecke wurden die Selbstkosten in Anlage-, Brennstoff- und Unterhaltungskosten aufgeteilt und für jede der drei Bestandteile die Abhängigkeit von der Nennleistung, der Beschäftigung und der Belastung aufgedeckt. Die Erschließung einer derartigen Gliederung gestattet einen Einblick in die Kostenzusammensetzung, den sich bei genauer Vorausplanung kein fachkundiger Techniker oder Kaufmann, der in seinem Entschluß nach höchstem Nutzen strebt, versagen darf.

In Abweichung von den im Schrifttum üblichen, auf Einzelfälle bezogenen Mitteilungen konnte der Gestehungspreis in stetiger Folge für die verschiedensten Betriebsverhältnisse sowohl für Gasmaschinen als auch für Dampfturbinen unter den auf Hüttenwerken gebräuchlichen Voraussetzungen erfaßt werden. Die so geschaffenen Unterlagen ermöglichten die Beantwortung der Frage nach der vorteilhaftesten der beiden Antriebsarten. Das Ergebnis geht dahin, dem Gasantrieb unter günstigsten Voraussetzungen den Vorzug bis zu 7500 kW Einheitsleistung zu geben, für größere Leistungen jedoch die Turbine zu wählen. Des weiteren wurde gezeigt, daß sich bei der Wahl der Einheitsleistungen große Maschinensätze selbst dann aufdrängen, wenn der Bereitschaftsanteil beträchtlich wird.

Die aufgestellten Schlußfolgerungen erfahren allerdings in dem Maße eine Einschränkung, wie den Voraussetzungen Abweichungen zuerkannt werden könnten. Im übrigen entscheiden mitunter zuletzt Gründe rein örtlicher Natur oder solche, die sich auf die Eigenart der beiden Maschinengattungen beziehen. Kaufmännisch-technische Zusammenarbeit wird in jedem Einzelfalle den gangbaren Weg finden lassen.

Der eingeschlagene Weg zur Lösung der Aufgabe geht von einfachen mathematischen Überlegungen aus, die die technische Wirklichkeit in mancher Beziehung abrunden und ihr damit einen gewissen Zwang antun. Hierin liegen denn auch Wert und Schwäche des gewählten Verfahrens. Ihr mathematischer Charakter gibt den wissenschaftlich festen Rückhalt, erfaßt aber nicht, infolge ihrer Starrheit, alle Verästelungen der technischen Hintergründe. Wie dem aber auch sei: Gasmaschine und Dampfturbine werden wohl auch weiterhin auf Hüttenwerken in regem Wettbewerb verbleiben, so wie es seit Jahrzehnten der Fall ist¹³⁾.

¹³⁾ Bansen, H.: Arch. Eisenhüttenw. 2 (1928/29) S. 309/20 (Wärmestelle 118). Rummel, K.: Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 857/81 (Wärmestelle 140).

H. Meyer, Rheinhausen: An dem Vortrag von Herrn Steffes ist besonders hervorzuheben, daß der gegebene Aufbau derartig generell ist, daß er unbedingt auch für Winderzeugungsmaschinen brauchbar ist, selbstverständlich bei anderen Festwerten. Die Festwerte sind natürlich für die Stromerzeugungsmaschinen und die Winderzeugungsmaschinen jeweils charakteristisch und nicht gleich. Sie müßten also noch genau herausgeschält werden, vor allen Dingen auch deshalb, damit wir in der Lage sind, selbst eine Nachrechnung und Nachprüfung der an sich sehr wertvollen Kurven vorzunehmen, vor allen Dingen auch auf Grund der wahrscheinlich noch in eigenem Besitz befindlichen Werte über diese Maschinengattungen. Natürlich muß überall die gleiche Grundlage gewählt werden, wie sie Herr Steffes seinen Kurven schon zugrunde gelegt hat, nämlich ein Heizwert des Hochofengases = 1000 kcal/Nm³ sowie ein Preis für den Normalkubikmeter von 0,3 Rpf. Vielleicht können uns die Festwerte noch zur Verfügung gestellt werden und gleichartige Kurven für Winderzeugungsmaschinen. Dann sind wir einen gewaltigen Schritt vorwärts gekommen, denn das eine Schaubild ist unbedingt das maßgebende, wo wir die Grenzlinie sehen konnten und ihre Verschiebung bei Änderung des Belastungsfaktors. Dieses Vorrücken der Linie zu einer gewissen Grenze je nach Belastungsart ist das Kennzeichen des ganzen Vortrages und gibt damit m. E. erstmalig das Mittel an die Hand, die Grenze zu ziehen: „Hier Gasmaschine und hier Dampfturbine.“

M. Steffes: Auf Anregung von Herrn Meyer gebe ich nachstehend alle Beiwerte und Exponenten der Selbstkostengleichung bekannt.

Die algebraische Form der Stundenkosten lautet:

$$P = \frac{a_1 k}{8760} N c_1 + \frac{(a_2 N \varphi + b_2 N c_2) r \beta}{\text{Belastung Leertlauf}} + \frac{(a_3 \beta + b_3) N c_3}{\text{Beschäftigung Stillstand}} \text{ R.M./h}$$

Die an Hand der Linienzüge festgelegten Zahlenwerte sind nachstehend zusammengestellt:

Buchstabenbezeichnung		Antrieb	
		Gasmaschine	Dampfturbine
		Numerische Werte	
k	1/Jahr	0,15	
a ₁	R.M./(kW) ^{c₁}	1500	6250
c ₁		0,8	0,6
a ₂	Nm ³ /kWh	2,0	4,1
b ₂	Nm ³ /(kW) ^{c₂} h	1,25	15
c ₂		1,0	0,6
a ₃	R.M./(kW) ^{c₃} h	0,0225	0,100
b ₃		0,0025	0,011
c ₃		0,8	0,6
r	R.M./Nm ³	0,003	

Die Organisation der Eisen- und Stahlbewirtschaftung in Großbritannien.

Von Kurt Bielinski in Berlin-Steglitz.

(Einführung. Gesetzliche Grundlagen. Organisation und Aufbau. Lenkungs- und Verteilungsmaßnahmen. Querverbindung zu den Vereinigten Staaten von Amerika und Kanada. Beurteilung.)

Die Einrichtung der „Iron and Steel Control“, die dem Versorgungsministerium (Ministry of Supply) unterstellt ist, geht in ihren Anfängen auf die Erfahrungen während des Weltkrieges 1914/18 zurück. Die Leitung wurde seit Beginn des jetzigen Krieges in die Hände des gleichen Mannes gelegt (Colonel Sir Charles Wright), der auch von 1914 bis 1918 an der Spitze der Eisen- und Stahlüberwachung stand. Durch Vorarbeiten, die durch die „British Iron and Steel Federation“ geleistet worden waren und schon 1935 in ihren Endergebnissen vorlagen, war bei Ausbruch des Krieges der Plan zur Lenkung der Eisen- und Stahlindustrie in großen Zügen bereits vorbereitet. Diese Vorarbeiten bestanden im wesentlichen in der vollständigen Erfassung der Betriebe, ihrer Leistungsfähigkeit sowie ihrer Erzeugungsanlagen. Diese gesammelten Unterlagen wurden der „Iron and Steel Control“ als Grundlage für ihre Tätigkeit zur Verfügung gestellt.

Die gesetzlichen Vollmachten für die Übernahme der Führung der Industrie durch den Staat gab das „Emergency Powers (Defence) Act, 1939“, das folgenden Wortlaut hat:

„Die Seiner Majestät durch das Emergency Powers (Defence) Act, 1939 (im folgenden als Hauptgesetz bezeichnet), übertragenen Vollmachten schließen — unbeschadet des gesamten Inhaltes jenes Hauptgesetzes — das Recht ein, Verteidigungsverordnungen durch „Order in Council“ zu erlassen, auf Grund deren Personen aufgefordert werden können, ihre Dienste und ihr Eigentum zur Verfügung Seiner Majestät zu stellen, wie es für die Sicherung des öffentlichen Wohles, für die Landesverteidigung, für die Aufrechterhaltung der öffentlichen Ordnung, für die wirksame Durchführung eines Krieges, in den Seine Majestät verwickelt sein mag, oder für die Aufrechterhaltung von Zufuhren und Diensten, die für die Gemeinschaft lebenswichtig sind, notwendig oder nützlich erscheinen mag.“

Die Entwicklung auf dem Wege zu einer straffen Organisation und Lenkung der Eisen und Stahl erzeugenden Be-

triebe zu dem sich heute anbietenden, nahezu abgeschlossenen Bild hat fast drei Jahre in Anspruch genommen. Sie führte über einen langen, durch freimütige Kritik von Arbeitnehmern und Arbeitgebern gekennzeichneten Weg von der mehr oder weniger freiwilligen Zusammenfassung der Industrie in der „British Iron and Steel Federation“ bis zur Übertragung vollwertiger Planungs- und Lenkungsaufgaben an die „Iron and Steel Control“. Diese selbst wurde noch Anfang 1941 als „wenig mehr als die ‚British Iron and Steel Federation‘ im Kriegsgewand“ gekennzeichnet.

Die Schwierigkeiten, mit denen sich eine staatliche Lenkung oder auch nur Beeinflussung der Industrie auseinandersetzen hatte, waren dabei gar nicht so sehr oder wenigstens nicht ausschließlich organisatorischer Art. Die Lösung struktureller Fragen stand in der ersten Zeit des Bestehens der „Iron and Steel Control“ im Vordergrund. Es sei daran erinnert, daß man noch wenige Jahre vor Kriegsausbruch zur Zeit des Abschlusses des Internationalen Stahl-Kartells damit rechnete, einen erhöhten Eisen- und Stahlbedarf durch zusätzliche Lieferungen aus Belgien-Luxemburg oder Frankreich befriedigen zu können. Selbst in britischen Fachkreisen erkennt man es heute als einen Fehler, daß damals durch die bequemere Versorgung über die Einfuhr die einheimische Leistungsfähigkeit nicht in dem Maße ausgebaut wurde, wie es, gemessen an den Erfahrungen, die man später machen mußte, wünschenswert gewesen wäre.

Organisation und Aufbau.

Der organisatorische Aufbau zur Lenkung der Eisen- und Stahlindustrie, nach seinem heutigen Stand, kann wie folgt umrissen werden (siehe Bild):

1. Versorgungsministerium (Ministry of Supply).
2. Iron and Steel Control mit Abteilungen für verschiedene fachliche Betreuungsgebiete, wie etwa: Rohstoffe; ausländisches Erz; Gußeisen; Profile; Geschoßstahl; Halbzeug und anderes mehr.

3. Die bezirklich aufgegliederten Außenstellen der „Iron and Steel Control“ mit besonderen Ausschüssen, an deren Spitze jeweils ein „Bezirksbeauftragter“ steht. Aus Andeutungen in der Fachpresse läßt sich entnehmen, daß elf Gebietsämter (im ersten Weltkrieg sechs) gebildet wurden.
4. Mit beratenden Aufgaben die bei fast allen Betrieben eingesetzten, aus Vertretern der Betriebsleitung und der Arbeiterschaft gebildeten „Gemeinsamen beratenden Erzeugungsausschüsse“ (Joint Production Consultative and Advisory Committees).

