

# STAHL UND EISEN

## ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute

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

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

HEFT 41

10. OKTOBER 1940

60. JAHRGANG

### Die neuzeitliche Großkolbenmaschine in Hütten- und Bergwerksanlagen.

Von Ludolf Engel in Duisburg\*).

*(Arbeitsweise der Kolben- und Turbomaschinen. Gaswirtschaft und Gasmaschine gegenüber Dampfturbine für Kraftenerzeugung. Gasgebläse und Turbogebälde. Weiterentwicklung der Gasmaschine. Die Dampfmaschine als Antrieb von Walzwerken, insbesondere Umkehrwalzwerken gegenüber dem elektrischen Antrieb. Ausgestaltung der Dampfmaschine als Walzenzugmaschine. Geschwindigkeitssteuerung mit Preßölregler und Preßölsteuerung. Dampffördermaschinen. Dampfferngasverdichter. Dampfantriebe im Bergbau.)*

Die Kolbenmaschine leitete mit der Dampfmaschine den Beginn eines neuen Zeitalters ein. Durch sie hervorgerufen, vollzog sich die bekannte stürmische Entwicklung auf nahezu allen Gebieten, mit denen sich die Betätigung des Menschen befaßt. Zu der Kolbenmaschine, die zunächst als Dampfmaschine, Kolbenverdichter, Kolbenpumpe oder dergleichen die gebräuchlichste Kraft- und Arbeitsmaschine für die verschiedensten technischen Zwecke darstellte, kam im Laufe der Entwicklung die Turbo- oder Strömungsmaschine, wie Dampfturbine, Turbokompressor, Kreiselpumpe.

Die Arbeitsweise der Kolben- und Turbomaschinen ist grundsätzlich verschieden. Kolbenmaschinen arbeiten, durch die Anwendung des Kurbeltriebes bedingt, mit periodischem Durchsatz des Energieträgers bei verhältnismäßig geringen Geschwindigkeiten; Turbomaschinen dagegen mit stetigem Durchfluß bei großen Geschwindigkeiten. Jede Arbeitsweise und damit jede Maschinengattung hat ihre Vorteile, die die andere nicht hat. Vorteile, die andererseits jedoch fast immer mit irgendwelchen Nachteilen erkauft werden müssen. In dem Bestreben, die betrieblichen Eigenschaften der Maschinen immer weiter zu verbessern und die Maschinen immer wirtschaftlicher zu bauen, d. h. die Leistungsfähigkeit zu steigern und den Verbrauch, den einmaligen sowohl an Aufwendungen für die Errichtung der Anlagen als auch den laufenden für die Betriebsmittel zu senken, entstand im Laufe der Entwicklung ein scharfer Wettbewerb zwischen Kolben- und Turbomaschinen. Auf manchen Anwendungsgebieten wurde eindeutig zugunsten der einen oder anderen Maschinenart entschieden. Auf anderen wiederum blieben beide gleichberechtigt nebeneinander bestehen, und nur an Hand genauer Prüfung der an jeder Verwendungsstelle vorliegenden Verhältnisse kann heute entschieden werden, ob Kolben- oder Turbomaschine für den einzelnen Bedarfsfall am Platze ist.

Das Ziel dieser Ausführungen ist es, den derzeitigen Entwicklungsstand der Großkolbenmaschinen an einigen bemerkenswerten Ausführungen aufzuzeigen, die zu gleicher Zeit auch die Richtung erkennen lassen, in der die weitere Entwicklung verlaufen dürfte.

\*) Gekürzter Auszug aus einem Vortrag vor der Eisenhütte Südost am 22. Juni 1940 in Leoben.

Die Eisen- und Hüttenindustrie stützt sich in ihrer Kraftwirtschaft in der Hauptsache auf das in reichlicher Menge anfallende Hochofengas. Betriebswirtschaftlich gesprochen, spielt die Gutschrift für das Hochofengas beim Hochofenbetrieb eine wesentliche Rolle. Daher überall das Bestreben, aus dem Gichtgas eine möglichst große Leistung herauszuholen. Dabei ist es gleichgültig, ob es sich um Hütten handelt, die ihren Koks selber erzeugen und außer dem Gichtgas noch einen starken Anfall von den hochwertigen Koksengasen haben, oder um solche, die ihren Koks beziehen. Denn die Koksengase werden im Rahmen der Verbundwirtschaft in immer steigendem Maße durch Ferngasleitungen für Zwecke der allgemeinen Energiewirtschaft eingesetzt. Das Gas steht hier erst im Anfange einer Entwicklung, die zur Großraumversorgung drängt. Einer Entwicklung, die die Elektrizität als heute größter Energieversorger, begünstigt durch ein engmaschiges Netz, das sich über das ganze Reich spannt, bereits weitgehend durchschritten hat.

Diese Entwicklung kann auch recht bedeutungsvoll für die zukünftige Stellung der Großgasmaschine werden, die zur äußersten Ausnutzung der Hochofengase im Einsatz zur Strom- und Winderzeugung auch heute noch die geeignetste Maschine ist. Aber solange man das Gas in Zeiten des Ueberschusses noch fliegen lassen muß, ist der gute Wärmeverbrauch einer Maschine allein nicht ausschlaggebend für den Wert einer Maschinenanlage, und so erklärt sich der scharfe Wettbewerb mit den Dampfturbo-Stromerzeugern bzw. Dampfturbogebälde, die heute noch der Großgasmaschine wärmewirtschaftlich unterlegen sind und sie auch wohl kaum erreichen werden.

Zwar erzielte die neuzeitliche Dampftechnik in Verbindung mit Hochleistungskesseln im Zuge der letzten Entwicklung außerordentliche Erfolge. Diese Entwicklung ist heute jedoch zu einem gewissen Abschluß gekommen, und es sind keine wesentlichen Verbesserungen mehr zu erwarten. Im Gegenteil ist anzunehmen, daß die aus den Garantien und aus Abnahmeversuchen bekannten Verbrauchszahlen im Laufe einer längeren Betriebszeit noch einer gewissen Berichtigung unterworfen werden. Die besonders hoch gezüchteten Anlagen arbeiten mit sehr hohen Drücken von 150 at und mehr, mit hohen Ueberhitzungen bis zu 550°

und zum Teil mehrfacher Zwischenüberhitzung. Das bedingt jedoch Anlagen großer Leistungsfähigkeit und eine starke Erschwerung des Betriebes, so daß sie für die üblichen Industriekraftwerke in den seltensten Fällen in Frage kommen. Diese Anlagen werden daher im allgemeinen nur in Großkraftwerken zur Speisung öffentlicher Netze eingesetzt. Hier werden Wärmeverbrauchsahlen erreicht, die bei 2900 bis 3000 WE/kWh liegen<sup>1)</sup>.

In Industriekraftwerken zur Eigenerzeugung des Stromes erzielen Dampfturbo-Stromerzeuger auf Kondensation arbeitend heute bei entsprechend großen Einheiten in Druckstufen zwischen 20 und 70 at und bei entsprechenden Ueberhitzungsgraden mit 450 bis 475° am Kessel im Betriebsdurchschnitt 3100 bis 3200 WE im Dampf je kWh Klemmenleistung. Das setzt aber Frischwasserkühlung voraus, also einen Standort, an dem kaltes Wasser in beliebiger Menge vorhanden ist; denn darauf beruht der gute Wirkungsgrad der Turbinenanlage. Dort, wo nur rückgekühltes Wasser zur Verfügung steht, und das dürfte der Regelfall sein, steigt der Wärmeverbrauch um rd. 6 bis 8 %, d. h. im Mittel auf 3300 bis 3400 WE/kWh.

Mit einem Kesselwirkungsgrad von 80 % im Monatsmittel werden dann, bezogen auf den Brennstoff, zwischen 3850 und 4250 WE/kWh verbraucht. Diese Wärmeverbrauchsahlen stellen äußerst günstige Werte dar, die nur bei hoher Durchschnittsbelastung und gutem Betriebszustand der Turbinen erreicht werden können. Da nach F. Bartscherer<sup>2)</sup> aber die Belastung der Turbinen auf Hüttenwerken im Mittel 65 bis 70 %, kaum überschreitet, könnte man auf diese Zahlen zu Recht noch einen Betriebszuschlag von einigen Prozent geben.

Demgegenüber verbraucht die Großgasmaschine mit verwerteter Abhitze unter Berücksichtigung der Lastschwankungen und in betriebsmäßigem Zustande nach den Angaben eines großen deutschen Hüttenwerkes 2800 bis 2900 WE/kWh<sup>3)</sup>. Es ist selbstverständlich, daß sich dieser Vergleich ebenso wie bei der Dampfturbine nur auf neuzeitliche Bauart mit entsprechend großen Maschinensätzen bezieht. An dieser unbedingten thermischen Ueberlegenheit der Gasmaschine wird sich auch in Zukunft nichts ändern. Die Gasturbine kann zur Zeit noch nicht in den Kreis dieser Betrachtungen einbezogen werden, da sie sich in ihrer Entwicklung zunächst noch im Zustande des Großversuches befindet.

Nun ist aber der Wärmeverbrauch allein nicht ausschlaggebend bei der Wahl der Stromerzeugungsanlage. Betriebskosten und Anlagekosten sind weit häufiger ausschlaggebend. In besonderen Fällen, wie z. B. in Zeiten mit allgemein angespannter Rohstofflage, wird der benötigte Werkstoffaufwand ausschlaggebend bei der Wahl zwischen den Möglichkeiten für den Ausbau der Anlage werden und die Rücksichten auf die Wärmewirtschaftlichkeit und sonstige Umstände zurücktreten lassen.

Der große Werkstoffaufwand, den die Großgasmaschine erfordert, ist einmal ihre Schwäche, dann aber auch ihre Stärke, Werkstoffaufwand und Lebensdauer einer Maschinenanlage bedingen sich in gewissen Grenzen gegenseitig. Ueber die Lebensdauer einer Großgasmaschine ist nun nicht mehr zu streiten. Den Beweis, daß sie auch bei stärkster Ausnutzung eine der langlebigsten Maschinen ist, hat sie

erbracht. Das läßt auch die Frage der Anlagekosten in einem besonderen Lichte erscheinen. Nach den Angaben, die im Jahre 1930 auf der Weltkraftkonferenz gemacht wurden, betragen die Anlagekosten einer Stromerzeugungsanlage aus Hochofengas mit Großgasmaschinen mit verwerteter Abwärme etwa 350  $\mathcal{R.M.}/\text{kW}$ , bei einer Dampfkraftanlage rd. 260  $\mathcal{R.M.}/\text{kW}$  bei kleineren, bis 224  $\mathcal{R.M.}/\text{kW}$  bei größeren Anlagen<sup>4)</sup>.

Diese Zahlen bedürfen heute nach der Steigerung der Leistungsfähigkeit der Aggregate durch Einführung der Zwillingsstandembauart einer Berichtigung. Für eine betriebsfertige Gaskraftanlage zur Stromerzeugung aus Hochofengas von 7000 kW einschließlich Eigenbedarf betragen die Anlagekosten rd. 250  $\mathcal{R.M.}/\text{kW}$ . Die Anlage besteht aus einer Großgasmaschine der Bauart DTZ 15. In die Kosten sind die gesamte Nebeneinrichtung, Abhitzeessel, Fundamente und Maschinenhaus eingeschlossen. Ein Dampfturbosatz gleicher Leistung, betriebsfertig einschließlich aller Nebeneinrichtungen im gleichen Umfange mit La-Mont-Kessel für 40 atü, 475° stellt sich in seinen Anlagekosten auf rd. 215  $\mathcal{R.M.}/\text{kW}$ . Die Anlagekosten liegen zwar immer noch zugunsten der Dampfkraftanlage, jedoch hat sich heute die Kostenspanne zur Gaskraftanlage vermindert, sie lag früher mit 260 zu 350  $\mathcal{R.M.}/\text{kW}$  und liegt heute mit 215 zu 250  $\mathcal{R.M.}/\text{kW}$ .

Bei Wertung aller genannten Einflüsse, Wärmeverbrauch, Werkstoffaufwand, Lebensdauer und Anlagekosten, zu denen auch noch die laufenden Ausgaben für Betriebsmittel und Ausbesserungen genannt werden müssen, zeigt es sich, daß die eigentlichen Vorteile der Gaskraftanlage dann hervortreten, wenn die Anlagekosten abgeschrieben sind und sich ihre thermische Ueberlegenheit unbelastet durch die Abschreibung des Anlagekapitals voll auswirken kann.

Während die Eigenschaften der Gasdynamos, soweit sie Anpassungsfähigkeit an die allgemeinen Betriebsbedingungen betreffen, als gleichwertig denen der Turbodynamos anzusprechen sind, liegt bei den Windgebläsen, seien es Hochofen- oder Stahlwerksgebläse, der betriebliche Vorteil auf seiten des durch Gasmaschine angetriebenen Kolbengebläses gegenüber dem Turbogebläse.

Nach der bekannten Charakteristik der Turbogebläse stehen Windmenge und Winddruck bei jeder Drehzahl über den ganzen Betriebsbereich in einem bestimmten Zusammenhang<sup>5)</sup>. Die Einregelung erfolgt durch Drehzahländerung entweder auf gleiche Windmenge oder auf gleichen Druck. Meistens wird auf gleichbleibende Windmenge geregelt und der Druck durch Drosselung des Windes am Druckstutzen oder vor dem Hochofen gehalten. Wesentlich einfacher ist die Regelung des Gaskolbengebläses, da sich hier bekanntlich der Winddruck unabhängig von der Drehzahl von selber einstellt und die Windmenge ausschließlich von der Drehzahl abhängt.

Die Wirtschaftlichkeit der Regelung ist bei dem Turbogebläse ungünstiger als beim Kolbengebläse (Bild 1). Hier ist der Wärmeverbrauch eines neuzeitlichen Dampfturbogebläses mit Frischdampfturbine für 36 atü, 430°, und einer gleich großen Anlage mit zwei Gaskolbengebläsen der Bauart DTG 15 in Abhängigkeit von der Windmenge bei gleichbleibender Windpressung dargestellt. Im günstigsten Punkte liegt der Wärmeverbrauch des Turbogebläses rd. 45 bzw. 80 % höher als beim Gaskolbengebläse ohne

<sup>1)</sup> Münzinger, F.: Leichte Dampftriebe an Land, zur See, in der Luft, 2. Aufl. von „Die Aussichten von Zwanglaufkesseln“. Berlin 1937. S. 15.

<sup>2)</sup> Arch. Eisenhüttenw. 1 (1927/28) S. 305.

<sup>3)</sup> Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 1168, 1171; Bartscherer, F.: Arch. Eisenhüttenw. 1 (1927/28) S. 297/312.

<sup>4)</sup> Langer, P.: In: Gesamtbericht Zweite Weltkraftkonferenz Berlin 1930. Bd. 5, S. 313. Stein, Th.: Energiewirtschaft. Berlin 1935. S. 113.

<sup>5)</sup> Z. VDI 77 (1933) S. 131; Kluge, F.: Demag-Nachr. 16 (1940) S. B 11.

oder mit Abhitzeverwertung, steigt aber beim Abweichen vom Normalpunkt nach oben oder unten stark an. Demgegenüber bleibt der Wärmeverbrauch des Gaskolbengebläses über einen weiten Bereich nahezu gleich und steigt mit fallender Windmenge im Höchstfalle bis zu rd. 30 % an. Diese Wärmeverbrauchszahlen beziehen sich auf die Garantien einer und derselben Firma, die sowohl Turbo- als auch Kolbengebläse baut. In das Schaubild sind zum Vergleich die von H. Froitzheim<sup>6)</sup> versuchsmäßig ermittelten Wärmeverbrauchszahlen an einer DTG 13 eingetragen.

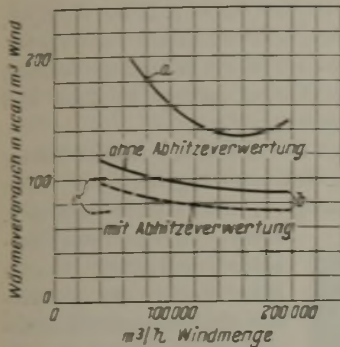


Bild 1. Wärmeverbrauch je m<sup>3</sup> Wind bei gleichbleibender Pressung auf 1,16 atü.

- a = Dampfturbo- und Turbine für Frischdampf 37 at, 430° C, rückgekühltes Wasser.
- b = Gaskolbengebläse 2 Maschinen DTG 15.
- c = Gaskolbengebläse DTG 13 auf 1,3 atü Windpressung nach H. Froitzheim<sup>6)</sup>.

Die Anlagekosten stellen sich bei einer Windpressung von 1,16 atü auf 700 R./Nm<sup>3</sup> min beim Gaskolbengebläse DTG 15 gegen 550 R./Nm<sup>3</sup> min beim Dampfturbo- und Turbine.

Die Kosten schließen Fundamente, Maschinenhäuser und sämtliche zu einem geordneten Betriebe gehörenden Nebeneinrichtungen ein unter der Annahme einer neuzeitlichen Installation, jedoch ohne Reserve an Kesseln oder dergleichen. Sie sind auf der Grundlage der verbindlichen Angebote derselben Firma und nach dem Stande der Preise von 1939 errechnet.

Trotz der bestehenden äußeren Eigenschaften der Turbogebälse, wie geringe Anlagekosten, geringer Platzbedarf, geringe Instandhaltungskosten, sind große Gasmaschinengebläse in den letzten Jahren in größerer Zahl gebaut worden. Die soweit bekannt größte Anlage dieser Art ist vor kurzem bei der Witkowitz Bergbau- und Eisenhütten-Gewerkschaft in Mährisch-Ostrau in Betrieb gekommen. Es ist dies ein Hochfengebläse für 2000 m<sup>3</sup>/min auf 1 atü mit Steigerungsmöglichkeit auf 2 atü und mit den Abmessungen: 1700 Hub, 1500 mm Gaszylinderdurchmesser und 3250 mm Windzylinderdurchmesser. Die Maschine leistet 4150 PS<sub>0</sub> bei 80 U/min und ist nach Zeichnungen der Maschinenbau-A.-G. vorm. Ehrhardt & Sehmer, Saarbrücken, in den Werkstätten von Witkowitz gebaut.

Im jetzigen Entwicklungsstande der Großgasmaschine gehen die Bestrebungen ausschließlich darauf aus, sie in ihren Einzelteilen zu vervollkommen. Der grundsätzliche Aufbau der Maschine hat sich gegenüber den bekannten früheren Ausführungen nicht geändert.

Da die Hauptkosten für Ausbesserungen und Ersatzteile fast ausschließlich an Lagern, Zylindern, Kolben und Kolbenringen anfallen, schenkt man der Durchbildung dieser Teile die äußerste Sorgfalt, und hat zum Teil neue Wege beschritten. Es kann in diesem Zusammenhange nur auf die einschlägigen Veröffentlichungen verwiesen werden, die bis in die letzte Zeit hinein bekannt geworden sind und die den Entwicklungsstand dieser Einzelteile deutlich aufzeigen<sup>7)</sup>. Hier soll nur kurz auf die Erfolge verwiesen werden, die zum Beispiel beim Bau der hochbeanspruchten Gaszylinder durch

die Einführung der schmiedeeisernen Zylinder und der Zylinder mit direkt gekühlter Lauffbüchse erzielt wurden. Ein Verschleiß an Lauffbüchsen und Kolbenringen tritt besonders dann stark auf, wenn die Gasreinigungen der Werke nicht mitkommen und der Staubgehalt des Gichtgases hoch wird. Die Erfahrungen eines der größten deutschen Hüttenwerke haben jedoch gelehrt, daß sich bei den neuen Zylinderbauarten der Verschleiß auch bei höherem Staubgehalt günstig stellt.

Hauptaufgabe bei der Großgasmaschine bleibt nach wie vor die Steigerung der Leistungsfähigkeit der einzelnen Aggregate und die Senkung der Kosten für die Leistungseinheit zum mindesten auf die der Dampfkraft. Es hat an Anregungen hierzu nicht gefehlt, und ein Schritt zur Steigerung der Leistung war der Uebergang zur Zwillingstandembauart, die auch eine Verbilligung der Baukosten mit sich brachte.

Eine tiefer greifende Umgestaltung der bekannten Bauart und grundsätzliche Abkehr von der langsam laufenden Maschine mit ihren großen Massen zur schnelllaufenden Bauart ist über einige Ansätze noch nicht herausgekommen. Die durchgreifende Änderung einer bislang bekannten Bauart ist auf einem anderen Gebiete des für die Hüttenindustrie wichtigen Kraftmaschinenbaues erfolgt, auf dem der Dampfwalzenzugmaschinen.

Früher benutzte man zum Antrieb der Walzenstraßen fast ausschließlich langsamlaufende Kolbendampfmaschinen. Gasbeheizte Niederdruckdampfkessel lieferten den Dampf für diese Maschinen, die zum Antrieb der durchlaufenden wie der Umkehrstraßen dienten. Der Dampf wurde in Einzelkondensationen niedergeschlagen. Die Anlagen sind heute zum Teil fünfzig Jahre und länger in Betrieb, sie haben sich als außerordentlich widerstandsfähig erwiesen. So lief z. B. in jüngster Zeit bei einer großen westdeutschen Firma die Anfrage auf die Instandsetzung einer Dampfwalzenzugmaschine ein, die im Jahre 1897, also vor 43 Jahren geliefert worden war. Mit der Wärmewirtschaftlichkeit der alten Anlagen war es schlecht bestellt. Es ist bekannt, daß ein Hüttenwerk an der Saar für die Dampfmaschinen zum Antrieb seiner Walzenstraßen täglich 1500 t Dampf brauchte. Bei vollkommenem Stillstand dieser Anlagen an Feiertagen brauchte es nach seinen eigenen Messungen täglich 800 t Dampf, also mehr als die Hälfte des Vollbetriebes, nur um die Dampfleitungen unter Druck zu halten<sup>8)</sup>. Grund dafür war, daß diese Anlagen mit Satteldampf bei niederen Drücken arbeiteten und daher sehr starke Wärmeverluste hatten.

Mit der Einführung der höheren Dampfdrücke und steigenden Ueberhitzungen wurden diese Verhältnisse zwar besser. Um aber die durch die Entwicklung der Dampftechnik gebotenen Vorteile zur vollen Auswirkung kommen zu lassen, dazu fehlte es an einer geeigneten Dampfmaschinenbauart. Die alten Maschinen waren baulich den verschärften Betriebsbedingungen mit Rücksicht auf erhöhte Dampfdrücke und vor allem erhöhte Ueberhitzungen nicht mehr gewachsen.

Anders nutzte der Elektroantrieb die Vorteile der Hochdruckdampftechnik aus. Die Entwicklung im Bau von Hochdruckdampfkraftwerken senkte in den letzten Jahren den Wärmeverbrauch für die kW-Stunde so weit, daß der an sich unwirtschaftlich arbeitende Elektroantrieb der Umkehrstraßen mit der Dampfmaschine in Wettbewerb treten konnte und sie schließlich überholte<sup>9)</sup>. Darüber hinaus zeigte der Elektroantrieb eine Reihe von betrieblichen An-

<sup>6)</sup> Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 1420 (Masch.-Aussch. 49).

<sup>7)</sup> Solt, R.: Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 1353/62; Reiner, F.: Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 569/80 (Masch.-Aussch. 67); Maduschka, L.: Stahl u. Eisen demnächst. Schnürle, A.: Die Verbrennungskraftmaschine, H. 5. Die Gasmaschine. Wien 1939. S. 79.

<sup>8)</sup> Drawe, R.: Wärme 57 (1934) S. 753.

<sup>9)</sup> Fischer, M.: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 186/96 (Masch.-Aussch. 78).

nehmlichkeiten, die die Dampfmaschine älterer Bauart nicht aufweisen konnte, besonders die bequeme und sichere Steuerfähigkeit des Walzenmotors. Immerhin bleibt der Hauptnachteil des elektrischen Antriebes der Walzenstraßen nach wie vor bestehen, und das ist die mehrfache Umformung der Wärmeenergie, ehe sie in Form des Drehmomentes an den Kammwalzenzapfen des Walzgerüstes gelangt.

Der Hauptvorteil des Dampftriebes vor dem Elektroantrieb bleibt immer der, daß die Energie nur über die Umformungsstufen Dampfkessel—Dampfmaschine an das Gerüst herangebracht wird.

Dieser Vorteil tritt besonders beim Antrieb der Umkehrstraßen zutage. Daher haben zuerst hier die Arbeiten der Dampfmaschinenkonstruktoren eingesetzt, nachdem durch die letzte Entwicklung der Kolbendampfmaschine die Möglichkeit geschaffen war, diesen Antrieb betrieblich so zu verbessern, daß er mit dem Elektroantrieb erfolgreich in Wettbewerb treten kann.

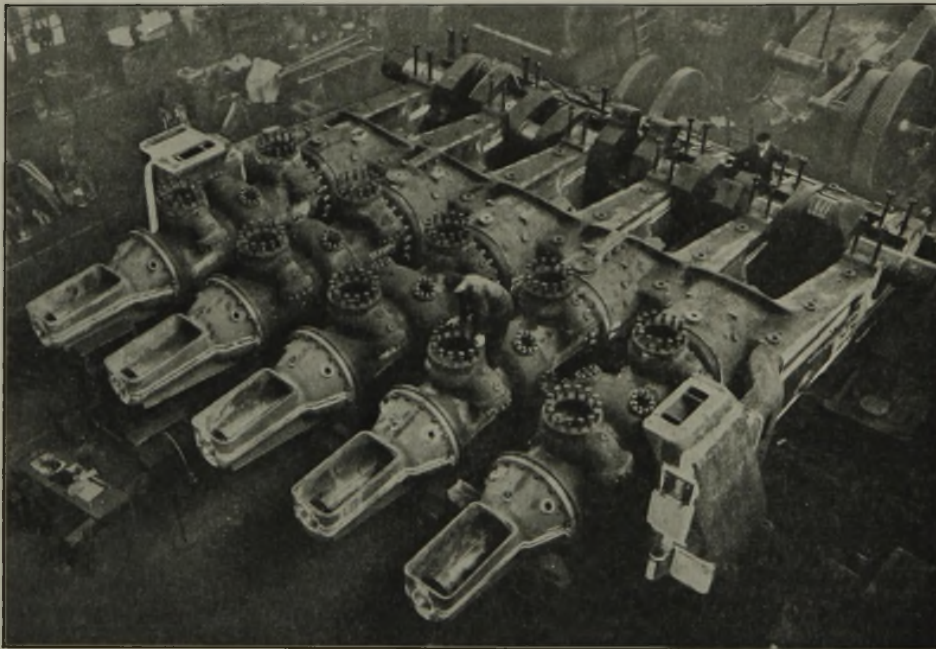


Bild 2. Fünf-Zylinder-Umkehrdampfmaschine in Werkstattmontage.

Für den Antrieb einer schweren Grobblechstraße, die als Vierwalzengerüst mit 5,2 m Ballenlänge ausgeführt ist, wurde kürzlich von der Demag eine Umkehrdampfmaschine mit 450 mt Drehmoment bei höchstens  $\pm 60$  U/min der Walzen geliefert. Den allgemeinen Aufbau dieser Maschine zeigt das während der Werkstattmontage aufgenommene Bild 2. Die Dampfmaschine hat fünf Zylinder mit 630 mm Dmr., 950 mm Hub, läuft mit höchstens  $\pm 270$  U/min und gibt bei dieser Drehzahl eine größte Leistung von 30 000 PS ab. Der Frischdampfdruck beträgt 37 atü bei 380° Ueberhitzung.

Diese neue, von der Demag entwickelte Maschinenart weist grundsätzlich drei Merkmale auf. Das sind Mehrkurbelbauart in Reihenanordnung nebeneinander, Anwendung hoher Drehzahlen und Anwendung eines selbsttätig wirkenden Drehzahlreglers in Verbindung mit einer Preßölsteuerung.

Die Mehrkurbelbauart ergibt ein gleichförmiges Drehmoment an der Kurbelwelle. Die Massenkräfte und Momente sind vor allem bei Drei- und Fünfkurbelmaschinen weitgehend ausgeglichen, ohne daß besondere Maßnahmen erforderlich sind.

Die hohen Drehzahlen werden angewendet, um einen guten Ungleichförmigkeitsgrad zu erreichen und um die

Maschine auch bei niederen Walzendrehzahlen gut steuerfähig zu halten. Bei den hohen Drehzahlen, die natürlich die Anwendung von Getrieben bedingen, werden in Verbindung mit der höheren Zylinderzahl beim Auswalzen eines Blockes oder Bleches mehr Kraftimpulse auf die Walzen und damit auf den Meter Walzgut ausgeübt. Die älteren Maschinenbauarten übten nur wenige und dann verhältnismäßig große Kraftimpulse aus, da sie bei geringerer Zahl der Kurbeln vergleichsweise langsam drehten. Bei der neuen Bauart der Demag werden kleine Kraftimpulse in möglichst schneller Folge ausgeübt. So kam früher z. B. nur ein Kraftimpuls auf 60 cm Blocklänge, während bei der Fünfzylindermaschine acht Kraftimpulse auf 60 cm Blocklänge ausgeübt werden. Die Steuerfähigkeit einer solchen Maschine wird durch diese Bauart außerordentlich gut.

Steuerungstechnisch hat der elektrische Antrieb bislang den großen Vorteil gehabt, daß jeder Lage des Steuerhebels eine bestimmte Geschwindigkeit der Walzen entsprach.

Beim alten Dampfmaschinenantrieb entsprach dagegen jeder Stellung des Steuerhebels ein bestimmtes Drehmoment an den Walzen, das größer oder kleiner als das verlangte sein konnte. Der Maschinist erkannte die zu- oder abnehmenden Widerstände an den Walzen erst an den ab- oder zunehmenden Geschwindigkeiten und kam daher mit der Verstellung der Steuerung im allgemeinen zu spät. Die Folge war das manchmal zu beobachtende Steckenbleiben der Maschine beim Fassen des Blockes oder die Drehzahlerhöhung beim Abgeben des Blockes. Beides führte zu erhöhtem Energieverbrauch und Zeitverlust beim Auswalzen.

Versuche zur Abstellung dieses Nachteiles durch Anordnung von Reglern und durch Verbesserung der Steuerung

sind schon früher bekanntgeworden. Aber die damals gebräuchlichen Kulissensteuerungen und Zentrifugalregler mit ihren großen Massen konnten der Lösung dieser Regel- und Steuerungsfrage nicht gerecht werden.

Anders wurde das nach der Einführung der Preßölregler und der Preßölsteuerungen. Der Preßölregler ist heute ein ganz wesentlicher Bestandteil der neuen Bauart geworden. Mit seiner Hilfe wird die Drehmomentensteuerung der alten Umkehrdampfmaschine zu einer Geschwindigkeitssteuerung der neuen Bauart, und dadurch können die angenehmen steuerungstechnischen Eigenschaften des elektromotorischen Antriebes auch beim Dampfmaschinenantrieb der Umkehrstraßen erreicht werden.

Der Preßölregler ist ein mittelbarer Regler, d. h. ein Regler, dessen Arbeitsvermögen durch einen Servomotor weitgehend verstärkt wird. Bei diesem Regelsystem hat das eigentliche Regelorgan nur die zur Verstellung eines kleinen Steuerschiebers notwendige Energie abzugeben. Dieser Steuerschieber steuert das von einer besonderen Pumpe erzeugte Druckmittel, welches den Servomotorkolben bewegt und die zur Verstellung der Maschinensteuerung notwendige Kraft abgibt, ganz gleich, wie groß die Steue-

rungswiderstände sind. Der Preßölregler wirkt unmittelbar auf die Preßölsteuerung, die eine reine Füllungssteuerung ist und deren bewegte Massen im Verhältnis zu denen der alten Kulissensteuerung verschwindend gering sind. Ebenso wie der Regler ist auch die Steuerung eine mittelbare Steuerung. Die Steuerimpulse, die den Füllungsgrad, d. h. die Dauer der Öffnung des Dampf einlaßventils bestimmen, werden wiederum auf einen kleinen unbelasteten Steuerschieber übertragen. Eine Pumpe drückt das von diesem Steuerschieber gesteuerte Druckmittel, als solches wird das Schmieröl der Umlaufschmierung des Triebwerkes der Maschine verwendet, unter Kolben, die die Dampfventile anheben. Das Schließen der Dampfventile geschieht durch Federdruck. Von solchen Preßölsteuerungen gibt es mehrere Arten, die alle auf den gleichen Grundgedanken zurückgehen.

Steuerung und Regler sind in langjährigem Betrieb bei ähnlichen Maschinen erprobt und haben sich als unbedingt betriebssicher erwiesen.