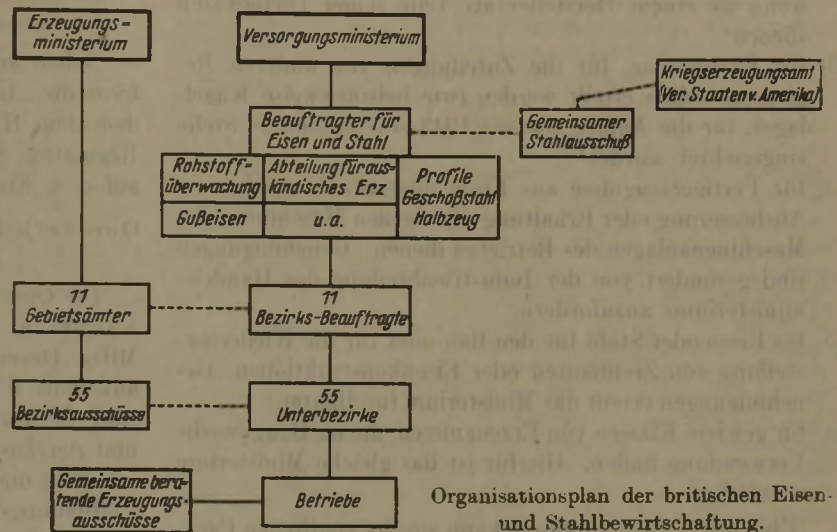
Neben der Zusammenarbeit mit den übrigen Ministerien und Behörden auf der ministeriellen Stufe scheint eine Quer-Verbindung zu den Bezirksvertretern der anderen, an der Herstellung von Kriegsgerät beteiligten Ministerien und Ämtern wie Erzeugungsmuseum, Arbeitsministerium, Ministerium für Flugzeugherstellung, Handelsministerium, Admiralität usw. auch in den mittleren und unteren Stellen zu bestehen. Diese ist jedoch erst neueren Datums und entstand, nachdem man nach der Errichtung des Erzeugungsmuseums im Februar 1942 einsehen mußte, daß sich eine zentrale Lenkung der kriegswirtschaftlichen Fertigung als notwendig erwies. Die bereits seit Januar 1940 bestehenden Gebietsämter, deren ursprüngliche Aufgabe es war, den Beschaffungsämtern beizustehen, um die Erzeugungsquellen sowie die höchste Leistungsfähigkeit der Bezirke zu mobilisieren, wurden nach Vorschlägen eines besonderen Ausschusses (Leiter Sir Walter Citrine) reorganisiert und Mitte Dezember 1942 vom Erzeugungsmuseum in ihre neuen Aufgaben eingewiesen. Es wurden elf Gebietsämter (Regional Boards), nach anderen Quellen auch „Regional Capacity Offices“ genannt, eingerichtet; jedem Gebietsamt sind zehn Bezirksausschüsse (District Committees) unterstellt. Diese Gebietsämter vereinigen in sich Vertreter sämtlicher an der Rüstungsherstellung beteiligten Ministerien, also des Erzeugungsmuseums, des Ministeriums für Flugzeugherstellung, des Arbeitsministeriums, des Handelsamtes sowie der Beschaffungsämter der drei Wehrmachtsteile. Vorsitzender der Gebietsämter ist jeweils der Vertreter des Erzeugungsmuseums, womit erreicht werden soll, den Belangen dieses Ministeriums eine zentrale und übergeordnete Stellung zu verschaffen. Von den Gebietsämtern sowie von den diesen unterstellten Bezirksausschüssen werden laufend die Betriebe ihrer Bezirke beobachtet. Vor Vergebung von Aufträgen haben sich Ministerien und sonstige Regierungsstellen mit den Bezirksämtern in Verbindung zu setzen; sie sollen engste Zusammenarbeit zwischen Auftragserteilung und Auftragsausführung gewährleisten; ihre Ausstattung mit entsprechenden Vollmachten gegenüber Behörden und Betrieben ist Voraussetzung für die Wirksamkeit dieser Einrichtung. Es hat den Anschein, daß man diese Vollmachten den Bezirksämtern bei ihrer Reorganisation Mitte Dezember 1942 zugebilligt hat.

Lenkungs- und Verteilungsmaßnahmen.

Zur Ausübung der lenkenden und verteilenden Tätigkeit bedient man sich einer Zuteilungsart, die in großen Zügen dem im Deutschen Reich angewandten System des „Eisenschecks“ ähnelt. Das gegen Ende 1941 geschaffene Einheitsformblatt „M“ sieht globale Zuteilungen (bulk allocations) an eisen- und stahlverbrauchende Betriebe vor, die ihrerseits ermächtigt sind, über die zugewiesenen Eisen- und Stahlmengen durch Verarbeitung im eigenen Betrieb oder durch Über-

tragung an Weiterverarbeiter oder -verbraucher zu verfügen, wobei der Weiterverarbeiter den Nachweis zu erbringen hat, daß er zuteilungsberechtigt ist; als Nachweis gelten: Regierungs- oder Behördenaufträge oder, bei Verbrauch zu zivilen Zwecken, Lizenzen.

Anforderungen für Eisen- und Stahlzuteilungen sind nicht allgemein an die „Iron and Steel Control“ oder an ihre Außenstellen (Area Representatives) zu richten, sondern an die für den Auftrag zuständige Dienststelle. Dieses System gibt der „Iron and Steel Control“ mehr die Bedeutung einer planenden Behörde. Die eigentliche zuteilende Befugnis an den Verbraucher steht dagegen den verschiedenen Mini-



Organisationsplan der britischen Eisen- und Stahlbewirtschaftung.

sterien und sonstigen Regierungsstellen, jeweils für ihren Zuständigkeitsbereich, zu. Die „Iron and Steel Control“ verteilt in Zusammenarbeit mit den verschiedenen Regierungsstellen im voraus (offenbar jeweils für ein Vierteljahr) die von diesen angeforderten oder auf sie im Rahmen der Erfordernisse entfallenden Eisen- und Stahlmengen.

Die Vorschriften für die Anforderung von Zuteilungen sind im einzelnen folgende:

1. Ermächtigungen für die Zuteilung von Eisen und Stahl für Zwecke des zivilen Bedarfs werden von der Industrieabteilung des Handelsministeriums erteilt. Die Gesuche sollen im allgemeinen vom Hersteller (nicht vom Käufer) ausgehen. Gesuche für die Zuteilung von Eisen und Stahl zur Ausführung von Reparaturen und für die Erhaltung oder Erweiterung von Fabrikanlagen sind von denen für die Erzeugung von Gütern aus Eisen oder Stahl zu trennen.
2. Die Zuteilung von Gußeisen und Schnellarbeitsstählen wird durch die „Iron and Steel Control“, Abt. Gußeisen, vorgenommen.
3. Die Zuteilung von Weißblechen, Mattblechen und Schwarzblechen geschieht durch die Weißblech-Verteilungsstelle.
4. Gesuche für die Zuteilung von Eisen oder Stahl von Betrieben, die mit der Herstellung von Gütern für Rechnung von Regierungsstellen beschäftigt sind, Aufträge oder Unteraufträge einer Regierungsstelle auszuführen haben, sowie von solchen, die für den unmittelbaren oder mittelbaren Kriegsbedarf arbeiten, sind an die entsprechende Regierungsstelle zu richten.
5. Zuteilungen von Gußeisen oder Stahl für neue Maschinen und Maschinenanlagen sowie für die Ausbesserung bereits bestehender Anlagen, die im Baugewerbe gebraucht werden, nimmt seit kurzem das Ministerium für Bauten vor; früher vergab das Handelsministerium diese Zuteilungen.

Weitere Ausführungsbestimmungen besagen, daß durch globale Zuteilungen im allgemeinen gedeckt werden sollen:

1. alle Aufträge, zu deren Ausführung 1 cwt (50,8 kg) oder weniger von Eisen oder Stahl insgesamt benötigt wird;
2. größere Aufträge für Zivilbedarf, deren Zuteilung in den Bereich des Handelsministeriums fällt.

Globale Zuteilungen sollen nicht gebraucht werden:

1. für größere Aufträge als 1 cwt Eisen oder Stahl, wenn der Käufer in der Lage ist, die Ermächtigung einer Regierungsstelle auf Formblatt „M“ zu erhalten;
2. für Erzeugnisse mit mehr als 1 cwt Eisen oder Stahl, wenn sie einem Hersteller als Teile seiner Fertigwaren dienen;
3. für Erzeugnisse, für die Zuteilungen von anderen Regierungsstellen erteilt werden (wie beispielsweise Kugellager, für die Anfang Januar 1943 eine besondere Stelle eingerichtet wurde)¹⁾;
4. für Fertigerzeugnisse aus Eisen oder Stahl, die für die Ausbesserung oder Erhaltung der eigenen Maschinen oder Maschinenanlagen des Betriebes dienen. Genehmigungen sind gesondert von der Industrieabteilung des Handelsministeriums anzufordern;
5. für Eisen oder Stahl für den Bau oder für die Wiederherstellung von Zivilbauten oder Eisenkonstruktionen. Genehmigungen erteilt das Ministerium für Bauten;
6. für gewisse Klassen von Erzeugnissen, die im Baugewerbe Verwendung finden. Hierfür ist das gleiche Ministerium zuständig.

Über die Art der Zuteilung kann aus der englischen Fachpresse (u. a. Iron and Coal Trades Review vom 9. 1. 1942 und Anfang 1943) folgendes entnommen werden:

„Der Schlüssel zu dem ganzen (Zuteilungs-) System ist jetzt in dem allgemein bekannten Formblatt „M“ niedergelegt, das bei der entsprechenden Bezirksvertretung der „Iron and Steel Control“ zu erhalten und von den Stahlverbrauchern auszufüllen ist. Eine Genehmigung ermächtigt ihren Besitzer, entweder Fertigstahl bis zum Tonnengewicht für den bezeichneten Zeitabschnitt zu beziehen oder Untergenehmigungen, ebenfalls nach Formblatt „M“, für einen Teil des Gewichtes auszustellen. Firmen, die um Ausstellung von Untergenehmigungen ersuchen, erhalten die notwendigen Kopien, die den Namen der Bezirksvertretung und deren Zeichen tragen, unmittelbar von der Bezirksvertretung oder durch diejenigen Firmen, von denen sie ihre eigenen Genehmigungen bekommen. Ist ein Lieferer von Fertigstahl nicht in der Lage, einen Auftrag auf Lieferung in der Genehmigungszeit anzunehmen, so kann der Kunde den Auftrag auf spätere Lieferung verlegen, vorausgesetzt, daß er sofort der die

¹⁾ So besteht auch für die Zuteilung von Stahl für Werkzeuge bereits seit Mitte 1941 eine eigene Stelle im Versorgungsministerium.

Genehmigung erteilenden Stelle Mitteilung macht und diese Stelle keinen Einspruch einlegt. Dieses Vorgehen ist nicht anwendbar, wenn der Auftrag nicht vor Ende der Genehmigungszeit untergebracht wird. In diesem Fall ist die Genehmigung nicht länger gültig und eine neue ist notwendig. Die einzigen Ausnahmen vom Gebrauch des Formblattes „M“ bilden die von der „Iron and Steel Control“ gewährten Lizenzen, die zugunsten des Ernährungsministeriums und des Handelsministeriums erfolgten Zuteilungen durch den Verwalter der Weißblechverteilung, die Genehmigungen, die die Transportbevollmächtigten des Kriegsministeriums ausstellen und gewisse Abwandlungen des Verfahrens, die nur für Firmen anwendbar sind, die sehr kleine Mengen Stahl kaufen.“

Neben der Lenkung von Erzeugung und Verteilung betreut die „Iron and Steel Control“ in Zusammenarbeit mit dem dem Handelsministerium unterstellten „Central Price Regulation Committee“ die Fragen der Preisregelung auf dem Eisen- und Stahlmarkt.

Querverbindung zu den Vereinigten Staaten von Amerika und zu Kanada.