Die Maschine nach beendeter Werkstattmontage zeigt Bild 3. Deutlich ist der Steuerkasten zu sehen, in dem die ganze Steuereinrichtung gegen Staub geschützt untergebracht ist. Alle wichtigen Einzelteile der Maschine, also Triebwerk, Dampfventile und dergleichen, sind frei von oben zugänglich und können leicht vom Kran gefaßt und bei Ueberholungsarbeiten nach oben ausgebaut werden.

Neben der Maschine ist ein Hilfsführerstand aufgebaut. Der Hauptführerstand ist auf der anderen Seite der Walzenstraße angeordnet und liegt in ungefähr 100 m Entfernung von der Maschine.

Die schnelllaufenden Dampfmaschinen der neuen Bauart bedürfen zur Umwandlung der hohen Drehzahlen, wie bereits erwähnt, eines Getriebes. Die Verwendung solcher Getriebe für Umkehrdampfmaschinen zum Walzwerksantrieb ist nun an sich durchaus nicht etwas Neues. Die neuen Hochleistungsgetriebe mit ihrer Pfeilverzahnung, die auf Sondermaschinen mit äußerster Genauigkeit hergestellt wird, haben aber mit den von früher her bekannten Räder vorgelegten der Umkehrdampfmaschinen mit geraden Zahnflanken kaum noch etwas gemeinsam. Besonderer Wert wird heute auf eine geringe Flächenpressung der Zahnflanken aufeinander gelegt. Dadurch kann auch unter den rauen Betriebsbedingungen des Walzwerksbetriebes zwischen den Zähnen ein schmierfähiger Oelfilm gehalten werden, so daß metallische Reibung und rascher Verschleiß mit Sicherheit vermieden werden.

Im allgemeinen wird man die Leistung in einem Getriebe an der Dampfmaschine unterbringen können. Beim Antrieb besonders schwerer Straßen können jedoch die erforderlichen Abmessungen des Getrieberades so groß werden, daß es nicht mehr auf der Bahn befördert oder auf den Verzahnungsmaschinen bearbeitet werden kann. Unter den baulichen Möglichkeiten, solche großen Drehmomente im Vorzuge unterzubringen, ist die Lösung der Demag mit je

einem Getriebe zu beiden Seiten der Dampfmaschine besonders vorteilhaft. Diese Lösung wurde bei der Umkehrmaschine mit 450 mt Drehmoment gewählt, und die Uebersicht über die gesamte Anlage zeigt Bild 4.

Die Dampfmaschine steht zwischen den beiden Getrieben und die Kurbelwelle gibt das Drehmoment an ihren beiden Enden über zwei elastische Kupplungen an die Getriebe mit je 225 mt ab. Um nun zu erreichen, daß jedes Getriebe auch tatsächlich annähernd die halbe Leistung der Dampfmaschine überträgt, mußte eine besondere Verbindung der beiden Getriebewellen ausgeführt werden. Die beiden Radkörper sitzen auf Flanschenwellen, und zwar der walzwerksseitige auf einer hohlen Flanschelle (a) und der andere Radkörper auf einer massiven Flanschelle (b), deren Länge so gewählt wird, daß die Räder noch mit eingezogener Welle verzahnt werden können. Die Entfernung der beiden inneren Getriebewellenflansche wird durch eine Hohlwelle (c) und eine massive Verbindungswelle (d) überbrückt, die beide

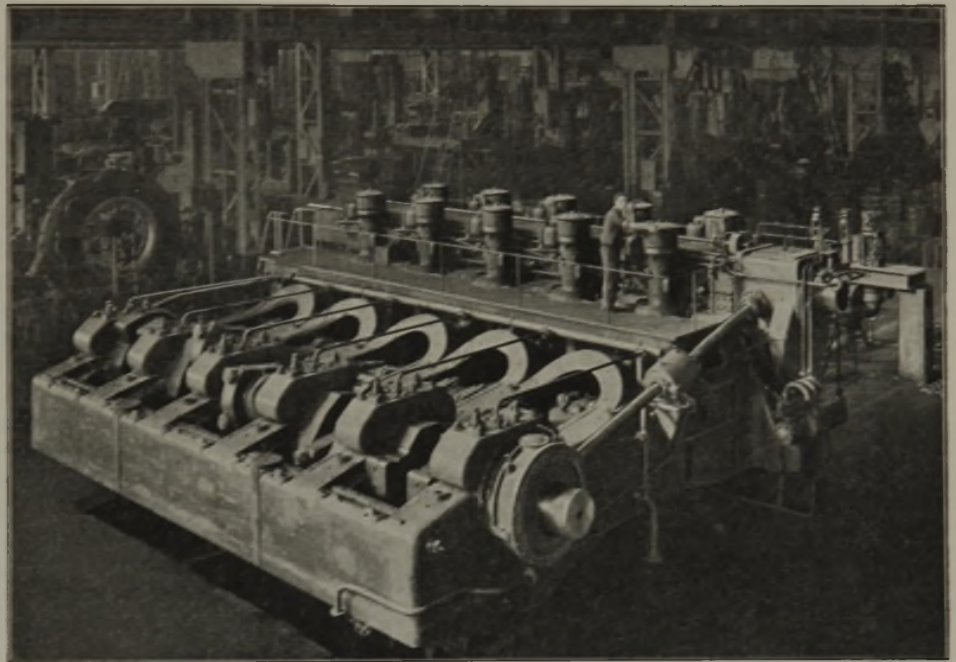


Bild 3. Fünf-Zylinder-Umkehrdampfmaschine nach beendeter Werkstattmontage.

die gleiche Verdrehung haben. Die Summe der Drehkräfte der hohlen und der massiven Verbindungswelle, also das volle Drehmoment von 450 mt wird durch eine Kernwelle (e) übertragen, die durch das walzwerksseitige Getriebe hindurchgeführt ist.

Der Bau der schnelllaufenden Maschinen ist eine schwingungstechnische Aufgabe. Dabei sind es vor allem die Kurbelwellen, die durch Schwingungen gefährdet werden, denn bei gewissen Drehzahlen können die Schwingungen mit den Kraftimpulsen in Resonanz treten und dann die Anlage gefährden. Durch geeignete Bemessung der Kurbelwelle oder andere bauliche Maßnahmen, wie zusätzliche Anordnung von Schwungmassen oder Schwingungsdämpfern, sucht man die kritischen Dreheschwingungen nach Möglichkeit in einen Bereich zu verlegen, der über den üblichen Drehzahlen liegt.

Das bei dieser Anlage angewendete System, bei dem die Kurbelwelle nach beiden Enden abtreibt, verhält sich, wie eingehende Nachrechnungen erwiesen haben, dynamisch außerordentlich günstig mit Bezug auf Schwingungen. Besondere Schwingungsdämpfer sind nicht notwendig. Auf beiden Enden der Kurbelwelle sind lediglich zwei leichte

Schwungscheiben aufgesetzt, von denen die eine die Verzahnung zum Eingriff des Schaltwerkes trägt. Statisch ist die Kurbelwelle durch den beiderseitigen Abtrieb sehr günstig belastet. Durch geeignete Wahl der Hubfolge der Kurbeln ist in bekannter Weise ohne Anordnung von Gegengewichten ein nahezu vollständiger Momentenausgleich erreicht<sup>10)</sup>.

Die Anlagekosten dieser Umkehrantriebe liegen in wohl allen Fällen eindeutig zugunsten des Dampfmaschinenantriebes<sup>11)</sup>. Auf Grund von Vergleichsrechnungen für einige Anlagen verschiedener Größe kann in erster Annäherung angegeben werden, daß die Kosten des vollständigen Dampftriebes schwerer Umkehrstraßen einschließlich Kesselanlage mit aller zu einem geordneten Betrieb gehörenden Nebeneinrichtung nicht ganz soviel betragen wie die vollständige Einrichtung eines Elektroantriebes, dieser

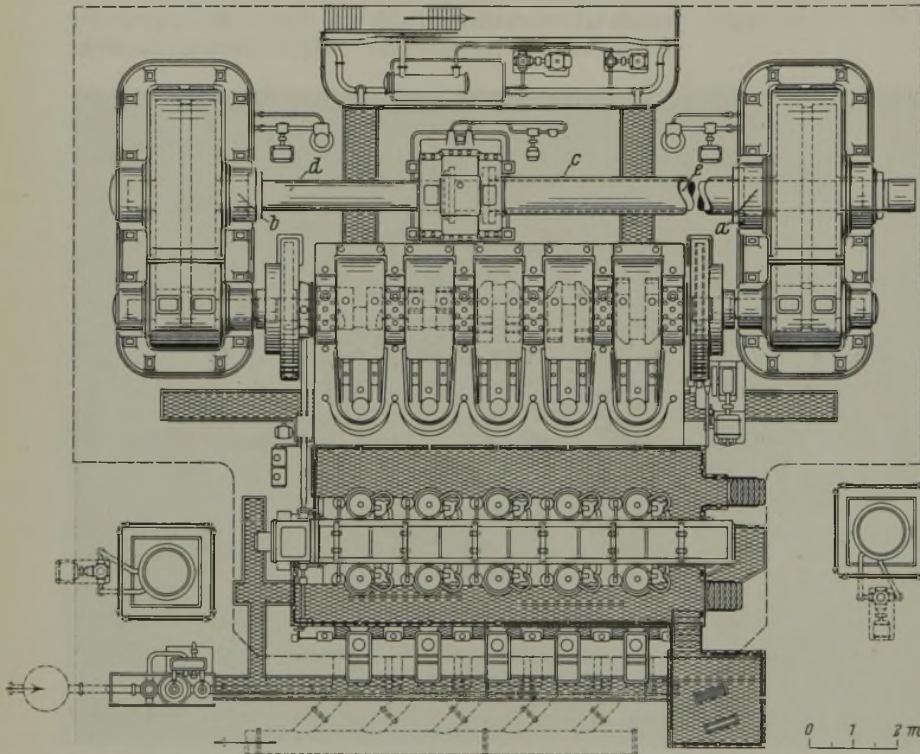


Bild 4. Fünf-Zylinder-Umkehrdampfmaschine, Anlageplan.

letzte jedoch ohne die zugehörige elektrische Zentrale, d. h. ohne Kessel, Dampfmaschine und Nebengeräte.

Die reinen Energieverbrauchszahlen für den elektrischen Antrieb liegen heute fest und sind aus Veröffentlichungen bekannt. Für den neuzeitlichen Hochdruck-Dampfmaschinenantrieb können die Energie- oder Dampfverbrauchszahlen genau bestimmt werden, da genügend Werte von früheren Untersuchungen der bekannten Bauarten mit niederen Dampfdrücken bekannt sind, die umgerechnet werden können. Die Umrechnung geschieht, wie im Dampfmaschinenbau allgemein üblich, über das adiabatische Wärmegefälle. Ebenso wie bei der Dampfturbine ergibt sich ja die bessere Wirtschaftlichkeit der neuen Dampfmaschinenbauart vor allem aus der Vergrößerung des ausnutzbaren adiabatischen Wärmegefälles. Daher ja auch das Bestreben, die Ueberhitzungen soweit wie möglich zu steigern und das Gefälle nach unten durch Verbesserung des Kondensators der Dampfturbine und durch kaltes Kühl-

wasser immer weiter zu vergrößern. Die Umrechnung des Dampfverbrauches über das Wärmegefälle ergibt bei der Dampfmaschine keine übertrieben guten Werte, da die der Hochdruckbauart eigenen baulichen Verbesserungen, z. B. die Verkleinerung der schädlichen Räume und Flächen, hierbei noch gar nicht in Erscheinung treten. Daher kann mit Recht erwartet werden, daß die hier gegebenen Zahlen bei den Betriebsbeobachtungen, die sich natürlich über eine längere Zeit erstrecken müssen, verbessert werden.

Für 15fache Streckung braucht man für den Elektroantrieb nach den Angaben der Verbraucher einen Stromverbrauch von durchschnittlich 28 kWh/t Einsatz, an den Klemmen des Ilgner-Steuermotors gemessen, und einschließlich sämtlicher Umformerverluste, einschließlich des Stromverbrauches der Erregung und Kühlung. An den Klemmen des Ilgner-Steuermotors hat die Kilowattstunde bei Erzeugung durch eine neuzeitliche Hochdruck-Turbinenanlage, auf Kondensation arbeitend, einen Wärmewert von rd. 3300 WE. Hierzu sind noch bei einem Hüttenwerk mit eigener Zentrale rd. 4% Verteilverluste, also Umspann- und Kabelverluste, zu rechnen, die zwischen den Klemmen des Generators und des Ilgner-Steuermotors auftreten. Die Kesselverluste treten in beiden Fällen in ungefähr gleicher Höhe auf, so daß sie nicht in Ansatz gebracht werden sollen. Von der Dampfturbine bis zum Gerüst werden also für das Auswalzen auf 15fache Streckung beim Auswalzen durch Elektromotor für die Tonne Einsatz rd. 96 000 WE gebraucht<sup>12)</sup>.

Eine gleichwertige, neuzeitliche Hochdruckdampfmaschine, die das Wärmegefälle zwischen 40 atü und 400° bis auf 0,2 atü Gegendruck verarbeitet, wird für 15fache Streckung ungefähr 125 kg Dampf für die Tonne Einsatz gebrauchen. Abdampfverwertung, die die Wirtschaftlichkeit stark steigert, soll für diesen Vergleich nicht vorgesehen werden. Der Dampf wird unter Druck niedergeschlagen und das Kondensat mit einer Temperatur von 100° zur Kesselspeisung wieder verwendet. Der so durchgeführte Arbeitsgang ist betrieblich außerordentlich einfach und bietet keine technischen Schwierigkeiten. Der Wärmeverbrauch beträgt dann beim Auswalzen mit Hochdruckdampfmaschine 83 000 WE.

Der reine Wärmeverbrauch beim Auswalzen auf 15fache Streckung liegt also beim Elektromotor rd. 16% höher als beim Auswalzen mit einer neuzeitlichen Hochdruckdampfmaschine. Die Berücksichtigung des Kapitaldienstes und eine Abdampfverwertung bei der Dampfmaschine verschieben dies Verhältnis noch weiter zugunsten des Dampfmaschinenantriebes.

Der Bau dieser großen Umkehrdampfmaschine wäre nicht möglich gewesen ohne die Erfahrungen, die durch die letzte Entwicklung des Großkolbenmaschinenbaues allgemein und des Dampfmaschinenbaues im besonderen vorliegen. Vorläufer dieser Maschine ist eine schnelllaufende

<sup>10)</sup> Schrön, H.: Kurbelwellen mit kleinsten Massenmomenten für Reihenmotoren. Berlin 1932.

<sup>11)</sup> Engel, L.: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 173/85 (Masch.-Aussch. 77).

<sup>12)</sup> Siehe Fußnote 11: a. a. O., S. 179 u. 184/85.

Umkehrdampfmaschine zum Antrieb einer Schachtförderung. Abgesehen von dieser Sonderausführung sind große Dampfmaschinenanlagen in den letzten Jahren in immer steigender Zahl gebaut worden und haben der Maschinenindustrie wertvolle Erfahrungen vermittelt, deren Auswertung wieder den anderen Zweigen zugute kam.

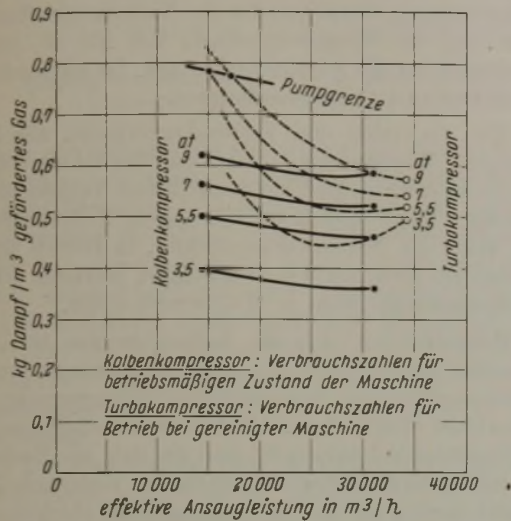


Bild 5. Dampfverbrauch bei verschiedenen Belastungen für Turbokompressor mit Dampfturbinen-Antrieb, Kolbenkompressor und Dampfmotoren-Antrieb.