Die Querverbindung zu den Vereinigten Staaten und zu Kanada im Lenkungsbereich Eisen und Stahl besteht seit Mitte Dezember 1942 durch einen gemeinsamen Stahlausschuß (Combined Steel Committee). Seine Aufgaben sind: Beratung, Vorschläge zur Verbesserung der Erzeugung und der Zusammenarbeit, Normung. In diesem Stahlausschuß ist die britische „Iron and Steel Control“ durch einen Verbindungsmann (gleichzeitig auch Beauftragter des britischen Erzeugungsministeriums), die Stahlabteilung im nordamerikanischen Kriegerzeugungsamt durch zwei Verbindungsmänner vertreten. Einen weiteren Vertreter entsendet Kanada.

Aus verhältnismäßig losen Organisationsformen, wie sie zu Kriegsbeginn in Großbritannien bestanden, ist eine Bewirtschaftung entwickelt worden, die in straffer und dabei doch elastischer Form unter weitgehender Beteiligung der verschiedenen Ministerien, der Wehrmachtsbeschaffungsämter und sonstiger Dienststellen Erzeugung und Verteilung sicherstellt und durch Vollmachten zur Überwachung der Preise in die Lage versetzt wird, inflatorischen Tendenzen entgegenzutreten. Hin und wieder laut werdende Stimmen der Kritik dürfen nicht als Beweise gegen dieses System gewertet werden. Die freimütige Erörterung selbst über heikle Fragen ist eine der hervorstechendsten Eigenarten des öffentlichen Lebens in England. Es ist zu beachten, daß englische Einrichtungen, solange sie im Brennpunkt der Öffentlichkeit stehen, ihre Aufgaben zu erfüllen pflegen; daß es als Beweis für ihre Unfähigkeit gelten kann, wenn ihnen die Öffentlichkeit keine Beachtung mehr schenkt. Gegen diese Formulierung mag eingewandt werden, daß sie überspitzt ist. Sie bringt aber ohne Zweifel den Kern der Sache zum Ausdruck.

Umschau.

Erwachsenen-Anlernung in Hüttenbetrieben.

Obleich die Hüttenwerke in der beachtlichsten Weise bei der in den letzten 35 Jahren geschehenen Entwicklung des Ausbildungs- und Anlernwesens für die weiterverarbeitenden Betriebe mitgewirkt haben, ist das Ausbildungs- und Anlernwesen für die eigentlichen Hüttenbetriebe (Hüttenkokerei, Hochofenbetrieb, Stahlwerke, Walzwerk, Preß- und Hammerwerk) im wesentlichen unentwickelt geblieben; erst in den letzten Jahren ist durch die Schaffung mehrerer Anlernberufe für Jugendliche ein Schritt vorwärts getan worden. Daß eine gewisse Rückständigkeit vorliegt, hat eine ganze Reihe von Gründen: Man erfreute sich eines steten Zustroms arbeitswilliger Kräfte und war nicht allzu sehr auf

planmäßige Anlernmaßnahmen angewiesen. Vor allem aber müßte die folgerichtige Entwicklung eines Ausbildungs- und Anlernwesens in den Hüttenbetrieben auf anderen Wegen verwirklicht werden als in den weiterverarbeitenden Betrieben; ja gerade der Vorsprung dieser Betriebe bedeutet insofern eine Erschwerung für das hüttenmännische Ausbildungswesen, als man allzu leicht geneigt ist, die entwickelten Formen der weiterverarbeitenden Betriebe auf die Hüttenbetriebe zu übertragen. Hier scheidet man aber sehr bald an der Schwierigkeit, daß sich das Ausbildungswesen der weiterverarbeitenden Betriebe durch Schaffung von Lehrwerkstätten zwar ausgliedern und verselbständigen läßt; in den Hüttenbetrieben ist aber diese Ausgliederung und Verselb-

ständigung unmöglich; denn man kann keinen Hochofen oder Siemens-Martin-Ofen, auch nicht einen einzelnen Konverter (weder in Natur noch im Modell) für Lehrzwecke gesondert betreiben. Sodann wird eine eingehendere Beschäftigung mit den Ausbildungs- und Anlernfragen der Hüttenbetriebe die Tatsache verdeutlichen, daß seit je der Erwachsene im Mittelpunkt der Anlernung gestanden hat und wahrscheinlich auch künftig stehen wird.

Unter dem Titel „Leistungssteigerung durch Berufsbildung“ wurde in dieser Zeitschrift¹⁾ bereits über einige Anlernmaßnahmen in Hüttenbetrieben berichtet, die der Dortmund-Hoerder Hüttenverein als eines der ersten Werke der Eisenschaffenden Industrie in die Wege geleitet hat. Die damaligen Ausführungen lassen aber nicht erkennen, daß die gesamten Ausbildungs- und Anlernfragen in Hüttenbetrieben planmäßig aufgegriffen worden sind. Das soll eine Broschüre²⁾ verdeutlichen, die gewissermaßen einen zusammenfassenden Bericht über die angestellten Überlegungen und praktischen Versuche, sowie über eine bereits eingeleitete Gemeinschaftsarbeit mehrerer westdeutscher Werke darstellt. Ohne den darin niedergelegten Ausführungen hier vorgreifen zu wollen, sei bemerkt, daß mit drei Anlernformen (Einweisung, Grundanlernung und Anlernung zum Erstmann) die Aufgabe der Erwachsenen-Anlernung lösbar scheint. In der Praxis wurden bislang vor allem jene Maßnahmen betont und gefördert, die der Anlernung von Erstleuten dienen. So wurden beispielsweise beim Dortmund-Hoerder Hüttenverein Gießgrubenvorarbeiter für das Thomaswerk, Oberschmelzer für den Hochofenbetrieb, Ofenvorarbeiter und erste Kondensationswärter für den Kokereibetrieb herangebildet; weitere Anlerngänge für 1. Schmelzer im Siemens-Martin- und Elektrostahlwerk, für 1. Bläser im Thomasstahlwerk und andere Erstmännertätigkeiten, deren es in den verschiedenen Hüttenbetrieben über 50 gibt, laufen zur Zeit; sie werden in kurzer Frist zum Abschluß gekommen sein, und dann wieder durch neue Anlerngänge — je nach den gegebenen Notwendigkeiten — abgelöst. Alle diese Anlerngänge müssen — das entspricht der Natur der Sache — im Betrieb, durch den Betrieb und für den Betrieb durchgeführt werden. Nebenher gehen jene grundsätzlichen Überlegungen, mit denen der Versuch gemacht wird, das Ausbildungs- und Anlernwesen für die Hüttenbetriebe sachgerecht, d. h. der besonderen Eigenart dieser Betriebe entsprechend, zu ordnen. So durchdringen sich planende Überlegung und praktische Versuche; die dabei erzielten Erfolge lassen durchaus den Zeitpunkt gekommen erscheinen, nunmehr Überlegungen und Erfahrungen zum Nutzen der anderen Werke zusammenzufassen, damit sich die zunächst von einem Werk begonnene Arbeit allmählich in breiter Front auswirkt, ohne daß jedes neu in die Arbeit eintretende Werk alle die Umwege eines ersten Anfanges machen muß.

Daß man sich beim Dortmund-Hoerder Hüttenverein entschloß, diese Maßnahmen mitten im Krieg aufzugreifen und trotz aller entgegenstehenden Schwierigkeiten durchzuführen, ist unschwer einzusehen: Durch die Einziehungen und durch das Einströmen ausländischer Arbeitskräfte in die Hüttenwerke ist eine Umschichtung in den Betrieben in Gang gekommen, dadurch gekennzeichnet, daß in zunehmendem Maße deutsche Arbeiter, die bisher Hilfsarbeiten verrichteten, zu Zweitmännern aufrücken, während zweite Männer Erstmänner-Arbeitsplätze einnehmen. Das Neue an den Anlernmaßnahmen des Hüttenvereins liegt nun, kurz gesagt, darin, daß man den notwendigen Schub nicht selbst gemeinsam einzig dadurch durchführt, daß man die Männer mechanisch aufsteigen läßt, sofern sie nur irgendwie die wichtigsten Handgriffe an ihrem neuen Arbeitsplatz kennengelernt haben und ihre nunmehrige Tätigkeit ohne grobe Fehler und Anstöße, wenn auch nur mechanisch, verrichten können. Sondern man gibt diesem Aufstieg zum Erstmann im Hüttenbetrieb eine bestimmte Form, bindet ihn an klar umrissene Voraussetzungen, stellt verschiedene Forderungen an den Aufsteigenden und setzt ein wohlgeordnetes Ganzes an Schulungsmaßnahmen mit abschließender wirklicher Prüfung an die Stelle bloßen Absehens der notwendigen Handgriffe, um so zu erreichen, daß die Männer, die Erstmänner werden sollen, trotz aller Kriegsnot dennoch vollwertige Kräfte werden, die ihre Arbeit nicht nur praktisch auszuführen verstehen, sondern die sich auch über das Wieso und Warum dieser Arbeit klar sind, was zur Voraussetzung hat, daß man sie in einfacher Weise mit den geistigen Grundlagen und Voraussetzungen ihres Arbeitsbereichs vertraut gemacht hat. Die bisherigen Erfahrungen haben überraschenderweise gezeigt, daß selbst die Altersklassen über 40 Jahre derartigen Anlernanfor-

derungen, die auch geistiges Mitarbeiten erfordern, durchaus zugänglich sind. Vor allem aber ergab sich, daß man auf Grund planvoll betriebener Anlernmaßnahmen Stellen mit neu angelehrten Männern besetzen konnte, für die früher keine geeignete Kraft vorhanden war. So stieg ein vom Gießer zum Gießgrubenvorarbeiter angelehnter Mann von über 40 Jahren im Laufe eines Jahres zum Gießgrubenmeister auf und versieht seine Arbeit mit gutem Erfolg; er hätte diesen Posten nicht anvertraut erhalten können, wenn er nicht durch einen Anlerngang von 26 Wochen seine Fertigkeiten und erst recht seine Kenntnisse entwickelt, vertieft und vervollkommen hätte.

Die Anlernung von Erstmännern vollzieht sich folgendermaßen: Der Betrieb entscheidet, welche Anlerngänge stattfinden werden. Er wählt die dafür geeigneten Männer aus und stellt fest, ob sie bereit sind, sich zur Teilnahme zu verpflichten (wozu auch gehört, daß sie sich der abschließenden Prüfung unterziehen). Jeder Anlerngang hat eine bestimmte Dauer, die zwischen 12 und 52 Wochen schwankt; sie ist jeweils in den Ausbildungsunterlagen festgelegt. Die Anlernung an Hand des Anlernplanes vollzieht sich in der Weise, daß die Anlernung im Betrieb ergänzt wird durch einen Unterricht von in der Regel zwei Wochenstunden. Die Anlernung im Betrieb ist so gegliedert, daß sie gemäß dem in den Ausbildungsunterlagen enthaltenen Zeitplan zunächst über eine Reihe von Arbeitsplätzen führt, die mit der späteren Tätigkeit des anzulernenden Mannes nicht unmittelbar zusammenhängen, wohl aber mittelbar, insofern sie seiner späteren Tätigkeit als Erstmann im Betriebsablauf entweder vorausliegen (wie z. B. die Arbeit auf der Ofenbühne des Siemens-Martin-Werkes der in der Gießgrube vorangeht) oder von ihr abhängen (wie z. B. der Gießer abhängig ist von den Vorleistungen des Oberschmelzers und 1. Schmelzers usw.). Erstmann sein, bedeutet nämlich, in der Mannschaft des Betriebes einen wichtigen Platz innezuhaben, von dem aus zur reibungslosen und geschickten Ausübung der eingenommenen Arbeit entweder der Betriebsablauf im ganzen (vor allem unter dem Blickpunkt des Zusammenspiels aller Arbeiten) oder doch ein beträchtlicher Teil dieses Ganzes überschaut werden muß. An die das Ganze oder Teilganze in den Blick bringende allgemeine Anlernung schließt sich die besondere Anlernung an, die den engeren Arbeitsplatz, auf den hin angelehnert wird, oder doch zumindest dessen nächsten Umkreis betrifft und deren Kern die gründliche Erwerbung der hier auszuübenden Fertigkeiten bildet. Was im Betrieb jeweils geübt wird, wird im begleitenden Unterricht erläutert, erweitert, in größere Zusammenhänge gestellt und vertieft. Praktische Anlernung und Unterricht ergänzen und fördern einander und bilden ein untrennbares Ganzes. Von hier aus versteht man auch, daß die praktische Anlernung selbst dann ihren Wert hat, wenn der anzulernende Mann bereits an verschiedenen der im Anlernplan vorgesehenen Arbeitsplätze gearbeitet hat. Es kommt eben darauf an, nunmehr diese Arbeit zwar noch einmal zu tun, aber sich gleichzeitig mit ihrem Wozu und Warum und ihrer Stellung im ganzen des Betriebsablaufs auseinanderzusetzen. Diese Auseinandersetzung ist wichtig; sie braucht aber nur eine verhältnismäßig kurze Zeit, und so erklärt es sich, daß man es unternehmen darf, etwa einen 1. Bläser in einem Jahr und einen Gießgrubenvorarbeiter in einem halben Jahr anzulernen. Die anzulernenden Männer sind ja keine vollständigen Betriebsneulinge, sondern sie haben bereits an verschiedenen Arbeitsplätzen gearbeitet, verfügen über bestimmte Erfahrungen und sind so, bei entsprechender Begabung und Willigkeit, wohl vorbereitet für eine planmäßige Ausrichtung auf eine besonders betriebswichtige Arbeit, die nur einem wohlunterwiesenen Mann anvertraut werden darf. Wohlunterwiesen ist aber der, der seine Fertigkeiten und Kenntnisse, einander durchdringend und ergänzend, entwickelt hat. Die Anlernzeit ist für die Teilnehmer eines Anlernanges eine Zeit gründlichster Arbeit und Erprobung, und wenn sie sich bewähren, dann steht auch der Berufsaufstieg in Aussicht.

Anlerngänge dieser Art setzen voraus, daß man im Betrieb Ausbilder hat, Männer, die geeignet und willens sind, neben ihrer eigenen Arbeit andere Männer genau und selbstlos anzulernen. Sodann muß in allen Fällen bei der Erstmänner-Anlernung der Ingenieur den Unterricht übernehmen. Er hängt ja im Betrieb sehr stark von dem Geschick oder Ungeschick dieser Männer, von ihrem Verständnis oder Unverständnis ab, ihrer größeren Geschicklichkeit Zeit und Kraft zu opfern; sie gründlich in der hier geschilderten Verbindung mit der praktischen Anlernung zu unterweisen, lohnt sich erfahrungsgemäß glänzend. Sodann müssen Ausbildungsunterlagen verschiedener Art geschaffen werden und der Anlernung zugrunde liegen. Auf der Grundlage der vom Dortmund-Hoerder Hüttenverein geschaffenen Musterpläne hat ein von der Nordwestgruppe betreuter Arbeitsausschuß von vier westdeutschen Hüttenwerken planmäßig an der Schaffung von Ausbildungsunterlagen gearbeitet. Für die

¹⁾ Stahl u. Eisen 42 (1942) S. 354/56.

²⁾ Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, demnächst.

Erstmänner-Anlernung liegen beispielsweise die Anlernpläne für die Stahlwerke nahezu fertig vor; Hochofen, Walzwerke, Preß- und Hammerwerk werden in absehbarer Zeit folgen. Auch an weiteren Ausbildungsunterlagen, besonders an solchen für die zweckmäßige Gestaltung des Unterrichts, wird gearbeitet.

Der Anlerngang schließt ab mit einer Prüfung, die vor einem wirklichen Prüfungsausschuß, in dem der auszubildende Betrieb, aber auch andere an der Ausbildung der Hüttenfacharbeiter beteiligte Betriebsleute und Werksstellen vertreten sind, abgelegt wird und in gewisser Weise der Prüfung der jugendlichen Anlernlinge ähnelt. Es findet also eine Fertigungsprüfung statt, die allerdings gelegentlich in der Weise durchgeführt wird, daß der Prüfling eine Woche lang die Arbeit verrichtet, für die er ausgebildet worden ist; an diese Fertigungsprüfung schließt sich die mündliche Kenntnisprüfung an. Bei solchen Tätigkeiten, die Aufgaben des betrieblichen Unterführers einschließen (Oberschmelzer, Vorarbeiter aller Art), findet jeweils auch eine schriftliche Kenntnisprüfung statt. Über das nach der Punktbewertung ermittelte Ergebnis wird ein Werkszeugnis ausgestellt. Im Bereich des Hüttenvereins ist die Erstmänner-Anlernung so geregelt, daß sie im Rahmen des betrieblichen Leistungserüchtigungswerkes stattfindet und somit auch von der Statistik der Deutschen Arbeitsfront entsprechend erfaßt wird. Der Betriebsobmann wirkt im wirklichen Prüfungsausschuß mit.

In ähnlicher Weise ist man daran, die anderen Anlernformen (Einweisung und Grundanlernung) durchzugestalten und, unter gleichzeitiger Berücksichtigung der jugendlichen-Anlernung, ein Gesamtbild der Ausbildungs- und Anlernmaßnahmen eines Hüttenwerkes zu entwerfen. In den entsprechenden Abschnitten der erwähnten Broschüre wird über Einzelheiten berichtet. Es versteht sich von selbst, daß gleichzeitig auch eingehend untersucht worden ist, welche personellen und sachlichen Voraussetzungen erfüllt sein müssen, um das Ausbildungs- und Anlernwesen eines Hüttenwerkes sachgerecht durchzuführen.

Karl Bretschneider.

Die Verwendung basischer feuerfester Baustoffe in der kanadischen Stahlindustrie.

J. W. Craig¹⁾ beschreibt die in den Stahlwerken der Algoma Steel Corporation, Ltd., auf Grund vieler Versuche entwickelten und bewährten Zustellungsarten der Öfen mit basischen Baustoffen. Nach einem Hinweis auf den Aufbau einer heimischen Magnesitindustrie seit Beginn des ersten Weltkrieges kommt der Verfasser zu dem Ergebnis, daß die Stahlwerke der Algoma Steel Corporation, Ltd., heute magnesitische Baustoffe nur aus Rohstoffen der Lagerstätten der kanadischen Provinz Quebec verwenden. Die Behauptung, daß diese inländischen Erzeugnisse den guten ausländischen Erzeugnissen gleichwertig seien, ist zu bezweifeln, da die kanadischen Stahlwerke derzeit wohl kaum die Möglichkeit haben, die Haltbarkeit ihrer Ofenbaustoffe mit neuen deutschen Erzeugnissen zu vergleichen. Die Angaben des Verfassers bestätigen ferner die bekannte Tatsache, daß man sich in Amerika in weit stärkerem Maße der Entwicklung der feuerfesten Stampfmassen zugewandt hat, während die Bemühungen der deutschen Industrie hauptsächlich der Verbesserung der Steingütern galten.

Die Herde der basischen Siemens-Martin-Öfen wurden bis vor kurzem durch Einsintern von „Magnifrit“, einer Mischung von gebranntem kanadischem Magnesit mit Dolomit, hergestellt und instand gehalten. Die allgemeine Zusammensetzung von Magnifrit wird wie folgt angegeben: 6,6 bis 7,0% SiO₂, 0,9 bis 1,0% Al₂O₃, 6,9 bis 7,4% Fe₂O₃, 18,2 bis 19,8% CaO, 67,4 bis 64,8% MgO. Die mineralogische Zusammensetzung lautet etwa: 67 bis 65% Periklas, 19 bis 20% Dikalzium-Silikat, 14 bis 15% Kalziumferrit + Tetra-Kalzium-Aluminium-Ferrit. Die beiden ersten Bestandteile werden als die hochfeuerfeste Grundmasse, die ferritischen Verbindungen als das Sintermittel angesehen.

In der letzten Zeit ist man mit Erfolg dazu übergegangen, die Herde durch Stampfen mit „Ramix“, einem magnesitischen Baustoff, der ohne Sintern eingebracht wird, herzustellen. Die Masse soll sich, mit Wasser angefeuchtet, sehr rasch verdichten lassen und schon an der Luft zu einem monolithischen Block erhärten. Die erste Herdzustellung mit Ramix wurde 1938 an einem 100-t-Ofen versucht, wobei allerdings noch eine 76 mm starke Oberflächenschicht eingesintert wurde; neuerdings verzichtet man aber auch auf das Einbrennen der obersten Herdschicht. Als Vorteile des gestampften Ramixherdes gegenüber dem Sinterherd aus Magnifrit werden unter anderem genannt:

Bedeutend geringerer Verbrauch an Magnesit für die Instandhaltung des Herdes.

Keine schädliche Beanspruchung des Oberofenmauerwerks durch die für das Einsintern erforderlichen hohen Temperaturen. Gleichmäßigkeit des Herdes, keine Stellen ungenügend gesinteter Flächen.

Große Ersparnisse an Zustellungszeiten und Brennstoff für das Einsintern.

Bei den in Amerika üblichen großen Herdstärken wird die Verminderung an Brennstoff und Zustellungszeit beim Bau gestampfter Böden bestimmt nicht unbedeutend sein; die Angabe einer anderen Schriftumsstelle, daß gegenüber dem Sinterherd eine Woche an Bauzeit gewonnen werden könnte, dürfte zutreffen. Im Vergleich zu deutschen Siemens-Martin-Öfen können sich bei amerikanischen Anlagen wegen der großen Herdstärken und Badtiefen beim Einbrennen der Sohle auch Schwierigkeiten in der Erreichung der erforderlichen Sintertemperatur ergeben. Der Brennerkopf wird immer so gebaut, daß die Wärmeabgabe der Flamme an die Ebene der Badoberfläche ein Höchstmaß erreicht, so daß tieferliegende Schichten unter Umständen nicht mehr genügend oder ungleichmäßig erhitzt werden. Eine stärkere Beheizung kann diesen Fehler ausgleichen, kann aber auch zu einer Überschreitung der für das Silikatgewölbe zulässigen Temperaturgrenze führen.

Der Abstich wird meist mit „Plastic 695“ hergestellt, einer Sondermasse aus Magnesitkorn und Chromerz, die auch für die Ausbesserung der Vorder- und Rückwände Verwendung findet. Um Chromerz, das seit Kriegsausbruch in Kanada nur in beschränktem Maße zur Verfügung steht, einzusparen, ging man dazu über, die Herde mit der chromerzfreien Ramixmasse zu flicken; man soll dieselben Ergebnisse wie mit Plastic 695 erzielt haben. Für die Ausbesserung der Wände über dem Badspiegel versuchte man in Anlehnung an die guten Erfahrungen der kanadischen Kupferindustrie feingemahlene Magnesit.

Über den Aufbau der Herde bringt die Abhandlung keine besonderen Neuerungen. Auf die Herdplatten kommt zunächst eine 63 bis 76 mm starke Schicht von Isolierbeton, dann eine 190 bis 229 mm starke Schamotteschicht und darüber ein 343 mm starkes, vielfach als „verkehrtes Gewölbe“ ausgebildetes Magnesitmauerwerk, auf das erst die eigentliche Herdsohle eingebracht wird. „Magnecon“-Steine (gebrannte Steine aus kanadischem dolomitischem Magnesit mit einem geringen Chromerzzusatz) sollen sich infolge ihrer besonders hohen Temperaturwechselbeständigkeit und ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Hydratation den handelsüblichen Magnesitsteinen für den Aufbau von Herden überlegen und trotz dem Chromerzzusatz gegenüber basischen Siemens-Martin-Ofenschlacken ebenso widerstandsfähig wie Sinterherde gezeigt haben. Über Versuche mit gemauerten Herden aus Magneconsteinen ohne Sinter- oder Stampfschicht wird nicht berichtet, so daß es unverständlich erscheint, wie sich die höhere Temperaturwechsel- und Schlackenbeständigkeit der Sondersteine hätte vorteilhaft auswirken können. Wahrscheinlich liegen über gemauerte Herde, ebenso wie in Deutschland, nur spärliche Versuche vor, obwohl diese Zustellungsart von einigen europäischen Stahlwerken schon seit Jahren mit Erfolg angewendet wird.