Diese großen Dampfmaschinen dienen vor allem zum Antrieb von Ferngasverdichtern, sind also in einem Industriezweig eingesetzt, der mit der Hüttenindustrie eng verbunden ist. Bekanntlich wird durch den wirtschaftlichen Einsatz des in den Hütten- und Zechenbetrieben anfallenden Uberschußgases als Ferngas für Zwecke der allgemeinen Energieversorgung die Energiewirtschaft dieser Betriebe verbessert. Durch nichts kann die Bedeutung des Ferngasgedankens besser unterstrichen werden, als daß bei der Anlage der Reichswerke „Hermann Göring“ die Gasfernversorgung von vornherein in die Planung einbezogen wurde.

Mit dem fortschreitenden Ausbau dieser Anlagen wachsen die Gasmengen, die zum Versand kommen, immer mehr, und steigen die Gasdrücke, die für die Fortleitung des Gases notwendig sind, immer höher. Neuverlegte Leitungen sind bereits für Drücke von 36 atü abgenommen worden, wenn auch der Betriebsdruck zur Zeit diese Höhe noch nicht erreicht hat<sup>13)</sup>. Betrieblich hat man bei den hohen Gasdrücken und dem großen Rauminhalt der langen Leitungen den nicht zu unterschätzenden Vorteil, daß man eine große Menge Gas speichern kann.

Diese hohen Drücke bei dem geringen spezifischen Gewicht des zu verdichtenden Gases sind mit ein Grund, weshalb zur Verdichtung fast ausschließlich Kolbenkompressoren und wenig Turboverdichter gebaut sind. Der wichtigste Grund für die bevorzugte Anwendung des Kolbenverdichters ist jedoch seine leichte und wirtschaftliche Regelung auf Menge und Druck. Gerade dieser Gesichtspunkt ist für die Fernversorgung von ausschlaggebender Bedeutung, da die

Gasdrücke im Netz bei den Belastungsschwankungen stark wechseln. Der Turboverdichter ist für die Ferngasversorgung nur in vereinzelter Ausführung zur Uebernahme der Grundlast gebaut, aber auch hier wegen der starken Verschmutzung des Gases, in der Hauptsache Naphthalin, sehr empfindlich im Betrieb.

Bild 5 gibt die Dampfverbrauchszahlen für einen Großkolbenverdichter mit Dampfmaschinenantrieb gegenüber einem Turboverdichter mit Dampfturbinenantrieb. Der Verdichterteil drückt auf 8 atü, also noch nicht einmal besonders hoch. Man sieht, wie bei Teilmengen und Teildrücken der Dampfverbrauch des Turboverdichters gegenüber dem Kolbenverdichter stark ansteigt. Bei Anlagen in dieser Größenordnung, also mit etwa 25 000 Nm³/h, sind die Anlagekosten für Turboverdichter und Kolbenverdichter ungefähr gleich.

Im allgemeinen Aufbau der eigentlichen Verdichter hat sich in den letzten Jahren wenig geändert. Nur sind die äußeren Abmessungen mit der Erhöhung der Gasleistung der Aggregate außerordentlich gesteigert worden. Die Höhe der Verdichtungsdrücke erlaubt es im allgemeinen, mit zweistufiger Verdichtung auszukommen. Bei Enddrücken von rd. 12 bis 15 atü muß man zur dreistufigen Verdichtung übergehen oder Nachschaltverdichter aufstellen. Bei ausgeführten Anlagen findet man beide Möglichkeiten durchgeführt.

Angetrieben werden die Verdichter in der Mehrzahl durch Dampfmaschinen, dann aber auch durch Großgasmaschinen oder Elektromotoren. Die Antriebsart hängt natürlich von den allgemeinen Energieverhältnissen am Aufstellungsort ab.

Auf den Zechen- und Hüttenkokereien herrscht im allgemeinen der Dampftrieb vor, da die Dampfkosten durch Verfeuerung der minderwertigen Brennstoffe niedrig sind. Die

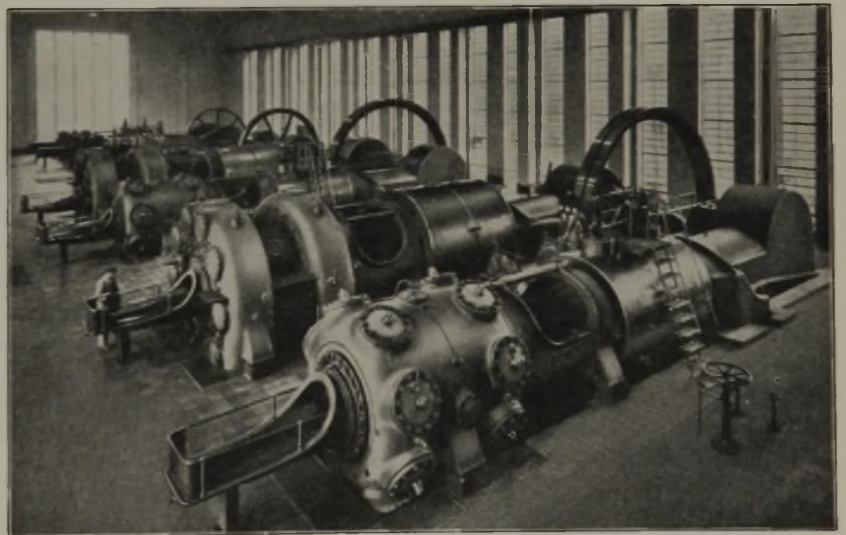


Bild 6. Ferngasverdichter für je 25 000 Nm³/h auf 9 atü.

Dampfmaschinen sind an das fast stets vorhandene Mitteldruckdampfnetz angeschlossen, und die Dampfdrücke werden vorteilhaft in zweifacher Dehnung des Dampfes, also in Verbundmaschinen, verarbeitet. Der Aufbau des in Bild 6 gezeigten Verdichters ist kennzeichnend für den Dampftrieb und für alle größeren Leistungen grundsätzlich der gleiche.

Bei dieser Bauart gibt der treibende Dampfzylinder seine Leistung unmittelbar an den getriebenen Gaszylinder ab, und die Kurbelwelle vermittelt nur den Arbeitsausgleich beider Maschinenseiten. Die Verluste im Triebwerk werden

<sup>13)</sup> Demag-Nachr. 4 (1930) S. 12/20. Wunsch, W.: Z. VDI 84 (1940) S. 7.

dadurch äußerst gering. Der mechanische Wirkungsgrad einer solchen Maschine liegt bei 93 %. Die Verdichter haben einen Hub von 1400 mm. Die Dampfzylinder haben 1200 mm Dmr. im Hochdruck und 1850 mm Dmr. im Niederdruck, die Gaszylinder entsprechend 1130/2000 mm Dmr. Die Dampfmaschine gibt die Normalleistung von 3800 PS<sub>i</sub> bei 80 U/min ab und ist in der Drehzahl bis auf 17 U/min herunter regelbar.

Der Dampf der Dampfmaschine wird im allgemeinen in Einzel- oder in Zentralkondensationen niedergeschlagen, die heute ausschließlich unter Flur aufgestellt werden.

Antriebe der Ferngasverdichter mit Großgasmaschinen und mit Elektromotoren sind seltener anzutreffen, da die Großgasmaschine meist große Anlagekosten und der Elektroantrieb hohe Betriebskosten bedingt. Ihre Berechtigung haben beide Antriebsarten auf den sogenannten Zwischenverdichtungsstationen. Diese Zwischenverdichtungsstationen übernehmen den Fernversand des Gases und liegen von den Zentralkokereien entfernt am Außenrand der erweiterten Grubenreviere. Sie werden notwendig, weil man in den engeren Grubenrevieren mit den Leitungsdrücken aus bestimmten Gründen nicht gern über 8 bis 10 atü geht, einem Druck, der für den Fernversand nicht mehr ausreicht.

In der Maschinenhalle einer solchen Zwischenverdichtungsstation, die Ende 1938 in Betrieb genommen wurde, stehen beispielsweise zwei durch Großgasmaschinen angetriebene Verdichter, die je 12 000 cm<sup>3</sup> stündlich von 1 auf 17 atü drücken, und zwei elektrisch angetriebene Verdichter mit der gleichen Gasleistung, wie die der anderen, nämlich mit je 12 000 m<sup>3</sup> stündlich von 1 auf 17 atü. Die Anlagekosten dieser Verdichter sind — das geht schon aus den Größenabmessungen hervor — wesentlich geringer als die Kosten der durch die Gasmaschinen angetriebenen Verdichter. Die reinen Betriebskosten der elektrisch angetriebenen Aggregate sind andererseits aber ungleich höher. Wirtschaftlich war die Aufstellung der Elektroverdichter trotzdem gerechtfertigt, weil sie als Reservesatz der Anlage nur bei Gasangel oder während der Ausbesserung einer Gasmaschine gefahren werden sollen.

Bemerkenswert ist die Anlage dadurch, daß hier ganz deutlich in den Größenabmessungen der Maschinen die Vorteile zutage treten, die der Schnelllauf mit Bezug auf Verkleinerung der Maschinenabmessungen und daher Ersparnis an Anlagekosten und Platzbedarf bietet. Denn die Großgasmaschinen geben die Normalleistung bei 112 U/min ab, während die elektrisch angetriebenen Verdichter mit 246 U/min laufen.

Die Regelungsmöglichkeiten aller dieser Anlagen sind heute gleich gut. Die Mengenregelung bei den durch Dampf- oder Großgasmaschine angetriebenen Verdichtern geschieht durch Drehzahländerung von der Antriebsseite aus. Bei den durch Elektromotoren angetriebenen Verdichtern muß sie mangels geeigneter Regelungsmöglichkeit des Motors von der Verdichtungsseite aus erfolgen. Beide Verfahren sind praktisch verlustfrei und als gleichermaßen betriebssicher anzusprechen.

Während der Kolbenmaschinenbau in der engeren und weiteren Hüttenindustrie besonders mit der fortschreitenden Entwicklung des Ferngasnetzes einen mächtigen Auftrieb erhalten hat, hat er seine Stellung im Bergwerksbetrieb in den letzten Jahren gehalten. Aber auch hier herrscht

das Bemühen, sich durch Entwicklung neuer Bauarten den vielen Sonderanforderungen dieses Industriezweiges anzupassen.

Die im Bergwerksbetrieb benötigten größeren Kraft- und Arbeitsmaschinen sind:

Stromerzeuger, Pumpen für die Kesselspeisung und Wasserhaltung, Verdichter für das Niederdruckluftnetz von 7 at und das Hochdruckluftnetz von 250 at, Antriebsmaschinen für die Schachtförderungen, für die Hochdruckverdichter und Grubenventilatoren.

Für die ersten drei Verwendungszwecke, also Stromerzeuger, Wasserpumpen und Niederdruck-Luftverdichter, ist die Kolbenmaschine bei neuzeitlichen Anlagen fast ausgefallen. Wenn auch noch viele ältere Kolbenmaschinen, vor allem als Niederdruckverdichter, in Betrieb sind, so können sie doch mit den neuzeitlichen Bauarten der Strömungsmaschinen nicht in Wettbewerb treten.

Behauptet hat sich die Kolbenmaschine als Dampfmaschine zum Antrieb von Schachtförderungen und von Grubenventilatoren. In diesen beiden Fällen gegen den Wettbewerb des elektrischen Antriebes dieser Arbeitsmaschinen. Uneingeschränkt behauptet hat sie sich als Hochdruckverdichter für das 250-at-Druckluftnetz. Dieser hohe Druckbereich kommt für die Strömungsmaschine überhaupt nicht in Betracht.

Diese Feststellungen ließen sich durch eine Reihe kennzeichnender Beispiele belegen, was an dieser Stelle zu weit führen würde. Es sei nur hervorgehoben, daß die Schachtfördermaschine mit ihrer Entwicklung der Schrittmacher der oben beschriebenen Dampfwalzenzugmaschine gewesen ist.

Wenn der Ueberblick über die Großkolbenmaschinen auch keineswegs erschöpfend sein konnte, so ist immerhin daraus zu erkennen, daß der Bau großer Einheiten von Kolbenmaschinen in den letzten Jahren einen starken Auftrieb erhalten hat. Die Langlebigkeit der Kolbenmaschine ist natürlich vom wirtschaftlichen Standpunkt aus sehr erfreulich. Andererseits bewirkt sie im Verein mit anderen Umständen vielfach ein Festhalten am „bewährten Alten“ und führt dazu, daß wichtige Neuerungen und Verbesserungen nur zögernd Eingang finden. Diese Zurückhaltung ist unberechtigt, denn kaum eine Maschinengattung ist mit einer solchen Sicherheit im Entwurf festzulegen wie gerade die Kolbenmaschine.

Ihre energiewirtschaftlichen und betrieblichen Eigenschaften sind gut und ihren Wettbewerbern in vielen Fällen von vornherein überlegen. Die hier noch möglichen und anzustrebenden Verbesserungen fallen daher nicht entscheidend ins Gewicht.

Vordringlichste Aufgabe des Großkolbenmaschinenbaues bleibt, auf die Herabsetzung der Anlage- und Betriebskosten hinzuwirken. Das geschieht durch Weiterentwicklung des Gesamtaufbaues und der baulichen Einzelteile. Hier sind alle mit dem Bau dieser Anlagen zusammenhängenden, grundsätzlich wichtigen Fragen wissenschaftlich durchforscht, und es liegen reiche Erfahrungen auch von anderen Gebieten des Kolbenmaschinenbaues vor. Daher wird selbst bei völliger Neukonstruktion einer Großkolbenmaschine kein größeres Wagnis eingegangen, als das bei anderen Einrichtungen auch der Fall ist.



# Technische Bedeutung und Wirtschaftlichkeit der Windtrocknung im Thomasstahlwerk.

Von Walter Eilender in Aachen und Philipp Veit in Essen.

Mitteilung aus dem Eisenhüttenmännischen Institut der Technischen Hochschule Aachen.

[Bericht Nr. 374 des Stahlwerksausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute\*.]

(Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Güte der Stähle. Beschreibung der zur Trocknung der Gebläseluft im Thomas-konverter möglichen Verfahren: Kältemaschine oder Silikagel. Vergleich der Wirtschaftlichkeit.)

**A**ufgabe des Thomasverfahrens ist die Umwandlung von Roheisen in Stahl durch Oxydation des Kohlenstoffs und anderer Elemente. Dies wird durch das Durchblasen von Luft erreicht, die billig und in unbeschränktem Maße verfügbar ist. Oxydationsmittel ist dabei aber nur der Sauerstoff, während Stickstoff und die Feuchtigkeit der Luft lediglich als Ballast mit durch den flüssigen Stahl hindurchgehen. Ueber die Sauerstoffanreicherung, d. h. die Verminderung des Stickstoffanteiles, wurde kürzlich berichtet<sup>1)</sup>. Im folgenden soll der Einfluß der Luftfeuchtigkeit behandelt werden.

Die Aufnahmefähigkeit von Luft für Wasser hat bei jeder Temperatur eine bestimmte obere Grenze. Bei voller Sättigung sind im Kubikmeter Luft an Wasserdampf enthalten:

bei 0° 10° 20° 30° 40°  
4,84 9,41 17,3 30,4 50,7 g H<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup>.

Der Sättigungsgrad 100 % wird nicht immer erreicht; die „relative Feuchtigkeit“ schwankt zwischen 50 und 100 %. Für die Windtrocknung ist die durchschnittliche Luftfeuchtigkeit von großer Bedeutung. Die Bochumer Wetterwarte ermittelte in den Jahren 1937 und 1938 Gehalte von 7,0 und 7,8 g H<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup>. In Rheinhausen<sup>2)</sup> betragen die Durchschnittswerte im gleichen Zeitraum dagegen 9,25 und 9,02 g H<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup>. Das Mittel dieser vier Zahlen ergibt 8,3 g H<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup>; diese Menge ist den folgenden Berechnungen zugrunde gelegt.

An einem schwülen, heißen Tage kann man<sup>3)</sup> bei einer Lufttemperatur von 27° mit einer relativen Feuchtigkeit von 90 % und einer absoluten von 24,2 g/m<sup>3</sup> rechnen. Nach H. Bansen<sup>4)</sup> braucht man bei einem 20-t-Konverter 309 Nm<sup>3</sup> Luft/t Stahl. Durch die ganze Schmelze gehen dann 150 kg Wasser, die durch das flüssige Bad mehr oder weniger vollständig gespalten werden. Die 80prozentige Zerlegung dieser Feuchtigkeit erfordert 310 000 kcal. Das ist gerade die Wärmemenge, die zum Einschmelzen von etwa 1 t Schrott (5 % des Einsatzgewichtes) ausreicht. Es lohnt sich deshalb schon, einem solchen Wärmeverbraucher einige Beachtung zu schenken.