Die Vorderwand wird mit Magneconsteinen aufgebaut und wurde bislang zum Schutz gegen die Silikasteine des Gewölbes mit Chromerzsteinen abgedeckt; nunmehr verwendet man an Stelle der Steine nur mehr eine Schicht Chromerzmörtel. Für die Verlegung der basischen Steine wird „Magset“-Zement, ein nicht zerrieselnder, in Wasser angerührter magnesitischer Mörtel, benutzt, mit dem sich sehr enge, gasdichte Fugen herstellen lassen und der außerdem ein leichtes Rückgewinnen ganzer Steine ermöglicht. Die schrägen Rückwände aus Magnesitsteinen werden feuerseitig mit grobsteinigem Chromerz, unter Verwendung von „Kromepatch“-Zement, ausgekleidet und mit Sintermagnesit geflickt. Versuche, das Chromerz durch Olivin-Gesteinsbrocken zu ersetzen, sind günstig verlaufen.

An Brennerköpfen und senkrechten Zügen soll man mit „Magnechrome“-Steinen, ungebrannten, chemisch gebundenen Steinen aus magnesitischem Dolomit und Chromerz, bemerkenswerte Erfolge erzielt haben. Während man früher die basischen Steine mit Blechen verlegte, wird heute, um Eisen einzusparen, nur Magnesitmörtel gebraucht und die gleiche Haltbarkeit erreicht. Der vom Verfasser beschriebene Verschleißvorgang des Abplatzens der Steine in den senkrechten Zügen deckt sich mit den deutschen Erfahrungen an Chrom-Magnesit-Steinen.

Die Gewölbe werden mit 457 bis 571 mm starken Silikasteinen zugestellt; an den stärksten beanspruchten Stellen werden Streifen aus basischen Steinen eingesetzt. Über Versuche mit vollkommen basischen Siemens-Martin-Ofengewölben wird nicht

¹⁾ Blast Furnace 30 (1942) S. 241/45.

berichtet. Die Haltbarkeit der Silikagewölbe konnte durch Verwendung von Sondernörtel und strenge Temperaturüberwachung wesentlich erhöht werden. Die Tatsache, daß durch Wahl eines geeigneten Mörtels Gewölbereisen um 30 bis 100% verlängert werden konnten, verdient die Beachtung jener Stahlwerker, die der Verwendung eines entsprechenden Mörtels oft nicht die nötige Aufmerksamkeit beimessen.

Auch für die Auskleidung der unteren Teile von Mischern werden „Magnechrome“-Steine verwendet und Ausfressungen in der Schlackenzone mit Plastic 695 ausgebessert. Ebenso werden Tief- und Wärmöfen mit „Magnechrome“-Steinen, unter Benutzung von „Kromepatch“-Zement, mit Erfolg zugestellt.

Die Versuche, basische Baustoffe für die Auskleidung der Gießpfannen zu benutzen, schlugen fehl; sowohl Ausmauerungen mit Magnesit-Formsteinen oder blechumhüllten Magnesit-Formlingen als auch gestampfte Magnesitwände wurden beim Abstoßen der Ansätze stark beschädigt. Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit den Ergebnissen deutscher Versuche, Magnesit- und Chromerz-Magnesit-Steine für Gießpfannen zu verwenden.

Franz Bartu.

Verhalten des Stahles bei erhöhten Temperaturen.

Übersicht über das Schrifttum des Jahres 1942¹⁾.

[Fortsetzung von S. 570.]

Einfluß der chemischen Zusammensetzung und Wärmebehandlung auf die Dauerstandfestigkeit.

Besonders eingehend wurde der Einfluß von Titan und Niob auf die Dauerstandfestigkeit des Stahles untersucht. Durch Zusatz von Titan zu Stählen mit 0,05 bis 0,2% C erhielten P. Bardenheuer und A. Fischer¹⁰⁾ nach Abschrecken von 1200° in Wasser und Anlassen auf 600° bei allen Kohlenstoffgehalten einen Höchstwert der Dauerstandfestigkeit bei 500° bei einem Verhältnis Ti:C = 6 bis 9. Der Betrag dieses Höchstwertes ist vom Kohlenstoffgehalt abhängig; die besten Werte werden bei Kohlenstoffgehalten von mehr als 0,08% erreicht. Ein Chromzusatz zu Titanstählen weitet das durch das Verhältnis Ti:C gekennzeichnete Gebiet der höchsten Dauerstandfestigkeit auf. Reine Siliziumstähle haben nur dann eine verhältnismäßig hohe Dauerstandfestigkeit — etwa 18 kg/mm² —, wenn der Kohlenstoffgehalt möglichst niedrig gehalten wird. Durch Abbinden des Kohlenstoffs an ein sonderkarbidbildendes Element, z. B. Titan, gelingt es, Siliziumstähle mit hohen Dauerstandfestigkeiten (mehr als 40 kg/mm²) zu erzeugen. Zusätze von Molybdän, Vanadin und Wolfram erhöhen die Dauerstandfestigkeit der Titanstähle. Die dabei erhaltenen besten Werte überschreiten durchweg die durch jedes Legierungselemente für sich erreichbaren Höchstwerte. In Niobstählen kann unbeschadet der Dauerstandfestigkeit ein großer Teil des Niobs durch Titan ersetzt werden.

Wie F. Wever und W. Peter¹¹⁾ zeigen konnten, zeichnen sich Eisen-Niob-Legierungen durch eine bemerkenswerte Dauerstandfestigkeit aus, wenn das nach dem Abschrecken in Lösung verbliebene Niobid durch Anlassen auf Temperaturen von 500 bis 700° in einen wirksamen Verteilungsgrad gebracht wird. Die Eigenschaften der binären Eisen-Niob-Legierungen bleiben auch bei den niobhaltigen Stählen mit oder ohne weitere Legierungselemente erhalten, vorausgesetzt, daß der Niobgehalt ausreicht, um nach Bindung des Kohlenstoffs zum Niobkarbid die erforderliche Menge von Niobid zu bilden. Sowohl bei vergüteten Stählen als auch bei gewalzten und vergüteten steigt die Dauerstandfestigkeit bei Überschreiten des Verhältnisses Nb:C = 8:1 stark an¹²⁾. Soweit bisher eine Nachprüfung der DVM-Dauerstandfestigkeit im Langzeitversuch an Stählen mit Niobgehalten, die größer als der zehnfache Betrag des Kohlenstoffgehaltes waren, durchgeführt wurde, zeigten sich keine Anzeichen eines verformungslosen Bruches. An Legierungen mit 1 und 2% Nb und steigenden Kohlenstoffgehalten konnte gezeigt werden, daß die besonders günstige Wirkung des Niobs auf die Dauerstandfestigkeit allein durch das Eisenniobid hervorgerufen wird. Auf Grund dieser Feststellung war es möglich, bei gleichzeitiger weitgehender Senkung des Kohlenstoffgehaltes den Niobgehalt bis auf 0,2% herabzusetzen, ohne eine starke Beeinträchtigung der Dauerstandfestigkeit zu bewirken.

¹⁰⁾ Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 31/38 (Werkstoff-aussch. 599).

¹¹⁾ Arch. Eisenhüttenw. 15 (1941/42) S. 357/63 (Werkstoff-aussch. 574).

¹²⁾ Peter, W.: Arch. Eisenhüttenw. 15 (1941/42) S. 364/68.

E. Houdremont und G. Bandel führten umfangreiche Untersuchungen über den Einfluß des Titans, der Wärmebehandlung sowie zusätzlicher Legierungselemente, wie Mangan, Silizium, Chrom, Molybdän und Vanadin, auf die DVM-Dauerstandfestigkeit und auf das Verhalten im Langzeit-Dauerstandversuch durch¹³⁾. Über die Ergebnisse ihrer Versuche läßt sich kurz folgendes sagen: Die Zunahme der Dauerstandfestigkeit der weichgeglühten Titanstähle bei 400 bis 600° mit steigendem Titangehalt ist nur zu einem Teil dem Einfluß des im α -Mischkristall gelösten Titans zuzuschreiben. Wesentlich wirkt dabei ein Ausscheidungs-vorgang mit, der bei Glühung ohne Verformung sehr träge ist und erst nach der Belastung während des Dauerstandversuchs einsetzt. Damit ist ein kennzeichnender Verlauf der Zeit-Dehnungs-Kurven mit hoher Anfangsdehnung und bleibender Dehnung und geringer, manchmal sogar negativer Dehn-geschwindigkeit verbunden, der bei kurzen Prüfzeiten einen zu hohen Kriechwiderstand vortäuschen kann. Im Gegensatz zu dieser offenbar auf Eisentitanid beruhenden Ausscheidungs-härtung läßt sich schon bei niedrigeren Titangehalten eine beträchtlich höhere Dauerstandfestigkeit erzielen durch Titan-karbid-Ausscheidungshärtung, die infolge der hohen Lösungs-temperaturen der Titankarbide allerdings sehr hohe Abschreck-temperaturen von 1300° voraussetzt. Sie erfolgt nicht erst während des Dauerstandversuchs, sondern bereits bei der Anlaß-temperatur, die bei der hohen Anlaßbeständigkeit der von hohen Temperaturen abgeschreckten Stähle bis zu 700° betragen kann. In diesem Fall ist daher keine Vortäuschung zu hoher Dauerstand-festigkeit im Kurzversuch zu befürchten, sondern es ist auch ein günstigeres Verhalten im Langzeitversuch zu beobachten. Bei hohen Titangehalten kann nach dem Verlust der Vergütbarkeit auch im von 1300° abgeschreckten Zustand nur die geringere Dauerstandfestigkeit entsprechend dem nur geglühten Zustand erzielt werden.

Bei Zusätzen von Mangan, Chrom, Molybdän und Silizium lassen sich bereits bei technisch in Frage kommenden Abschrecktemperaturen von 1050 bis 1100° sehr hohe Dauerstandfestigkeiten erreichen, sofern nicht bei hohen Titan- und besonders bei gleichzeitigen hohen Vanadinzusätzen die Vergüt-barkeit infolge Abschmürung des γ -Feldes verlorengeht. Der technischen Verwendbarkeit der titanhaltigen Stähle hoher Dauerstandfestigkeit sind durch die zum Teil geringe Durch-vergütung Grenzen gesetzt. Weiterhin ist die Erzielung aus-reichender Kerbschlagzähigkeit bei einem Teil der Stähle an einen bestimmten Legierungsbereich gebunden oder nur durch Anlassen auf hohe Temperaturen auf Kosten der Dauerstand-festigkeit möglich.

Im Langzeit-Dauerstand- oder Zeitstandversuch muß besonders bei 550 bis 600° mit einem Abfallen des Kriech-widerstandes gerechnet werden, wenn ein Abklingen des Aus-scheidungs-vorganges während des Dauerstandversuchs statt-findet. Trotz dem deshalb zum Teil notwendigen Abstrich von der DVM-Dauerstandfestigkeit bleibt jedoch eine Überlegenheit über die titanfreien Stähle erhalten. Nach den bisher vorliegen- den Zeitstandversuchen bis zu 16000 h bei 500° ist daher eine Einsparung von Molybdän und Chrom durch Titan in einer Reihe von warmfesten Stählen für manche Verwendungszwecke möglich.