## Wasser und flüssiger Stahl.

Physikalisch-chemische Vorgänge. Es ist zunächst die Frage zu klären, welcher Anteil des Wasserdampfes durch das flüssige Eisen zerlegt wird und wieviel Wasserstoff von dem Eisenbad aufgelöst wird. Auf Grund

von Gleichgewichtsdaten errechnet H. Schenck<sup>5)</sup> in einem Beispiel eine theoretische Wasserdampfzerlegung von 88 % für den Thomaskonverter. H. Bansen<sup>6)11)</sup> hat durch Versuche aus der Zusammensetzung der Konvertergase eine Zerlegung von 70 % ermittelt. Für die Berechnungen der vorliegenden Arbeit wurde eine 80prozentige Zerlegung des Wasserdampfes angenommen.

Bei 80prozentiger Zerlegung der Höchst- und Durchschnittsfeuchtigkeit bilden sich 740 oder 251 Nm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>/100 g Stahl. Dieser Wasserstoff entweicht nun zum Teil mit den Konvertergasen, in denen er spektroskopisch nachgewiesen werden kann<sup>7)</sup>; zum Teil bleibt er in dem flüssigen Stahl. Die Löslichkeit von Wasserstoff in flüssigem reinem Eisen beträgt 29 Nm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>/100 g Fe bei P<sub>H<sub>2</sub></sub> = 1 at und 1600°<sup>8)</sup>.

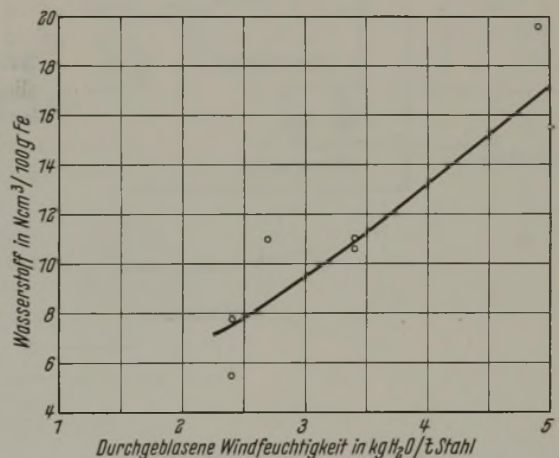


Bild 1. Wasserstoffgehalt von Thomasstahl in Abhängigkeit von der durchgeblasenen Windfeuchtigkeit.

Die analytische Bestimmung der wirklich aufgenommenen Wasserstoffmenge ist mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden. Das Gas hat das Bestreben, aus den Proben herauszudiffundieren entsprechend der verminderten Wasserstofflöslichkeit des Eisens bei tieferen Temperaturen<sup>8)</sup>. Yü Chi Chiu und F. Willems<sup>9)</sup> haben ein Verfahren angegeben, mit dem genaue Untersuchungen im Laboratorium möglich sind. Dieses Verfahren wurde bei den Mannesmannröhren-Werken in Duisburg-Huckingen den Anforderungen des rauhen Stahlwerksbetriebes angepaßt<sup>10)</sup>. Die ersten Versuche ergaben die in Bild 1 eingetragenen Werte.

<sup>5)</sup> Schenck, H.: Einführung in die physikalische Chemie der Eisenhüttenprozesse, Bd. 2. Berlin 1934. S. 250.

<sup>6)</sup> Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 668/78.

<sup>7)</sup> Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie, 8. Aufl., Hrsg. Deutsche Chemische Gesellschaft, Berlin. Syst.-Nr. 59, Eisen, Teil A, 1934—1939. S. 652/54. Glaser, L. C.: Stahl u. Eisen 40 (1920) S. 73/80.

<sup>8)</sup> Schenck, H.: Einführung in die physikalische Chemie der Eisenhüttenprozesse, Bd. 1. Berlin 1932. S. 156, Fig. 52.

<sup>9)</sup> Arch. Eisenhüttenw. 12 (1938/39) S. 485/98.

<sup>10)</sup> Diplomarbeiten von Ph. Veit und A. Keup, Aachen 1939.

<sup>\*</sup>) Vorgetragen in der Sitzung des Unterausschusses für den Thomasbetrieb am 12. Juni 1939 in Düsseldorf. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschloßfach 664, zu beziehen.

<sup>1)</sup> Eilender, W., und W. Roeser: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 1057/67 (Stahlw.-Aussch. 358).

<sup>2)</sup> Nach Feststellungen der Firma Fried. Krupp A. G., für deren Bekanntgabe wir Herrn Direktor E. Spetzler zu Dank verpflichtet sind.

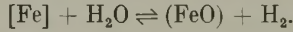
<sup>3)</sup> Nach Angabe des Meteorologischen Observatoriums Aachen.

<sup>4)</sup> Stahl u. Eisen 46 (1926) S. 1277/84 (Stahlw.-Aussch. 108).

Die Proben wurden dem Konverter nach dem Uebergang und gegen Ende des Blasens entnommen. Die Feuchtigkeit in kg H<sub>2</sub>O/t Stahl ergibt sich als Produkt von Windfeuchtigkeit und Windmenge, bezogen auf das Schmelzengewicht. Es ergibt sich eine Abhängigkeit des Wasserstoffgehaltes im Stahl von der durchgeleiteten Feuchtigkeit. Die Endwasserstoffgehalte liegen in der Größenordnung von 5 bis 20 Ncm<sup>3</sup>/100 g Stahl, die Luftfeuchtigkeit betrug dabei 5 bis 13 g H<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup> Luft.

Andererseits werden von dem insgesamt entstehenden Wasserstoff nur etwa 5 % vom Stahlbad aufgenommen.

Die Grundgleichung für die Zerlegung des Wasserdampfes lautet:



Auf Grund der Bildungswärmen bei Raumtemperatur und der Wärmehalte der Reaktionsteilnehmer einschließlich

deutet für das Thomasverfahren also einen Wärmeverlust von etwa 50 kcal/Mol H<sub>2</sub>O oder 2,77 kcal/g H<sub>2</sub>O<sup>11)</sup>. Vernachlässigt ist bei dieser Rechnung die Lösungswärme der geringen vom Eisen aufgenommenen Wasserstoffmenge.

Wirkungen des Wasserstoffs. Der Gasgehalt macht sich bereits bei der Erstarrung des Thomasstahles bemerkbar. Ein Teil entweicht, vor allem bei unruhigen Stählen, mit dem austretenden Kohlenoxyd. Die Wirkung des verbleibenden Wasserstoffs auf die Stahlgüte wurde verschiedentlich eingehend untersucht. Hier sei nur kurz erwähnt, daß er allgemein für die Bildung von Flocken<sup>12)</sup>, Randblasen<sup>13)</sup> und Schieferbruch<sup>14)</sup> verantwortlich gemacht wird. Er setzt Dehnung und Einschnürung vorübergehend herab<sup>15)</sup>, verschlechtert die Tiefziehfähigkeit<sup>16)</sup> durch Verspannen des Eisengitters<sup>17)</sup> und weitet die Hysteresisschleife auf<sup>18)</sup>. Durch Wiedererwärmen und Glühen

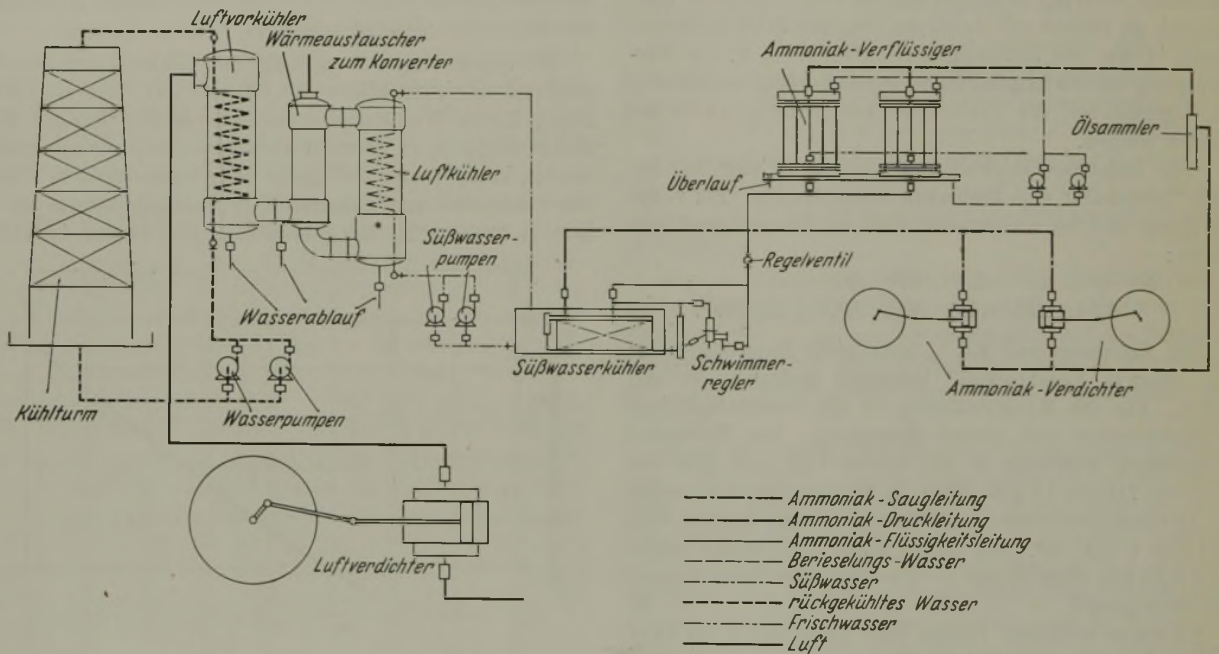


Bild 2. Lufttrocknungsanlage.

der Schmelzwärmen ergibt sich für diese Reaktion bei einer Temperatur von 1500° eine Wärmetönung von  $\zeta = +2,8$  kcal, d. h. die Reaktion ist schwach wärmeverbrauchend.

Für den Wärmehaushalt des Thomaskonverters kann diese Wärmetönung allein jedoch nicht verwendet werden, wie folgende Ueberlegung zeigt. Die Bildung des Eisenoxyduls muß als erwünscht angesehen werden, da die Entphosphorung nur durch eine oxydierende Schlacke möglich ist. Die durch die Wasserdampfzerlegung gebildete Eisenoxydulmenge würde also andernfalls durch die stark wärmespendende Reaktion des Luftsauerstoffs mit dem flüssigen Eisen gebildet werden. Für den Wärmehaushalt ist daher auf der einen Seite der Wärmeverbrauch für die Wasserdampfzerlegung bei 1500°, zuzüglich des Wärmeverbrauchs für die Erwärmung des Wasserdampfes von 100 bis 1500° zu rechnen, unter Berücksichtigung des unzersetzt erwärmten Wasserdampfes, und auf der anderen Seite der Wärmegewinn der Reaktion  $Fe + \frac{1}{2} O_2 = FeO$  bei 1500° abzüglich des Wärmeverbrauchs für die Erhitzung der hierzu notwendigen Luft von 100° auf 1500°. Die Errechnung ergibt einen Wärmeverbrauch von 20,2 kcal/Mol FeO für die Oxydation des Eisens durch den Wasserdampf und einen Wärmegewinn von 29,6 kcal/Mol FeO für die Oxydation durch Luft. Die Zerlegung des Wasserdampfes be-

lassen sich die technologischen Fehler leicht beseitigen, da das Gas wegdiffundiert. Die Fehler des Primärgefüges bleiben jedoch erhalten.

Bei Thomasstahl sind vor allem die Blasen von Bedeutung, da sie das Walzwerksausbringen verschlechtern. Diese Blasen enthalten zu 67 bis 90 % H<sub>2</sub><sup>19)</sup>. Der untere Randblasenkranz bei Flaschenhalskokillen wird hauptsächlich der Wirkung von Wasserstoff zugeschrieben. Bei soeben ausgewalztem Thomasstahl erklärt sich die Sprödig-

<sup>11)</sup> Nach Bansen, H.: Stahl u. Eisen 46 (1926) S. 1280; 2742 kcal/kg.

<sup>12)</sup> Houdremont, E., und H. Korschan: Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 297/304 (Werkstoffaussch. 296).

<sup>13)</sup> Daeves, K.: Erörterungsbeitrag zu P. Bardenheuer: Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 599; Müller, F. C. G.: Stahl u. Eisen 2 (1882) S. 531/42; 3 (1883) S. 79/81.

<sup>14)</sup> Körber, F., und H. Ploum: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 14 (1932) S. 247.

<sup>15)</sup> Drescher, C., und R. Schäfer: Arch. Eisenhüttenw. 9 (1935/36) S. 327/32 (Werkstoffaussch. 333).

<sup>16)</sup> Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 19 (1937) S. 299/303; vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 122.

<sup>17)</sup> Wever, F., und B. Pfarr: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 15 (1933) S. 144; vgl. Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 990/91.

<sup>18)</sup> Physics 5 (1934) S. 297/301.

<sup>19)</sup> Oberhoffer, P.: Das technische Eisen, 3. Aufl. von W. Eilender und H. Esser. Berlin 1936. S. 231.

keit des Werkstoffes, die zum verformungslosen Bruch von Profilen, Schienen usw. beim Richten führt, oft durch Wasserstoffgehalte.

In immer steigendem Maße dient vorgeblasener Thomasstahl als flüssiger Einsatz für den Siemens-Martin- und Lichtbogenofen. Das Kochen in diesen Öfen, das gut die Hälfte der Schmelzzeit ausmacht, hat nicht zuletzt den Sinn, die Gase, also auch den Wasserstoff, auszuspülen, um die obengenannten weiteren Schäden zu verhindern.

Es ist allgemein bekannt, daß auch durch den gebrannten Kalk Feuchtigkeit in die Schmelzöfen gelangt. Im Lichtbogenofen ist die Wirkung stark<sup>20)</sup>; im Thomaskonverter konnte sie bei den Versuchen nicht festgestellt werden.

Windtrocknung. Der Wasserstoff, den der Thomastahlwerker bisher wenig beachtete, macht sich also an

**Trocknung mit Kältemaschinen.**

Es wurden folgende Verhältnisse angenommen: Ein Thomastahlwerk mit vier Konvertern zu je 20 t und einer Monatserzeugung von 65 000 t Stahl. Druck der Gebläseluft 3,2 at; Menge 30 000 Nm<sup>3</sup> Wind/h. Verringerung der Feuchtigkeit durch Trocknung von durchschnittlich 8,3 g H<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup> auf mindestens 3 g/m<sup>3</sup>.

Die Kühlung des Windes zur Trocknung kann vor oder hinter dem Gebläse erfolgen. Die Anordnung vor dem Gebläse wäre an sich günstiger; andernfalls wird die Luft erst durch die Kompression im Gebläse auf etwa 100° erwärmt, zwecks Trocknung gekühlt und dann kalt in den Converter geblasen. Das bedeutet einen Wärmeverlust von fast 1 000 000 kcal/h. Dem steht gegenüber, daß man die unverdichtete Außenluft auf -6° kühlen muß zur Trocknung

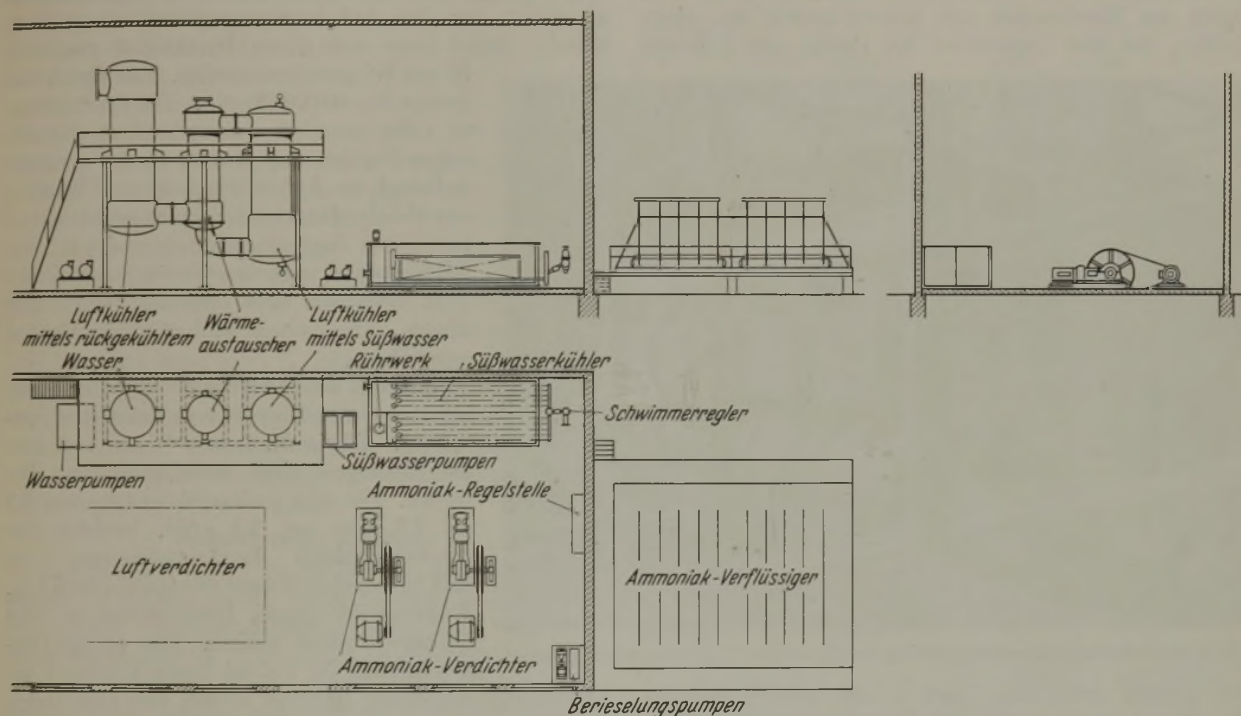


Bild 3. Entwurf einer Lufttrocknungsanlage.

mehreren Stellen recht unangenehm bemerkbar. Seine Fernhaltung ist aus Gründen der Wärmeersparnis, der Verbesserung des Stahles und des Ausbringens (Blasen der Blöcke) und der Verbesserung des Vorfrischmetalles und des Duplexverfahrens erwünscht.

Aus Bild 1 geht klar hervor, daß durch die Anwendung der Windtrocknung der Wasserstoffgehalt des Stahles erheblich verringert wird. Die Vorschläge zur Trocknung des Gebläsewindes gehen auf das Jahr 1906 zurück. B. Osann<sup>21)</sup> und R. Durrer<sup>22)</sup> berichten darüber. Wenn es bisher nicht zur praktischen Anwendung gekommen ist, so liegt das nur an den Kosten. Diese wurden erneut geprüft; die Unterlagen stellten freundlicherweise die Gesellschaft für Linde's Eismaschinen, A.-G., Wiesbaden, und die Firma Silika Gel, G. m. b. H., Berlin, zur Verfügung. Dafür sei ihnen auch an dieser Stelle bestens gedankt.

Man kann die Luftfeuchtigkeit nach zwei Verfahren entfernen, nämlich durch Ausfrieren des Windes oder durch Adsorption mit Hilfe von Silikagel.

auf 3 g/m<sup>3</sup>, während die auf 3,2 at verdichtete Luft zur Erzielung der gleichen Trocknung nur auf +9° gekühlt zu werden braucht. Die Feuchtigkeit scheidet sich bei -6° als Eis aus und muß im Umschaltbetrieb wieder abgetaut werden. Die Adsorber müssen also doppelt vorhanden sein; als Kühlflüssigkeit kann nicht Wasser, sondern nur Sole verwendet werden. Neben der vermehrten Bedienungsarbeit wird die Anlage um etwa 50 000 *RM* verteuert; der Energiebedarf erhöht sich um 50 %. Die Bilder 2 und 3 zeigen eine solche Anlage zur Trocknung verdichteter Luft.

Die Luft durchströmt hinter dem Vorkühler einen Wärmeaustauscher und erwärmt dabei die getrocknete Luft. In einem dritten Kühler wird sie dann mit maschinell gekühltem Wasser von der Ammoniak-Kältemaschine auf die erforderliche Endtemperatur gebracht. Vereisung kommt hierbei nicht vor; deshalb sind keine doppelten Kühler vorgesehen. Der Platzbedarf ist sehr erheblich, wie aus Bild 3 hervorgeht. Im Gebläsehaus braucht man einen Raum von 20 × 12,5 = 250 m<sup>2</sup> bei 11 m Höhe. Für Kühlturm und Ammoniakverflüssiger, die im Freien stehen können, sind etwa 200 m<sup>2</sup> erforderlich.

Die Kosten betragen 170 000 *RM*. Das ist sehr viel, wird aber verständlich, wenn man berücksichtigt, daß z. B. acht zusätzliche Pumpen und Verdichter benötigt werden.

<sup>20)</sup> Keil, O. v., und E. Czermak: Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 754 (Stahlw.-Aussch. 234).

<sup>21)</sup> Osann, B.: Lehrbuch der Eisenhüttenkunde, Bd. 2, 2. Aufl. Leipzig 1926. S. 213.

<sup>22)</sup> Siehe Fußnote 7: a. a. O., S. 626.

Bei mittlerer Belastung verzehren die verschiedenen Maschinen und die Mehrbelastung des Gebläses etwa 100 PS. Der Strompreis ist mit 4,8 Pf./kWh angesetzt.

Für die Bedienung und Instandhaltung der verschiedenen Einrichtungen ist eine besondere Hilfskraft vorgesehen.

Wärmetechnisch bietet das Verfahren keinen Vorteil. Durch den Fortfall der 80prozentigen Zerlegung von  $8,3 - 3 = 5,3 \text{ g Wasser/m}^3$  spart man im Monat  $235 \cdot 10^6 \text{ kcal}$ . Dafür kommt aber der Wind statt mit  $100^\circ$  nur mit  $15^\circ$  in den Konverter, bei einer spezifischen Wärme der Luft von  $0,314 \text{ kcal} \cdot ^\circ \text{C}^{-1}$  gehen dadurch  $536 \cdot 10^6 \text{ kcal}$  im Monat verloren, so daß im gleichen Zeitraum  $300 \cdot 10^6 \text{ kcal}$  weniger zur Verfügung stehen. Mit dieser Wärme könnte man theoretisch einen Schrottsatz von 1,32 % einschmelzen. Durch das Einschmelzen von Schrott erzielt man einen Gewinn, der dem Unterschied des Preises von Rohstahl

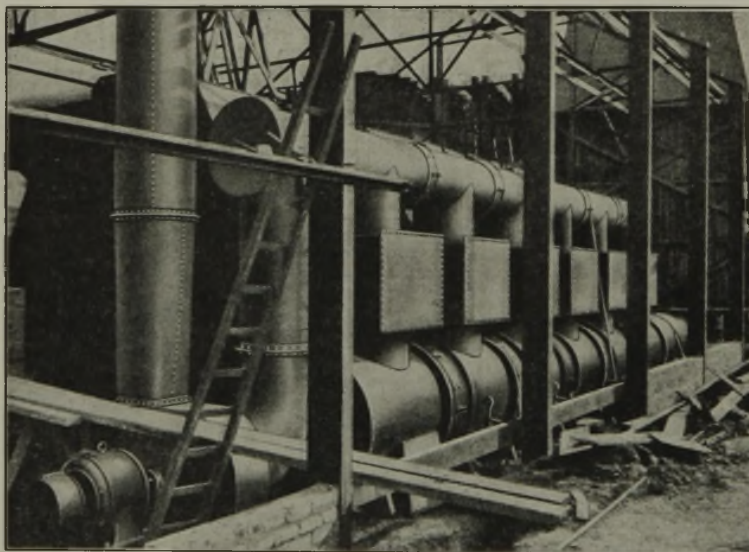


Bild 4. Hochofenwind-Trocknungsanlage im Bauzustand (Leistung:  $60\,000 \text{ m}^3/\text{h}$ ).

und Schrott entspricht. Nach E. Spetzler<sup>24)</sup> sind das  $53 - 42 = 11 \text{ R.M./t}$  Stahl. Die Gesamtkosten der Windtrocknung durch Kältemaschinen erhöhen sich durch diesen Wärmeverlust um  $9450 \text{ R.M.}$  auf rund  $12\,100 \text{ R.M.}$  im Monat oder  $18,6 \text{ Pf./t}$  Stahl. Die einzelnen Posten sind in *Zahlentafel 1* aufgeführt.

#### Trocknung mit Silikagel.

Bei der Trocknung mit Silikagel, einem deutschen Erzeugnis, wird die Luft nur durch Adsorber geleitet, die mit Silikagel gefüllt sind. Diese sandartige, harte, regenerierbare Masse hat feinste Poren, so daß  $1 \text{ g}$  eine Oberfläche von  $500 \text{ m}^2$  hat. Der Wasserdampf der Luft wird als Flüssigkeit an der Oberfläche niedergeschlagen; dabei wird Kondensations- und Benetzungswärme frei. Nach erfolgter Absättigung ist der Gel durch Erwärmen auf  $120$  bis  $140^\circ$  regenerierbar und nach Abkühlung erneut verwendungsfähig. Bei der physikalischen Art der Adsorption finden chemische Veränderungen nicht statt. Die Vorrichtung arbeitet dabei mit kurzen Beladungszeiten und einer verhältnismäßig geringen Menge Silikagel. Die starke Inanspruchnahme der Trockenmasse ist möglich<sup>25)</sup> durch die

<sup>23)</sup> Anhaltszahlen für den Energieverbrauch auf Eisenhüttenwerken, 3. Aufl. Hrsg. Wärmestelle des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute. Düsseldorf 1931. S. 104, Zahlentafel 137.

<sup>24)</sup> Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 865/70 u. 899/902 (Stahlw.-Aussch. 327).

<sup>25)</sup> DRP. 482 176 vom Dezember 1919 und 534 905 vom März 1928.

hohe Widerstandsfähigkeit der Gelmasse gegen mechanische, chemische und thermische Einflüsse.

Die Anlagen bestehen im allgemeinen aus zwei abwechselnd in Betrieb befindlichen Adsorbern, deren einer jeweils regeneriert wird, während der andere der Trocknung dient. Als Wärmequelle zur Regenerierung dient durchgeblasene Luft, die durch Rauchgase oder Abdampf erwärmt wird. Es genügen bereits Dampfdrucke von  $0,15 \text{ atü}$ . Je nach der Höhe dieses Dampfdruckes verbessert sich die Wärmeübertragung, so daß der Dampfverbrauch je kg der Luft entzogenes Wasser auf  $1,5 \text{ kg}$  verringert werden kann. Die Temperaturerhöhung der zu trocknenden Luft beträgt  $3$  bis  $4^\circ$  bei Entfeuchtung auf  $3 \text{ g H}_2\text{O/m}^3$ .

Die Schichtung ist möglichst niedrig, um den Druckverlust gering zu halten; man wird hier mehrteilige Schichten anwenden, um den Luftdurchgangsquerschnitt groß zu halten. Dabei kann mit einem Druckabfall von etwa  $50 \text{ mm WS}$  gerechnet werden. Bild 4 zeigt eine Anlage für  $60\,000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ . Die Umsteuerung ist vollautomatisch mit hydraulisch angetriebenen Ventilen ausgestattet, um bei geringem Aufwand an Aufmerksamkeit und Wartung eine richtige Betriebsführung zu gewährleisten. Durch den Gegenstrombetrieb reinigt sich der Gel von selbst, wenn die größten Staubteilchen z. B. durch ein feines Drahtnetz ferngehalten werden. Die Anlage wird vor dem Gebläse angeordnet.

Silikagel wurde bereits zur Windtrocknung bei einem  $60\text{-t}$ -Hochofen in Schottland verwendet. Edwin H. Lewis<sup>26)</sup> berichtet über die Ergebnisse eines zwanzigmonatigen Betriebes. Die sehr geringe Trocknung von  $6,3$  auf  $2,8$ , also um  $3,9 \text{ g/m}^3$ , bewirkte eine durchschnittliche Leistungssteigerung um  $13,3 \%$  und eine Brennstoffersparnis um  $5,5 \%$ . Während der ganzen Betriebsdauer sei kein Silikagel erneuert worden. Eine geringe Teerabscheidung im Gel sei durch Erhöhung der Aktivierungstemperatur beseitigt worden und habe keinen Leistungsabfall hervorgerufen. Die Anlage soll einen wirtschaftlichen Erfolg gehabt haben. Sie scheint aber keinen wesentlichen Fortschritt zu bedeuten, da sie sich nicht auf anderen Hochofenwerken einführen ließe. Die Gründe sind unbekannt.

Wirtschaftlichkeit. Es wird eine Anlage berechnet, die der Luft stündlich  $335 \text{ kg}$  Wasser entzieht, d. h.  $30\,000 \text{ m}^3$  Wind um je  $11,15 \text{ g/m}^3$  trocknen kann. Die Luftfeuchtigkeit wird dann während der kalten Jahreszeit nahezu vollständig und an schwülen Tagen mindestens zur Hälfte entfernt. Als durchschnittlich entzogene Menge wird  $6 \text{ g/m}^3$  zugrunde gelegt.

Die Anlage nimmt einen Raum von  $6 \times 11 = 66 \text{ m}^2$  ein bei  $3 \text{ m}$  Höhe sie kann auch im Freien stehen. Die Anlagekosten betragen nach Angabe der Firma Silika Gel, G. m. b. H.,  $50\,000 \text{ R.M.}$ . Für die Tilgung ist ebenso wie bei der Kältemaschine eine Lebensdauer von  $15$  Jahren zugrunde gelegt. Zur Ueberwindung des Widerstandes bei Durchleiten der Gebläse- und Aktivationsluft sind durchschnittlich  $25 \text{ PS}$  erforderlich.

Die Abwärme für die Regenerierung ( $1,5 \text{ kg}$  Dampf von  $2 \text{ atü}$  für ein der Luft entzogenes  $\text{kg}$  Wasser) ist mit  $2 \text{ R.M.}$  je  $\text{t}$  Dampf bewertet. Stehen Rauchgase aus dem Walzwerk usw. zur Verfügung, so sind die Kosten natürlich geringer.

<sup>26)</sup> J. Iron Steel Inst. 116 (1927) S. 43/63; vgl. Stahl u. Eisen 49 (1929) S. 1237.

Infolge der mechanischen Beanspruchung durch die Temperaturänderungen ist mit einem gewissen Gel-Abrieb zu rechnen. Gewährleistet wird höchstens 0,5 kg Gel je t Wasserentzug; die praktisch erreichten Werte liegen bei etwa 0,25 kg Gel je t Wasserentzug. Der Gel kostet 2,50 *RM* je kg.

Den Betriebskosten von 1590 *RM* je Monat (einschließlich Tilgung und Verzinsung) = 2,45 Pf. je t Stahl steht der Wärmegegewinn von 267 · 10<sup>6</sup> kcal gegenüber, der durch Fortfall von durchschnittlich 6 g/m<sup>3</sup> Luftfeuchtigkeit entsteht. Mit dieser bewußt gering angesetzten, gewonnenen Wärme können im Monat 763 t Schrott mehr eingeschmolzen werden, d. h. der Schrottsatz kann um 1,17% erhöht werden. Zur Vorsicht wird ein weiterer Abzug von 20% gewählt, da der Schrott erst zur Konverterbühne geschafft werden muß, zusätzliches Ferromangan usw. erfordert. Durch die Erhöhung des Schrottsatzes ergibt sich ein rechnerischer Gewinn von 6700 *RM*/Monat und nach Abzug der Trocknungskosten ein solcher von 5110 *RM*/Monat oder 7,9 Pf. je t Stahl. Die Anlage würde sich also in einem Jahre bezahlt machen. Statt der Schrottkühlung kann auch Erzkühlung verwendet werden, die wirtschaftlich vielfach gleichwertig ist.

Bei schlechter Verblasbarkeit des Roheisens, wie sie z. B. durch hohen Siliziumgehalt bedingt wird, kann man oft keinen Kühleisenschrott mehr setzen. Der unmittelbare geldliche Vorteil wird also ausbleiben. Trotzdem bleibt in diesem Falle der technische Gewinn der Wärmeersparnis bestehen. Man kann nach H. Bansen<sup>4)</sup> rechnen, daß durch Fortfall von 6 g H<sub>2</sub>O je m<sup>3</sup> Luft eine Temperatursteigerung um 32° bewirkt wird, die sich günstig auf den Blaseverlauf auswirken muß. Es bedeutet auch eine Ersparnis, wenn man durch Windtrocknung mit kälter erblasenem Roheisen zufriedenstellend arbeiten kann.

**Vergleich beider Verfahren.**

In *Zahlentafel 1* sind die beiden Verfahren gegenübergestellt. Wesentlich ist die Frage des Platzbedarfes, da in den meisten Thomasstahlwerken wenig oder kein freier Raum vorhanden ist. Die Fläche von 66 m<sup>2</sup> dürfte aber keine entscheidende Rolle spielen. Die Wirtschaftlichkeitsrechnung beruht selbstverständlich auf Schätzung verschiedener Kosten, die sich je nach den örtlichen Verhältnissen ändern.