Im Hinblick auf die Versorgungslage sind vor allem die Untersuchungen von Wichtigkeit, die sich auf die Einschränkung der Sparmetalle Molybdän, Wolfram und Nickel in warmfesten Stählen beziehen.

Bei den warmfesten Baustählen ist nach K. Kreitz¹⁴⁾ für Temperaturen bis 400° grundsätzlich und für Temperaturen bis 475 oder 500° in vielen Fällen das Legieren mit Molybdän nicht mehr notwendig. Es kommen Mangan-Silizium-, Chrom-Mangan- oder Chrom-Vanadin-Stähle in Betracht, die meist die erste Zeit einer Bewährung schon hinter sich haben. Ob von 450 bis 500° an molybdänhaltiger Stahl verwendet werden kann, kann im allgemeinen nach der erforderlichen Dauerstand-festigkeit beurteilt werden; nur bei den warmfesten Schrau-ben und ähnlich beanspruchten Maschinenelementen muß daneben die Versprödungsneigung mancher molybdänfreier Austauschstähle berücksichtigt werden. Für Temperaturen über etwa 500° ist Molybdän zur Zeit in einigen Fällen noch un-entbehrlich; ein möglichst weitgehender Ersatz durch Vanadin, Titan oder andere bisher noch wenig erforschte oder angewendete Legierungsmetalle, z. B. Niob, ist eine wichtige Gegenwarts-aufgabe der Stahlforschung.

¹³⁾ Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 85/100 (Werkstoff-aussch. 602).

¹⁴⁾ Arch. Eisenhüttenw. 15 (1941/42) S. 491/96 (Werkstoff-aussch. 586).

W. Tofaute und G. Bandel¹⁵⁾ fanden bei einer Reihe von sparstoffarmen, besonders nickelarmen und nickelfreien austenitischen Auspuffventilwerkstoffen die in *Zahlentafel 1* angegebenen Dauerstandfestigkeiten. Bei 600° werden bei den Stählen 1 bis 5 Dauerstandfestigkeitswerte von 16 bis 20 kg/mm² erreicht, bei 700° liegen die entsprechenden Werte zwischen 7 und 11 kg/mm² und bei 800° zwischen 3 und 5 kg/mm². Die Herabsetzung des Wolframgehaltes von 2 auf 1% macht sich nicht wesentlich bemerkbar, auch ist ein Ersatz des Wolframs durch Molybdän oder Tantal-Niob ohne ausgesprochene Wirkung. Die Dauerstandfestigkeit der Stähle 7 und 8 mit 6 bzw. 13% Mn ist besonders bei 700° geringer als die der entsprechend zusammengesetzten Chrom-Nickel-Legierungen. Bei 600 und 800° sind die Werte dagegen von den Stählen 1 bis 5 nicht allzu stark verschieden. Durch niedrigere Werte, besonders bei 600°, fällt Stahl 11 mit seinem nur teilweise austenitischen Gefüge auf.

Auf Grund umfassender Untersuchungen über die mechanischen Eigenschaften bei Raumtemperatur und in der Wärme, die Kalt- und Warmversprödungsneigung, das Gefüge, die Zunderbeständigkeit und die Nitrierfähigkeit kommen Tofaute und Bandel zu dem Schluß, daß der bekannte Chrom-Nickel-Wolfram-

Zahlentafel 1. Dauerstandfestigkeit nach DVM von verschiedenen Stählen (nach W. Tofaute und G. Bandel).

Stahl	Stahlart	DVM-Dauerstandfestigkeit in kg/mm ² bei		
		600 °	700 °	800 °
1	21/13/2 Cr-Ni-W	(16) 19	(5) 7	(2,0) 3,0
2	15/13/2 Cr-Ni-W	(14) 20	(7,5) 9	(2,0) 3,0
3	15/13/1 Cr-Ni-W	(15,5) 19	(6) 9	(2,0) 3,5
4	15/13/1 Cr-Ni-Mo	(15,5) 17	(9) 11	(3,2) 4,8
5	15/13/1 Cr-Ni-Ta-Nb	(14,5) 16	(5) 8	(2,3) 3,1
6	18/6/6/1 Cr-Mn-Ni-W	(14,8) 17,5	(6,3) 9	(2,0) 3,2
7	16/13/1 Cr-Mn-W	(15,5) 17	(4,2) 5	(1,8) 3,5
8	16/6/5 Cr-Mn-W	(16,5) 18	(4,5) 5	(2,5) 3,1
11	18/9/1 Cr-Ni-W	(8,5) 11	(3,5) 4,5	(1,5) 2,8

(...) für 5 · 10⁻⁴%/h Dehngeschwindigkeit in der 25. bis 35. Belastungsstunde.

Ventilstahl vom WF 100-Typ mit 13% Ni, 15% Cr und 2% W in weitem Umfang durch solchen mit einem gesenkten Nickel- und Wolframgehalt und höchstwahrscheinlich sogar durch einen nickelfreien Chrom-Mangan-Stahl mit Zusatz von Wolfram oder an Stelle des Wolframs mit Stickstoff ausgetauscht werden kann.

Im Rahmen einer Untersuchung über warmfeste Stähle für Schraubenbolzen führte A. W. Wheeler¹⁶⁾ Dauerstandversuche mit nachlassender Spannung¹⁷⁾ bei 500, 510 und 538° durch. Die benutzten Chrom-Molybdän-Vanadin-Stähle und ihre Wärmebehandlung sind in *Zahlentafel 2*

Zahlentafel 2. Chemische Zusammensetzung und Wärmebehandlung der von A. W. Wheeler untersuchten Stähle.

Probe Nr.	Chemische Zusammensetzung						Wärmebehandlung
	C %	Si %	Mn %	Cr %	Mo %	V %	
810	0,46	0,22	0,56	0,95	0,44	0,22	949°, 8 h/Öl; 649°, 2 h/Ofen
837	0,46	0,22	0,56	0,95	0,44	0,22	949°, 8 h/Luft; 649°, 2 h/Ofen
838	0,46	0,22	0,56	0,95	0,44	0,22	949°, 8 h/Luft; 649°, 2 h/Ofen
863	0,45	0,32	0,61	0,99	0,35	0,26	927°, 2 h/Luft; 838°, 2 h/Ofen
865	0,45	0,32	0,61	0,99	0,35	0,26	897°, 8 h/Öl; 649°, 8 h/Ofen
867	0,45	0,32	0,61	0,99	0,35	0,26	897°, 8 h/Öl; 649°, 8 h/Ofen
869	0,45	0,32	0,61	0,99	0,35	0,26	897°, 8 h/Wasser; 677°, 4 h/Ofen
864	0,45	0,32	0,61	0,99	0,35	0,26	927°, 2 h/Luft; 638°, 2 h/Ofen
866	0,46	0,32	0,61	0,99	0,35	0,26	897°, 8 h/Öl; 649°, 8 h/Ofen
868	0,45	0,32	0,61	0,99	0,35	0,26	897°, 8 h/Öl; 649°, 8 h/Ofen
870	0,45	0,32	0,61	0,99	0,35	0,26	897°, 8 h/Wasser; 677°, 4 h/Ofen

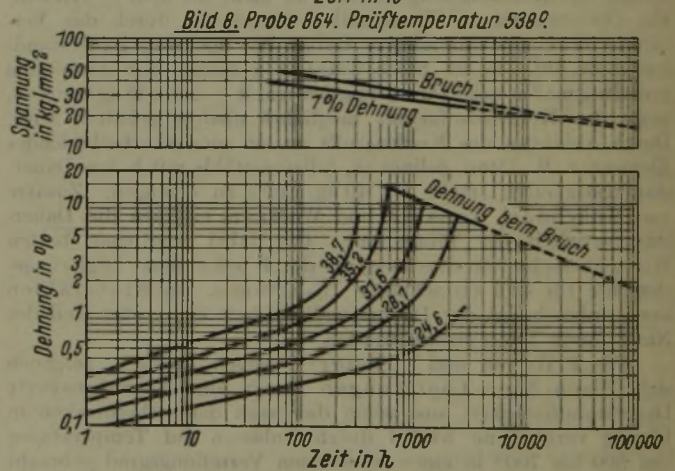
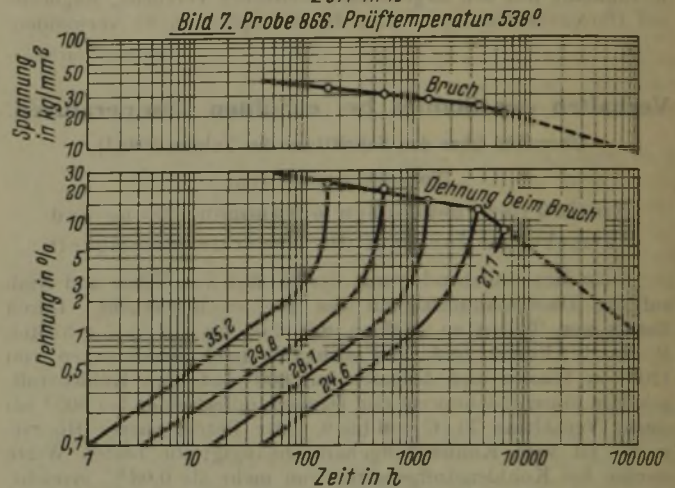
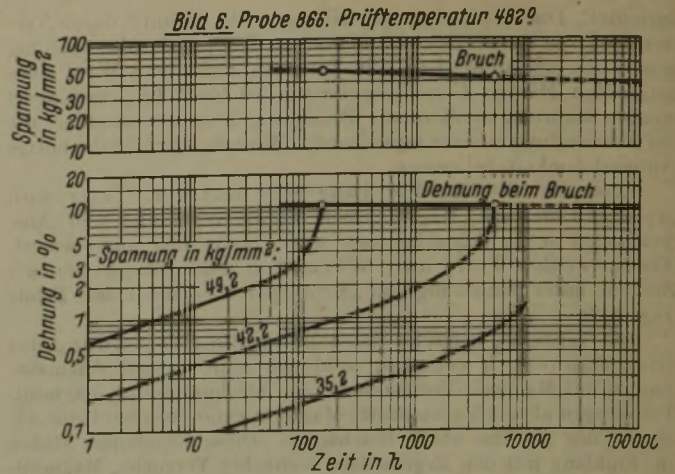
angegeben. Die Prüfdauer erstreckte sich auf 2503 bis 3870 h. Die mechanischen Eigenschaften vor und nach der Dauerstandfestigkeitsprüfung sind aus *Zahlentafel 3* zu ersehen, während die Werte für die Dauerstandfestigkeit (Belastung entsprechend 0,1 bzw. 1% Dehnung in 100 000 h) in *Zahlentafel 4* wiedergegeben sind. Mit zunehmender Abkühlgeschwindigkeit beim Abschrecken erfährt die Dauerstandfestigkeit eine Erniedrigung, während die Kerbschlagzähigkeit zunimmt.

Langzeit-ZerreiBversuche bei 482 und 538° an öl-abgeschreckten und angelassenen Proben Nr. 866 (*Bilder 6 und 7*) ergaben bei der niedrigeren Prüftemperatur in allen Fällen transkristalline Brüche. Bei der höheren Prüftemperatur

¹⁵⁾ Techn. Mitt. Krupp, A: Forsch.-Ber., 5 (1942) S. 193/200.

¹⁶⁾ Trans. Amer. Soc. mech. Engrs. 63 (1941) S. 655/68.

¹⁷⁾ Robinson, E. L.: Trans. Amer. Soc. mech. Engrs. 61 (1939) S. 543/54.



Bilder 6 bis 8. Ergebnisse von Langzeit-Dauerstandversuchen an Stahl mit 0,45% C, 0,99% Cr, 0,35% Mo und 0,26% V (nach A. W. Wheeler).

wurden bis zu Versuchszeiten von 1300 h ebenfalls transkristalline Brüche beobachtet; der erste interkristalline Bruch trat bei 3400 h auf. Die normalgeglühte Probe Nr. 864 (*Bild 8*) wies bis zu 140 h einen transkristallinen und nach 310 h einen interkristallinen Bruch auf.

Die Ergebnisse der Dauerstandfestigkeitsprüfung und der Langzeit-ZerreiBversuche an den an Luft abgekühlten Proben Nr. 863 und 843 und den in Öl abgekühlten Proben Nr. 865 und 866 sind in *Bild 9* zusammengestellt, wobei als Dauerstandfestigkeit die auf 1% Dehnung in 100 000 h und als 100 000-h-Bruchfestigkeit die auf 100 000 h extrapolierten Werte gelten. Das Verhältnis von Dauerstandfestigkeit zu Zugfestigkeit ist für den normalgeglühten Werkstoff größer als für den öl-abgeschreckten.

F. Schulte¹⁸⁾ gibt einen Überblick über Zusammensetzung, Eigenschaften und Anwendung von warmfestem Stahlguß. Im Anschluß an die Besprechung der bisher üblichen Stahlzusammensetzungen werden die bestehenden Möglichkeiten zur Einsparung von Legierungsmetallen wie Molybdän erörtert.

¹⁸⁾ Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 389/97.

Einer umfangreichen Untersuchung von H. Juretzek¹⁹⁾ über legierte Stahlgußgütern sind die in *Zahlentafel 5* aufgeführten Werte für die Dauerstandfestigkeit entnommen. Die Aufstellung zeigt, daß es möglich ist, auch bei dauerstandfesten Stahlgußgütern den Molybdängehalt zu vermindern oder vollständig einzusparen. Die bisher in sehr großem Umfange in Hochdruck-Heißdampfanlagen, im Armaturen- und Turbinenbau

Zahlentafel 3. Mechanische Eigenschaften vor und nach der Dauerstandfestigkeitsprüfung an den in Zahlentafel 2 angegebenen Stählen.

Probe Nr.	Prüf-temperatur °C	Prüf-dauer h	Streckgrenze		Zugfestigkeit kg/mm ²	Dehnung %	Einschnü- rung %	Kerbschlag- zähigkeit mkg/cm ²
			vor	nach				
810	500	3375	vor	115,3	135,7	15,5	55,0	4,0
			nach	102,7	128,7	16,4	46,1	4,0
837	500	3870	vor	79,5	111,8	18,0	48,9	3,5
			nach	81,6	114,6	15,5	47,9	1,1
838	500	3870	vor	81,6	103,6	18,5	53,4	3,8
			nach	81,6	103,5	16,0	50,7	4,2
863	510	2503	vor	75,2	104,9	18,5	51,4	5,4
			nach	81,6	103,3	19,3	53,3	3,2
865	510	2503	vor	77,3	107,6	16,5	54,4	9,3 bis 10,0
			nach	81,6	102,0	17,9	60,0	9,6
867	510	2503	vor	66,8	92,8	21,0	56,0	8,3
			nach	70,3	94,4	20,0	60,5	7,1
869	510	2503	vor	66,8	91,9	21,5	54,6	11,3
			nach	68,2	92,1	22,8	62,2	9,8
864	538	2545	vor	75,2	104,9	18,5	51,4	5,4
			nach	71,7	98,8	20,0	53,4	3,8
866	538	2545	vor	77,3	106,0	16,5	54,4	9,3 bis 10,0
			nach	75,9	96,3	20,0	60,0	8,8
868	538	2545	vor	66,8	92,8	21,0	56,0	8,3
			nach	65,8	89,3	20,7	60,8	7,1
870	538	2545	vor	68,8	91,9	21,5	54,6	11,3
			nach	70,3	91,4	23,6	61,5	10,0

Zahlentafel 4. Ergebnisse der Dauerstandversuche an den in Zahlentafel 2 angegebenen Stählen.

Probe Nr.	Prüf-temperatur °C	Spannung nach 10 000 h kg/mm ²	Dauerstandfestigkeit 0,1 % Dehnung 1 % Dehnung in 100 000 h	
			kg/mm ²	kg/mm ²
			810	500
837	500	15,3	15,1	20,2
838	500	16,3	16,3	20,9
863	510	11,6	11,5	15,5
865	510	9,8	9,6	12,9
867	510	12,0	12,0	15,8
869	510	9,4	9,8	12,7
864	538	6,0	6,1	9,7
866	538	4,4	4,3	8,0
868	538	5,5	5,6	9,5
870	538	3,6	3,9	6,5

verwendeten Stahlgußgütern sind der unter 1 angeführte, mit einem Molybdängehalt von 0,3% legierte Stahlguß und der unter 3 angeführte mit einem Molybdängehalt von 0,4 bis 0,5% bei einem Chromgehalt von 0,7 bis 1,0%. In manchen Fällen

¹⁹⁾ Gießerei 29 (1942) S. 217/26.

Zahlentafel 5. Chemische Zusammensetzung, Festigkeitseigenschaften und Dauerstandfestigkeiten warmfester Stahlgußgütern nach H. Juretzek.

Stahlgußgüte	C %	Mn %	Cr %	Mo %	Festigkeitseigenschaften					DVM-Dauerstandfestigkeit bei							
					0,2-Grenze kg/mm ²	Zugfestigkeit kg/mm ²	Bruchdehnung δ ₅ %	Kerbschlagzähigkeit mkg/cm ²	Warmstreckgrenze bei 300 ° 350 ° kg/mm ²		kg/mm ²						
									400 °	450 °	500 °	550 °	600 °	650 °	700 °		
1	0,15 bis 0,25	0,50 bis 0,80	—	mind. 0,30	> 25	> 45	> 22	6 bis 14	> 22	> 20	> 18	> 14	> 12	—	—	—	
2	0,20 bis 0,30	0,50 bis 0,80	0,90 bis 1,10	0,20	> 35	55 bis 70	> 18	6 bis 18	> 32	> 30	> 28	> 15	> 8	—	—	—	
3	0,15 bis 0,25	0,50 bis 0,80	0,70 bis 1,00	0,40 bis 0,50	30 bis 45	53 bis 70	20 bis 28	5 bis 14	> 26	> 24	> 22	> 16	> 8	—	—	—	
4	0,15 bis 0,25	etwa 0,50	0,90 bis 1,50	— ¹⁾	> 38	60 bis 75	> 18	7 bis 18	—	—	> 28	> 22	> 16	> 8	—	—	
5	0,15 bis 0,25	etwa 0,50	0,80 bis 1,50	0,80 bis 1,30 ¹⁾	> 70	90 bis 110	8 bis 14	3 bis 10	—	—	—	> 40	> 20	> 10	—	—	
6	0,15 bis 0,25	etwa 0,50	0,80 bis 1,50	0,30 ¹⁾	> 45	65 bis 80	> 16	6 bis 20	—	—	—	—	> 16	> 6	—	—	
7	0,15 bis 0,25	0,40 bis 0,60	4,0 bis 6,0	0,50 bis 0,60 0,50 bis 0,60 W	> 50	> 70	> 16	> 10	—	—	> 40	—	> 17	> 4	—	—	
8	0,15 bis 0,25	etwa 0,50	2,5 bis 5,0	0,20 bis 0,30 0,30 bis 0,40 W	> 50	> 70	> 16	> 10	—	—	—	—	> 17	—	—	—	
9	0,20 bis 0,30	0,50 bis 0,70	13,0 bis 16,0	0,40 bis 0,50	40 bis 55	65 bis 80	12 bis 20	4 bis 5	> 35	—	> 31	> 21	> 15	> 8	> 3	—	
10	0,20 bis 0,30	0,50 bis 0,70	13,0 bis 16,0	—	40 bis 55	65 bis 80	12 bis 20	3 bis 4	> 35	> 30	> 20	> 14	> 8	> 2	—	—	
11	0,15 bis 0,30	16,0 bis 18,0	10,0 bis 12,0	— ¹⁾	> 35	> 70	> 35	12 bis 24	—	—	—	—	—	—	> 20	> 10	

¹⁾ Enthält weitere Legierungs-zusätze, die keine Sparstoffe sind.

wird auch die molybdänarme Stahlgußgüte 2 mit 0,2% Mo verwendet sowie eine in der Zahlentafel nicht aufgeführte molybdänfreie Stahlgußgüte, die nur mit etwa 1% Cr legiert ist. Als Ergebnis neuerer Untersuchungen ist unter 4 eine molybdänfreie, mit Chrom-Vanadin legierte Stahlgußgüte angeführt. Wie ein Vergleich der vier genannten Stahlgußgütern zeigt (Bild 10), liegt die Dauerstandfestigkeit der molybdänfreien Stahlgußgüte 4 bei allen Temperaturen über den Werten, die bisher für die Stahlgußgüte mit 0,8% Cr und 0,4% Mo als Mindestgrenze gewährleistet wurde. Die Dauerstandfestigkeiten der molybdänfreien Stahlgußgütern liegen nur bis 450° oberhalb der der Stahlgußgüte mit 0,3% Mo, so daß also diese Stahlgußgüte als Austauschgüte nur für diesen Temperaturbereich zu verwenden ist. Die molybdänfreie Stahlgußgüte wird gegenwärtig erprobt. Die angeführten

Dauerstandfestigkeiten sind für die Zwecke des Dampfkessel-, Dampfmaschinen- und Turbinenbaues im allgemeinen ausreichend. Der Temperaturbereich, in dem die Bauteile hier beansprucht werden, erstreckt sich bis zu 550°. Für Gebiete der Technik, auf denen die Bauteile bei noch höheren Temperaturen beansprucht werden, konnte bisher eine Stahlgußgüte Verwendung finden, die mit etwa 1% Mo legiert war (Stahlgußgüte 5). Durch den hohen Molybdängehalt ergeben sich auch die hohen Werte der Dauerstandfestigkeit von 20 kg/mm²

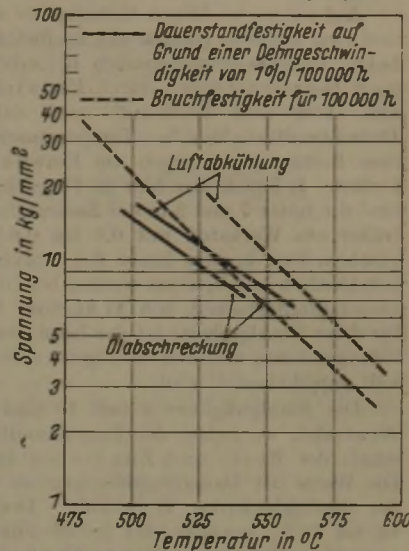


Bild 9. Ergebnisse von Langzeit-Dauerstandversuchen an Stahl mit 0,45% C, 0,99% Cr, 0,35% Mo und 0,26% V nach Luftabkühlung und Ölabschreckung (nach A. W. Wheeler).