Die Trocknung mit Silikagel ist also wesentlich günstiger; das gilt vor allem für Platzbedarf, Anlagekosten und Wärmebilanz. Die proportionalen Kosten sind etwas höher; sie enthalten aber die sehr hoch bewertete Abwärme.

Phosphorsparnis. Durch Anwendung der Windtrocknung — hauptsächlich kommt die wirtschaftlich und technisch überlegene Silikageltrocknung in Betracht — entstehen im Konverter geringere Wärmeausgaben. Man kann deshalb auch die Wärmeerinnahmen vermindern. Hier wäre der Phosphorgehalt des Thomasroheisens zu senken, weil Phosphorträger teilweise aus dem Ausland bezogen werden müssen.

Die Wärme- und Stoffwirkung des Phosphors hat H. Bansen<sup>4) 27)</sup> eingehend berechnet. Die wesentlichen Angaben sind in *Zahlentafel 2* aufgeführt.

Phosphor hat trotz des hohen Heizwertes (Zeile 5 in *Zahlentafel 2*) und der Verschlackungswärme nur geringen Einfluß auf die Stahlbadtemperatur; ± 0,1% P ändern die Temperatur nur um ± 2,581°<sup>4)</sup>; denn wegen des großen Windbedarfes (Zeile 8) geht viel Wärme mit den heißen Abgasen verloren (schlechter Feuerungswirkungsgrad). Der

**Zahlentafel 1. Vergleich beider Verfahren.**

	Kältemaschine	Silikagel
1. Platzbedarf		
umbauter Raum . . . . . m <sup>3</sup>	2 750	198
Grundfläche . . . . . m <sup>2</sup>	250	66
Höhe . . . . . m	+ 200 11	3
2. Kapitalbedarf . . . . . <i>RM</i>	170 000	50 000
Monatliche Kosten:		
3. Tilgung bei 15 Jahren Lebensdauer . . . . . <i>RM</i>	946	277
4. Zinsendienst bei 4,5% . . . . . <i>RM</i>	357	105
5. Ausbesserungen, Schmiermittel usw. . . . . <i>RM</i>	167	83
6. Löhne . . . . . <i>RM</i>	200	—
Fixe Kosten . . . . . <i>RM</i>	1 670	465
7. Energie . . . . . <i>RM</i>	955	240
8. Hilfsstoffe (Wasser) . . . . . <i>RM</i>	15	—
Aktivationsdampf . . . . . <i>RM</i>	—	735 (?)
9. Gel-Ersatz . . . . . <i>RM</i>	—	150
	970	1 125
10. Wärmeersparnis, bewertet durch Änderung des Schrottsatzes um		
— 1,32% <i>RM</i>	9 450	6 700
+ 1,1% <i>RM</i>		
Monats-Mehrkosten . . . . .	12 090	5 110
Monats-Gewinn . . . . .		5 110
Mehrkosten je t Stahl . . . . .	18,6 Pf./t	—
Gewinn je t Stahl . . . . .	—	7,9 Pf./t
Gesamtbetriebskosten der Trocknung . . . . . <i>RM</i>	2 640	1 590
	4,05 Pf./t	2,45 Pf./t

**Zahlentafel 2.**

**Wärme- und Stoffwirkung des Phosphors.**

	Einheit	
1. Rohstoffkosten . . . . .	<i>RM</i> /1000 kg P	0 bis 250
2. Koksverbrauch im Hochofen . . . . .	kg/1000 kg P	5670
3. Wert des Kokses (19 <i>RM</i> /t) . . . . .	<i>RM</i> /1000 kg P	107,5
4. Gesamtkosten (1 + 3) . . . . .	<i>RM</i> /1000 kg P	107,5 bis 357,5
5. Heizwert . . . . .	kcal/kg P	5966
6. Verschlackungswärme . . . . .	kcal/kg P	2590
7. Bruttonutzwärme im Konverter . . . . .	kcal/kg P	521,19
8. Windbedarf . . . . .	Nm <sup>3</sup> /kg P	4,30
9. Kalkbedarf . . . . .	kg/kg P	6,745
10. Schlackenmenge . . . . .	kg/kg P	8,7
11. Preis von Stahlwerk-kalk <sup>28)</sup> . . . . .	<i>RM</i> /t	14,95
12. Preis der Thomas-schlacke <sup>28)</sup> . . . . .	<i>RM</i> /t	21,50

„Stahlbadwirkungsgrad“, d. h. die zur Erhitzung des Stahlbades dienende Wärme, beträgt nur 5%.

Wenn dem Kubikmeter Luft 6 g Feuchtigkeit entzogen werden (siehe oben), so werden 309 m<sup>3</sup>/t · 6 g H<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup> · 2,77 kcal/g H<sub>2</sub>O · 0,8 = 4110 kcal je t Rohstahl gespart. Das ist die Bruttonutzwärme (Zeile 7), die 7,89 kg Phosphor einbringen. Man könnte also theoretisch auf 0,789% P im Roheisen verzichten. Praktisch würde man den Phosphorgehalt nur um etwa 0,5% senken, um auch an trockenen Tagen, wenn die Wärmeersparnis nur gering ist, noch eine Wärmereserve zu haben.

Das für eine Tonne Rohstahl eingesetzte Roheisen kann also 5 kg Phosphor weniger enthalten; der Einsatz verbilligt sich um (Zeile 4) 0,005 · 357,5 = 1,787 *RM*/t Rohstahl, wenn dabei hochwertige Phosphorträger eingespart werden können.

<sup>27)</sup> Bansen, H.: Wärmewertigkeit, Wärme- und Gasfluß, die physikalischen Grundlagen metallurgischer Verfahren. Düsseldorf 1930. S. 23.

<sup>28)</sup> Wir danken für diese Angaben der Firma Fried. Krupp, A.-G.

Der Kalksatz kann (Zeile 9) um  $5 \cdot 6,745 = 33,7$  kg erniedrigt werden. Die Ersparnis beträgt (Zeile 11)  $0,0337 \cdot 14,95 = 0,505$   $\mathcal{R}/t$  Rohstahl.

Andererseits wird das Schlackengewicht um  $5 \cdot 8,7 = 43,5$  kg vermindert (Zeile 10). Der Gewinn sinkt (Zeile 12) um  $0,0435 \cdot 21,5 = 0,935$   $\mathcal{R}/t$  Stahl.

Unter Berücksichtigung der Betriebskosten der Windtrocknung (Zahlentafel 1) ergibt sich folgendes Bild:

Zahlentafel 3. Aenderung der Kosten je Tonne Rohstahl bei Senkung des Phosphorgehaltes im Roheisen um 0,5 %.

Ersparnis	$\mathcal{R}/t$	Verlust	$\mathcal{R}/t$
Phosphorerparnis	1,787	Schlackengutschrift	0,935
Kalkersparnis	0,505	Kosten der Windtrocknung	0,024
	2,292	Gewinn	1,333

Die Senkung des Phosphorgehaltes würde also die Kosten je t Rohstahl um 1,33  $\mathcal{R}/t$  erniedrigen. Auch unter der Annahme, daß für den Phosphor keine Rohstoffkosten aufzuwenden sind, ergibt sich ein kleiner rechnungsmäßiger Gewinn von 0,08  $\mathcal{R}/t$ .

Im Hochofen verursacht Phosphor erhebliche Kosten durch die Reduktion (Zeile 2 in Zahlentafel 2), wobei die allgemeinen Verhüttungskosten gar nicht erfaßt sind. Wenn Phosphor trotzdem so allgemein im Thomasverfahren verwendet wird — der durchschnittliche Gehalt des Thomasroheisens liegt bekanntlich bei 1,7 bis 2 % —, so beruht das vor allem auf der Schlackengutschrift. Der Gewinn beim Verkauf der Thomasschlacke vermindert die Verhüttungskosten des Stahles um etwa 4 bis 5  $\mathcal{R}/t$  je t Stahl.

Der größte Teil des Phosphorbedarfes wird in Deutschland aus dem natürlichen Gehalt der Erze gedeckt (Minette, Schwedenerz, Bülten-, Lengeder- und Salzgittererz), der Rest aus Zuschlägen wie Phosphat, Phosphorit usw. Diese Zuschläge sind auch bei deutschen Erzen erforderlich<sup>29)</sup>. Eine Tonne Phosphor aus diesen Rohstoffen kostet heute etwa 250  $\mathcal{R}/t$  (Zeile 1 in Zahlentafel 2). Da die inländische Erzeugung nicht ausreicht, ist eine Senkung des Bedarfes der Hüttenwerke erwünscht.

<sup>29)</sup> Wesemann, F.: Erörterungsbeitrag zu W. Lennings: Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 626/27 (Hochofenaussch. 164 a).

## Umschau.

### Die Anwendung des Krupp-Rennverfahrens im Fernen Osten.

Im Laufe der letzten Jahrzehnte hat die eisenschaffende Industrie Japans entsprechend der allgemeinen wirtschaftlichen Entwicklung des Landes einen ungewöhnlich schnellen Aufstieg genommen. Die Rohstahlerzeugung wuchs in einem Zeitraum von nur 20 Jahren auf das Sechseinhalbfache, und zwar von 773 000 t im Jahre 1917 auf 4 987 000 t im Jahre 1936. Diese Leistungssteigerung vollzog sich dabei dank weitgehender staatlicher Unterstützung mit ständig wachsender Geschwindigkeit, wie im einzelnen aus Bild 1 zu entnehmen ist<sup>1)</sup>. Eine Ausnahme bildeten nur die Jahre 1930 und 1931, in denen vorübergehend ein Stillstand oder Rückgang der Stahlerzeugung eintrat.

Die Leistung der japanischen Eisenhüttenwerke bei dem Ausbau ihrer Anlagen ist um so höher zu bewerten, als Japan in bezug auf die Erzeugung von Eisen zu den rohstoffarmen Ländern zu rechnen ist. Die japanischen Stahlwerke sind bei der Herstellung des üblichen Handelsstahles ausschließlich auf die Anwendung des Siemens-Martin-Verfahrens angewiesen, so

<sup>1)</sup> Die Zahlenwerte zu Bild 1 sind entnommen: Stahl u. Eisen 49 (1929) S. 1470/74. Reichert, J. W.: Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 979/86. Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 69/70 u. 827.

Technisch bedeutet die obenerwähnte Senkung zunächst eine Entlastung des Hochofens, da weniger Brennstoff und Phosphorträger eingesetzt zu werden brauchen. Damit wird die Schlackenmenge vermindert. Im Thomas-konverter wird auch eine Stoffersparnis bewirkt. Die Blase-dauer wird etwas verkürzt, die Güte des Thomasstahles durch Fortfall des Wasserstoffs gehoben. Andererseits verringert sich die Schlackenmenge um etwa 20 %. Eine Verarmung der Restschlacke an Phosphorsäure tritt wegen der entsprechenden Bemessung des Kalksatzes nicht ein. Finanziell entsteht durch die verminderte Schlackenerzeugung bei normaler Rohstofflage ein geringer Gewinn je nach der Höhe des Phosphorpreises, wie oben gezeigt wurde. Im Falle der Phosphorknappheit muß Thomasschlacke dem Hochofen wieder zugesetzt werden, so daß die Schlackengutschrift fortfällt und der Phosphor nur einen wärmewirtschaftlich verlustreichen Kreislauf macht. Wenn dies durch die Windtrocknung vermieden werden kann, so ist die Senkung des Phosphorgehaltes wirtschaftlich und technisch von großem Vorteil.

### Zusammenfassung.

Die beim Thomasverfahren mit der Gebläseluft durch den Stahl geblasene Feuchtigkeit wird unter erheblichem Wärmehaufwand zu etwa 80 % zerlegt. Der im Stahl verbleibende Wasserstoff konnte durch verbesserte analytische Verfahren bestimmt werden; die Gehalte des Rohstahles hängen von der durchgeleiteten Feuchtigkeit ab und liegen bei 5 bis 20 Ncm<sup>3</sup> je 100 g. Der Feuchtigkeitsgehalt des Kalkes ist praktisch ohne Einfluß. Durch hohe Wasserstoffgehalte im Stahl tritt eine Schädigung des Primärgütes (Blasen) und des Werkstoffes (Versprödung) sowie eine Verschlechterung des Duplexmetalles ein.

Diese Schäden können durch Windtrocknung vermieden werden. Die Anwendung von Kältemaschinen ist technisch und wirtschaftlich nicht so günstig wie die von Silikagel. Diese erbringt bei einer durchschnittlichen Luftfeuchtigkeit von 8,3 g/m<sup>3</sup> einen rechnerischen Gewinn von etwa 7,9 Pf. je t Rohstahl, weil die gewonnene Wärme zum Einschmelzen von Schrott oder Erz verwendet werden kann. Statt dessen kann auch der Phosphorgehalt des Roheisens um etwa 0,5 % auf 1,3 % P gesenkt werden. Durch Einsparung hochwertiger Phosphorträger im Hochofen errechnet sich dabei unter Berücksichtigung der sonstigen Veränderungen ein Gewinn von 1,33  $\mathcal{R}/t$  Rohstahl.

daß als Rohstoffe für die Stahlerzeugung Roheisen und Schrott oder unter Einschluß der Hochofenwerke Schrott, Eisenerz und koks-fähige Kohle anzusprechen sind.

Verglichen mit der heutigen Stahlerzeugung ist der Schrottanfall in Japan selbst gering, da die in früheren Jahren eingebauten und jetzt zur Verschrottung gelangenden Stahlmengen nur einen geringen Bruchteil der heutigen Erzeugung darstellen. Das Land ist daher gezwungen, von Jahr zu Jahr größere Mengen Schrott vom Ausland zu beziehen. Die jährliche Einfuhr ist für den Zeitraum von 1916 bis 1937 in Bild 1 eingetragen, wobei die im Ausland zur Verschrottung aufgekauften Schiffe in den jeweiligen Zahlen nicht enthalten sind. Während die Schrotteinfuhr vor 1926 jährlich nur 100 000 t und weniger betrug, stieg der Bedarf von da ab beträchtlich an und erreichte in den Jahren 1934 bis 1936 etwa 1,5 Mill. t jährlich. Dieser Schrott wurde zum weitaus größten Teil durch die Vereinigten Staaten von Amerika geliefert, so daß der wachsende Schrotbedarf für Japan zugleich eine unbequeme wirtschaftliche Abhängigkeit von dem Hauptlieferanten bedeutet.

Die Entwicklung der Roheisenerzeugung in Japan im engeren Sinne sowie im japanischen Wirtschaftsbereich einschließlich Korea und der Mandchurei zeigt ebenfalls Bild 1. Die eisenschaffende Industrie Japans hat in den letzten Jahren

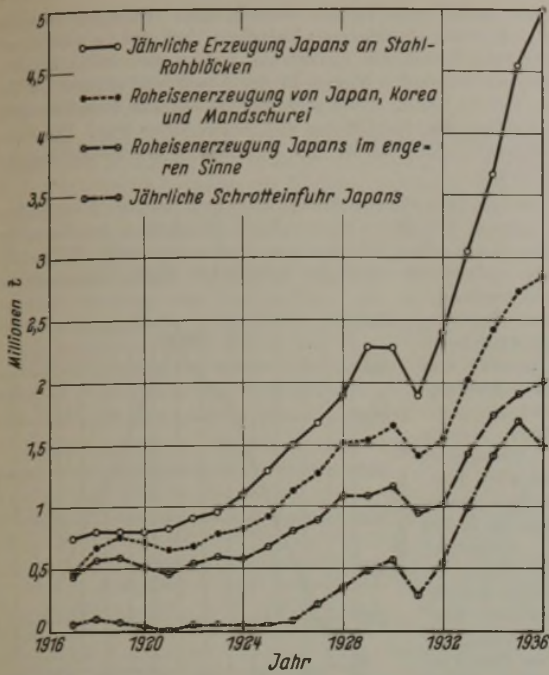


Bild 1.