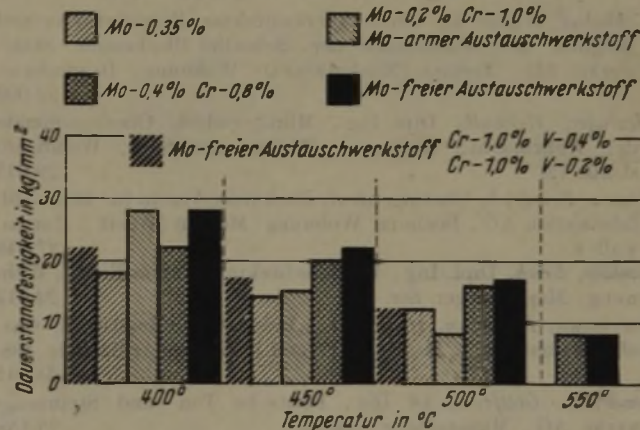


Bild 10. Dauerstandfestigkeit von molybdänhaltigen, molybdänarmen und molybdänfreien Stahlgußgütern nach H. Juretzek.

bei 550° und von 10 kg/mm² bei 600°. Eine Legierung mit einem so hohen Molybdängehalt läßt sich aber nur in Ausnahmefällen verwenden. Es ist hier ebenfalls eine molybdänarme Austauschgüte mit 0,3% Mo entwickelt worden (Stahlgußgüte 6). Die Dauerstandfestigkeiten dieser Stahlgußgüte weisen noch den hohen Wert von mehr als 16 kg/mm² bei 550° und mehr als 6 kg/mm² bei 600° auf.

Auf einem wichtigen Gebiete der chemischen Großindustrie, und zwar auf dem Gebiete der Treibstoffherstellung, treten neben hohen Druckbeanspruchungen bei erhöhten Temperaturen auch noch Beanspruchungen durch Einwirkung des Wasserstoffs auf. Von dem Werkstoff wird daher neben einer hohen Dauerstandfestigkeit bei Temperaturen von 550 bis 600° auch eine Beständigkeit gegen die Einwirkung des Wasserstoffs gefordert. Beispiele der hier in Frage kommenden Stahlgußgüten sind die unter 7 und 8 in der *Zahlentafel 5* angeführten. Während früher ein Werkstoff mit 0,5 bis 0,6% Mo und 0,6% W vorgesehen war, konnte heute der Molybdän- oder Wolframgehalt beträchtlich herabgesetzt werden bei Gewährleistung der gleichen Dauerstandfestigkeit von 17 kg/mm² bei 550°. Kennzeichnend für diese Stahlgußgüte ist der hohe Chromgehalt, der bis zu 6% betragen kann, wodurch die Eigenschaft der Wasserstoffbeständigkeit gewährleistet wird.

Die Stahlgußgüten 9 und 10 sind hochlegiert. Sie werden verwendet, wo neben der Dauerstandfestigkeit auch die Eigenschaft der Rost- und Zunderbeständigkeit gefordert wird. Die Werte der Dauerstandfestigkeiten liegen nicht höher als die der niedriglegierten Werkstoffe. Der hohe Chromgehalt von 14 bis 16% gewährleistet jedoch eine Korrosionsbeständigkeit gegenüber Dampf und Gasen. Der früher verwendete molybdänhaltige Stahlguß wird heute ebenfalls durch einen molybdänfreien Stahlguß ausgetauscht, bei dem allerdings nicht die gleich hohen Werte der Dauerstandfestigkeit gewährleistet werden können. Die an dieser Stahlgußgüte mit 0,3% C und 14,45% Cr ermittelten Dauerstandfestigkeiten sind 24 kg/mm² bei 400°, 10 kg/mm² bei 500°, 5 kg/mm² bei 550° und 2 kg/mm² bei 600°. Die auf

Mangan-Chrom aufgebaute Stahlgußgüte 11 ist durch hohe Dauerstandfestigkeiten bei 650 und 700° gekennzeichnet.

W. Gatzek²⁰⁾ weist darauf hin, daß bei dem neuerdings häufiger angewandten Vergüten unmittelbar aus der Walzhitze²¹⁾ eine Erhöhung der Dauerstandfestigkeit eintritt. Bei einem Stahl mit 0,28% C, 1,10% Mn, 0,65% Cr und 1,15% V betrug die Dauerstandfestigkeit bei 500° 9 bis 10 kg/mm², wenn in üblicher Weise vergütet wurde, dagegen 15 bis 16 kg/mm², wenn aus der Walzhitze in Wasser abgeschreckt und bei 650° angelassen wurde.

Auf Grund von Untersuchungen an einem Stahl mit 0,15% C und 0,3% Mo kommen H. Esser, S. Eckardt und G. Lautenbusch⁷⁾ zu dem Ergebnis, daß zur Erzielung einer möglichst hohen Dauerstandfestigkeit unter Berücksichtigung der Festigkeitseigenschaften bei Raumtemperatur dem Glühen kaltverformter Rohre etwas oberhalb der Normalglühtemperatur der Vorzug zu geben ist.

Anton Pomp.

[Schluß folgt.]

Leuchtstoffröhren.

Auf dem Gebiete der Raumbeleuchtung sei auf die Verwendung von Leuchtstoffröhren hingewiesen, die eine 50- bis 57%ige Stromesparung gegenüber Glühlampen ergeben. Solche Leuchtstofflampen in älterer Ausführungsart ergaben ein nicht immer angenehm empfundenes „kaltes“ Licht. Nunmehr ist es jedoch gelungen, die Lampen so zu vervollkommen, daß sie eine dem Tageslicht ähnliche, blendungsfreie und schattenlose Beleuchtung geben. Zum Betriebe ist Wechselstrom erforderlich. Diese Leuchtstoffröhrenanlagen eignen sich besonders für die allgemeine Beleuchtung von Arbeitsräumen, für die Konstruktionsbüros und Laboratorien sowie alle Arbeitsstellen, in denen ein dringendes Bedürfnis zur Raumbeleuchtung mit tageslichtähnlichem Licht vorliegt.

²⁰⁾ Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 819/20 (Erörterungsbeitrag).

²¹⁾ Siehe Schäfer, R., und W. Drechsler: Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 809/20 (Werkstoffaussch. 605).

Vereinsnachrichten.

Änderungen in der Mitgliederliste.

- Aichholzer, Walter*, Dr. mont., Werksdirektor, Betriebsführer und Mitglied des Vorstandes der Schoeller-Bleckmann Stahlwerke AG., Ternitz (Niederdonau); Wohnung: Herrenhaus. 22 002
- Bleisinger, Helmuth*, Dipl.-Ing., Ministerialrat, Oberkommando der Wehrmacht; Wohnung: Berlin-Lichterfelde, Weddigenstraße 73. 20 015
- Clemens, Friedrich*, Oberingenieur, Bochumer Verein für Gußstahlfabrikation AG., Bochum; Wohnung: Minden (Westf.), Marienwall 4. 27 048
- Comblés, Erich*, Dipl.-Ing., Betriebsdirektor, Wanne-Eickel; Wohnung: Magdeburger Str. 97. 24 013
- Gaiermann, Hermann*, Ingenieur, „Indugas“, Industrie- u. Gasofen-Bauges. m. b. H., Enger (Westf.); Wohnung: Bachstr. 498. 38 042
- Hendrickx, Gottfried*, Dr.-Ing., Deutsche Ton- und Steinzeugwerke AG., Münsterberg (Schles.). 39 158
- Hugo, Erich*, Dr.-Ing., Verein Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT., Düsseldorf 1, Ludwig-Knickmann-Str. 27; Wohnung: Buderich (b. Düsseldorf), Johann-Kirschbaum-Str. 8. 35 234
- Hugo, Heinrich*, Direktor i. R., Buderich (b. Düsseldorf), Johann-Kirschbaum-Str. 8. 05 019
- Hütten, J. L.*, Ingenieur, Geschäftsführer, J. L. Hütten G. m. b. H., Nürburg über Adenau (Eifel). 11 075
- Knauth, Herbert*, Dipl.-Ing., Oberingenieur, F. Schichau AG., Stahlwerks- u. Schmiedebetriebe, Elbing; Wohnung: Nietzschesstraße 2. 35 276
- Knüppel, Helmut*, Dr.-Ing., Betriebsdirektor, Dnjepr-Stahl G. m. b. H., Dnjeprpetrowsk (Ukraine), Schließfach 83. 36 225
- Kukla, Otto*, Dr.-Ing., Werksdirektor des Edelstahlwerkes Baildonhütte der Oberhütten, Vereinigte Oberschles. Hüttenwerke AG., Kattowitz (Oberschles.), und Betriebsführer u. techn. Geschäftsführer der Preßwerk Laband G. m. b. H., Gleiwitz 2; Wohnung: Kattowitz-Baildonhütte (Oberschles.), Königshütter Str. 93. 21 068
- Lehr jr., Karl*, Ingenieur, Stolzenberges für Getriebetechnik m. b. H., Hoheneibe (Riesengeb.), Langenauer Str. 3; Wohnung: Hombok (Ostsudetenl.), Nr. 67. 29 117
- Lohse, Rolf*, Dipl.-Ing., Hüttenbetriebsleiter der Kupferhütte

- Wiesau der Berg- u. Hütten-AG. „Buhag“, Bunzlau; Wohnung: Niedermühlstr. 43. 42 014
- Maschmeyer, Hanns*, Dipl.-Ing., Vize-Direktor der Betriebsoberdirektion der AG. vorm. Skodawerke, Prag II, Jungmannstr. 29; Wohnung: Herrengasse 16 (Palace-Hotel). 39 039
- Metken, August*, Oberingenieur, Eisenwerk Wanheim G. m. b. H., Abt. Gesenkschmiede, Duisburg-Wanheim; Wohnung: Ehinger Str. 357. 35 356
- Müller-Hauff, Albert J.*, Dr.-Ing., Hüttendirektor a. D., Inhaber der Dombrowaer Drahtindustrie Dr. Müller-Hauff KG., Dombrowa (Kr. Bendsburg/Oberschles.); Wohnung: Kattowitz (Oberschles.), Brynowstr. 158a. 10 087
- Oeking, Rudolf*, Direktor i. R., Günderscheid über Asbach (Westerwald). 10 095
- Plein, Franz*, Metallograph, Fried. Krupp AG., Versuchsanstalt, Essen; Wohnung: Brassertstr. 28. 41 071
- Rohde, Ewald W.*, Dr.-Ing., Oberingenieur, Hüttenwerke Siegerland AG., Charlottenhütte, Niederschelden (Sieg). 37 364
- Rüdiger, Otto*, Dr. phil., Abteilungsleiter, Fried. Krupp AG., Versuchsanstalt, Essen; Wohnung: Sommerburgstr. 108. 38 153
- Schneider, Erich P.*, Dipl.-Ing., Betriebsdirektor, Mannesmannröhren-Werke, Abt. Grillo-Funke, Gelsenkirchen-Schalke. 29 174
- Schulte, Heinrich*, Betriebschef, Demag-Fahrzeugwerke G. m. b. H., Berlin-Falkensee, Seegfelder Weg; Wohnung: Berlin NO 55, Pregelstr. 17. 35 486
- Schumacher, Heinz*, Dipl.-Ing., Betriebsdirektor, August-Thyssen-Hütte AG., Duisburg-Hamborn; Wohnung: Kasino. 29 177
- Sonnabend, Kurt*, Dipl.-Ing., Direktor beim Montanblock der Reichswerke AG. für Bergbau u. Hüttenbetriebe „Hermann Göring“, Berlin-Halensee, Albrecht-Achilles-Str. 62—64. 17 083
- Steinweiger, Fritz*, Ingenieur, Direktor, stellv. Mitglied des Vorstandes der Buderus'schen Eisenwerke, Wetzlar; Wohnung: Bannstr. 38. 42 236
- Trecker, Wilhelm*, Oberingenieur und Handelsbevollmächtigter der Klöckner-Flugmotorenbau G. m. b. H., Curein (Protektorat). 24 103
- Uferkamp, Albert*, Oberingenieur, Hartmann & Braun AG., Geschäftsstelle Berlin, Berlin; Wohnung: Berlin-Wilmersdorf, Hohenzollerndamm 39. 41 301
- Vollmacher, Hellmuth*, Dr.-Ing., Betriebsdirektor, Dortmund-Hoerder Hüttenverein AG., Werk Dortmund, Dortmund, Huckarder Str. 38; Wohnung: Märkische Str. 194c. 29 212