Jährliche Rohstahl- und Roheisenerzeugung sowie Schrotteinfuhr Japans.

auch in dieser Hinsicht eine gewaltige Leistungssteigerung erzielt. Die Erzeugung des Jahres 1917 wurde bis 1936 auf das Viereinhalbfache in Japan selbst und auf das 5,9fache im Wirtschaftsgebiet gesteigert. Der im Verhältnis geringere Ausbau der Hochofenwerke auf den japanischen Inseln erklärt sich daraus, daß der Einfuhrbedarf dieser Werke an Erzen und Brennstoffen am größten ist. Der Eisenerzbergbau in Japan selbst ist unbedeutend und erreicht jährlich höchstens eine Förderung von einigen 100 000 t. Die eigenen Erzgruben decken damit nur etwa 5 bis 10 % des Bedarfs der Hochofenanlagen, so daß über 90 % der gesamten Erze von Uebersee eingeführt werden müssen. Auch in der Brennstoffversorgung sind die japanischen Hüttenwerke vom Ausland abhängig, da die japanischen Kohlen nur unter Zumischung ausländischer Kohlen einen brauchbaren Hochofenkoks ergeben.

In Korea und der Mandschurei sind die Vorbedingungen in bezug auf Eisenerz und verkockbare Kohle günstiger. Daher sind die Neubauten an Hochofenwerken in letzter Zeit in besonders starkem Maße auf dem Festlande erfolgt, so daß in den Jahren 1934 bis 1936 schon etwa 28 bis 30 % der gesamten Roheisenerzeugung des japanischen Wirtschaftsgebietes auf dem Festlande hergestellt wurden. Man kann damit rechnen, daß diese Verlagerung der Hochofenindustrie innerhalb des Wirtschaftsgebietes in den nächsten Jahrzehnten weiter fortschreiten wird. Vorläufig hat die wirtschaftliche Eingliederung Koreas und der Mandschurei die Rohstoffabhängigkeit der japanischen Eisenindustrie vom Auslande aber noch nicht wesentlich verringern, geschweige denn beseitigen können.

Bei dieser Sachlage ist es verständlich, daß die japanische eisenschaffende Industrie ihr besonderes Augenmerk allen neuen Verfahren zuwendet, die geeignet erscheinen, bisher unverwertbare einheimische Rohstoffe für die Eisengewinnung nutzbar zu machen. Nach den ersten Veröffentlichungen über das Krupp-Rennverfahren haben daher sofort einige japanische Hüttenwerke nach Prüfung der in Japan vorliegenden Anwendungsmöglichkeiten die gesamten Ausübungsrechte für das japanische Wirtschaftsgebiet erworben. Die besonderen Vorteile des Krupp-Rennverfahrens für die japanischen Verhältnisse liegen dabei auf folgenden Gebieten:

Japan und die unter japanischem Einfluß stehenden Wirtschaftsgebiete des Festlandes verfügen über verschiedene ausgedehnte Anthrazitvorkommen sowie über Steinkohlen, die sich für Verschmelzung mit anschließender Hydrierung der Schwelzerzeugnisse eignen. Der Schwelkoks und die genannten Anthrazite können durch das Rennverfahren als vollwertiger Reduktionsstoff für die Eisengewinnung nutzbar gemacht werden, so daß sich der Bedarf an einzuführender Zusatzkohle für die Koksherstellung durch Anwendung des Rennverfahrens vermindern läßt.

Neben der Verhüttung von Erzen, die bisher schon im Hochofen verschmolzen werden konnten, ermöglicht das Rennverfahren auch die Verarbeitung verschiedener Erze, die infolge der Zusammensetzung ihrer Gangart für den Hochofen ungeeignet sind. Man kann auf diese Weise erstmalig die Vorkommen von Titaneisensand in größerem Maße nutzbar machen, die die einzig wirklich bedeutenden, aber bisher nicht verwertbaren Eisenerzvorräte der japanischen Inseln darstellen. Ferner hat das Rennverfahren besondere Bedeutung für die Verarbeitung der in großen Mengen in der Mandschurei vorhandenen kiesel-säurereichen Erze.

Die durch das Krupp-Rennverfahren erzeugten Luppen stellen ein kohlenstoffarmes Eisenerzeugnis dar, das als Schrottersatz im Siemens-Martin-Ofen verwendet werden kann. Die gleichmäßige Beschaffenheit der Luppen und das Fehlen unerwünschter Legierungsmetalle ist dabei als ein Vorteil gegenüber dem handelsüblichen Kaufschrott anzusprechen. Man kann daher durch die Verwendung von Luppen an Stelle von Schrott in vielen Fällen einen gutemäßig besseren Stahl erzeugen. Die meisten der japanischen Anthrazite und Schwelkokssorten sind sehr schwefelarm, so daß die unter ihrer Verwendung hergestellten Luppen außerdem so geringe Schwefelgehalte aufweisen, daß eine Abänderung der üblichen Feinungsverfahren im Siemens-Martin-Ofen nicht erforderlich ist, wenn man Schrott durch solche Luppen ersetzt.

Nach Abschluß der Verhandlungen über den Erwerb des Verfahrens gingen die japanischen Werke trotz der inzwischen ausgebrochenen kriegerischen Verwicklungen mit China mit größter Beschleunigung an die Errichtung der ersten Großanlagen. Innerhalb eines Zeitraumes von nur einem Jahre wurde in drei verschiedenen Anlagen der Bau von insgesamt 16 Rennöfen in Angriff genommen, von denen die ersten fünf Öfen im Laufe des Jahres 1939 in Betrieb genommen worden sind. Die Einlaufschwierigkeiten in diesen Anlagen waren geringer, als sie für hüttenmännische Neuanlagen im allgemeinen üblich sind, was einmal auf eine gute Zusammenarbeit aller beteiligten Kreise, zum andern auf die Auswertung der in den deutschen Erstanlagen gemachten Erfahrungen zurückzuführen ist. Gegenüber diesen deutschen Anlagen konnten sowohl im Bau als auch im Betrieb wesentliche Fortschritte erzielt werden, die sich auf alle Anlageteile erstrecken. Unter anderem wurde die Ofenheizung gegenüber den älteren Öfen verringert und dadurch ein langsamerer Durchgang der Beschickung durch die einzelnen Zonen des Ofens und ein gleichmäßigerer Ablauf der Reaktionen erreicht. Ferner wurde durch diese Maßnahme und durch eine Verlängerung der Ofentrommel die Abgastemperatur von etwa 450 bis 500° in den deutschen Anlagen auf 350 bis 400° gesenkt, was naturgemäß eine Verbesserung der Brennstoffausnutzung und Herabsetzung des Brennstoffverbrauches zur Folge hat. Weitere Verbesserungen betrafen die Flugstaubabscheidung sowie die Einrichtung der Kohlenstaubfeuerung, für die eine besonders zweckmäßige und gut regulierbare Ausführungsform entwickelt werden konnte.

Die bisher in Betrieb genommenen Öfen arbeiten in zwei verschiedenen Rennanlagen. In einer dieser Anlagen werden Feinerze mit 45 % Fe und 25 % SiO<sub>2</sub> oder ein Magnetitkonzentrat mit 58 % Fe und 12 % SiO<sub>2</sub> verarbeitet. Als Reduktionsstoff wird dabei ein Anthrazit verwendet, der 0,25 bis 0,30 % S aufweist. Da auch die Erze schwefelarm sind, haben die in dieser Anlage hergestellten Luppen nur Schwefelgehalte von 0,02 bis 0,08 % S und lassen sich ohne Schwierigkeit im Siemens-Martin-Ofen als Schrottersatz verwenden.

In der zweiten Anlage, in der sich zur Zeit zehn Öfen in Bau befinden, und in der gegen Ende des Jahres 1939 der erste Ofen in Betrieb kam, werden Erze verarbeitet, die neben 34 bis 36 % Fe etwa 46 bis 48 % SiO<sub>2</sub> enthalten. Zur Bildung einer geeigneten Schlacke werden 20 bis 25 % Hochofenschlacke mit 40 % CaO und 40 % SiO<sub>2</sub> zugesetzt. Dieser Zuschlag genügt, um trotz des hohen Kieselsäuregehaltes und der innigen Verwachsung des Erzes einen sehr gleichmäßigen Ofengang und ein gutes Eisenausbringen zu erzielen. Die Tatsache, daß Erze, die unter je 1 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO und MgO enthalten, deren Gangart also praktisch nur aus Kieselsäure besteht, mit geringem Schlackenzusatz wirtschaftlich auf Eisen verarbeitet werden können, ist als ein besonderer Erfolg des Rennverfahrens anzusprechen.

Die Inbetriebnahme der weiteren in der ersten Ausbaustufe vorgesehenen Rennöfen, unter denen sich auch eine Anlage zur Verarbeitung von Titaneisensanden befindet, dürfte im Laufe des jetzigen und des nächsten Jahres erfolgen. Man kann damit rechnen, daß die Luppenerzeugung dieser 16 Öfen etwa einem Drittel der 1934 bis 1936 jährlich vom Auslande eingeführten Schrottmenge entspricht.

Mit der Errichtung der in Bau befindlichen Anlagen sind die Anwendungsmöglichkeiten für das Rennverfahren im japanischen Wirtschaftsgebiet aber noch keinesfalls erschöpft. Man wird vielmehr erwarten dürfen, daß der Bau weiterer Anlagen schon in nächster Zukunft, noch bevor alle Öfen der ersten Baustufe in Betrieb sind, in Angriff genommen wird.

Friedrich Johannsen.

### Titan im Hochofengestell.

Beim Ausblasen eines mit Koks betriebenen Thomasroheisen-Hochofens in Schweden wurden, wie S. Jansson<sup>1)</sup> berichtet, in den Fugen des Bodensteins kupferfarbige, kristalline Ansätze gefunden. Die Kristallmassen kamen in 5 bis 20 mm dicken Schichten vor, hauptsächlich in den senkrechten Fugen der

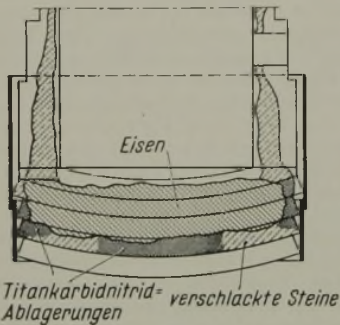


Bild 1. Titankarbidnitrid-Ablagerungen im Bodenstein.

zweiten Steinschicht von unten aus (Bild 1). Die Steine waren vollständig verbraucht und zu einer grauen, schlackenartigen und etwas eisenhaltigen Masse verschlackt. Die kupferrote Kristallzone ging in eine schwarze, schlackenartige Masse über, die scharf gegen die andere graue Masse abgegrenzt war. Die Masse, die man am Außenrand des Bodensteins gefunden hatte, war mehr in Eisen und Schlacke verteilt. Sie zeigte weniger gut ausgebildete Kristalle und war karminfarbig. Eine Analyse der Kristalle ergab 3,8 % Fe, 1,4 % Si, 2,2 % C, 69,8 % Ti, 0,38 % S, 16,8 % N<sub>2</sub>, 2,68 % Mn, 2,2 % V und Spuren P. Weiterhin wurde festgestellt, daß der verhüttete Sinter 0,14 % Ti und das erblasene Roheisen etwa 0,035 % Ti enthielten. Eine metallographische Untersuchung der kupferfarbigen Kristalle ergab, daß es sich um Titan-Karbid-Nitrid handelte. Die Kristalle enthielten große Mengen von Titan und Spuren von Eisen.

Hans Schmidt.

### Stopfen und Ausgüsse.

Die Herstellung der Stopfen und Ausgüsse bildet in der Industrie feuerfester Baustoffe eine Sondererzeugung, die von geeigneten Rohstoffen, aber auch von den nötigen Erfahrungen abhängt. Wie überall, ist auch auf diesem Gebiete der Anspruch an die Haltbarkeit dieser Werkstoffe gestiegen. Es dürfte deshalb wissenswert sein, die Entwicklungsrichtungen zu betrachten.

Im allgemeinen stellt man an Stopfen und Ausgüsse eine Reihe von Anforderungen, wie genügende mechanische Festigkeit und Dichte, damit diese die Beanspruchung beim Öffnen und Schließen, wie auch bei der Befestigung der Stopfenstange ohne Schaden aushalten. Das Gefüge muß gleichmäßig sein, damit kein Versagen durch mangelhafte Temperaturwechselbeständigkeit, vor allem durch Abplatzen, auftritt. Die Druckerweichung muß infolge des hohen Druckes des geschmolzenen Stahles entsprechend hoch sein, um Erweichungen und Verformungen sowie ein Anbacken zwischen Stopfen und Ausguß zu verhindern. Außer genügender Korrosionsbeständigkeit gegen Bestandteile des Stahles, z. B. Mangan, müssen selbstverständlich Form und Abmessungen genau eingehalten werden. Von oft großer Bedeutung ist der Brand der Erzeugnisse. Bei sonst guter Arbeit und richtigem Versatz kann ein zu schwacher Brand durch ungenügende Festigkeit und mangelnde Schlackenfestigkeit, ein zu hoher Brand durch völlige Versinterung und damit Neigung zum Abspalten zu Versagern führen.

Die Verbesserungsbestrebungen werden einmal in der Richtung der erhöhten Druckfeuerbeständigkeit, also der für den Widerstand gegen mechanischen Abrieb durch den fließenden Stahl maßgeblichen Eigenschaft gesucht, ferner wird besonders bei sehr heißen und stark angreifenden, z. B. manganhaltigen Stählen, auch die Korrosion vermindert werden müssen.

Naheliegend ist die Anwendung entlüfteter Massen, um damit von vornherein ein dichteres, geschlosseneres Steingefüge zu erzielen. Ein Bericht spricht sich über die Anwendung von Stopfen aus solchen Massen sehr günstig aus<sup>2)</sup>, während an

anderer Stelle von einem vollständigen Versagen berichtet wird<sup>1)</sup>. Hier ist allerdings zu bedenken, daß eine zu weitgehende Verdichtung durch die Entlüftung bei an sich leicht zur Verklüftung neigenden Tonen in der Abschreckfestigkeit zu Versagern führen kann. Andererseits dürften manche Rohstoffe unter dem Einfluß der Entlüftung erst verwendbar sein. Die Natur der einzelnen Tone ist für die Anwendung der Entlüftung entscheidend.

Um die Druckfeuerbeständigkeit und die Beständigkeit gegen Temperaturwechsel zu erhöhen, setzt man den Massen bekanntlich Graphit zu, und zwar meist 20 %. Die trocken aufbereitete und gut vermischte Masse wird nach der

Durchknetung

mehrere Tage gemauert, dann nochmals gepreßt. Das Brennen muß natürlich in abgedichteten Kästen aus Schamottesteinen oder -platten vorgenommen werden, die in den Ofen eingesetzt werden, wobei die Formlinge in Koks einzubetten sind. Eine Brennkurve für den Brand im Einzelofen findet sich nach E. A. German<sup>2)</sup> in Bild 1.

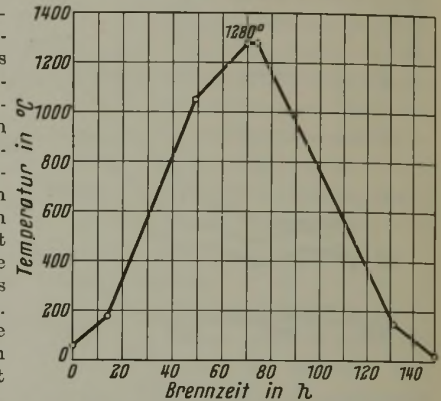


Bild 1. Brennkurve für Graphitstopfen.

Über Herstellung und Verhalten von Graphitausgüssen hat V. Trubenkov<sup>3)</sup> berichtet. Der Versatz bestand aus 45 Gew.-% Schamotte in der Körnung 1,5 mm, 35 % Ton von 1 mm und 20 % Graphit. Die Rohstoffe wurden ganz einem Kollergang in der Reihenfolge: Schamotte, Graphit, Ton, aufgegeben, 18 % Wasser zugesetzt und die Masse dann 20 Tage, mit nassen Tüchern bedeckt, gemauert. Hierauf wurde sie nach nochmaligem Kollern verformt. Der Brand erfolgte nach einer Trocknung bis auf 1 % Restfeuchtigkeit (12 Tage bei 20°) zusammen mit Silikasteinen in einem satzweise arbeitenden Ofen und in einer aus Schamottesteinen aufgebauten Muffel. Die Brandtemperatur betrug 1460°. Die Zusammensetzung der fertigen Steine war: 49,28 % SiO<sub>2</sub>, 30,15 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2,51 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1,06 % CaO, 0,65 % MgO, 16,55 % C. Im Betrieb waren diese Ausgüsse den üblichen Schamotteausgüssen überlegen. Bei 20 Schmelzen zeigte sich weder ein Anbacken des Stopfens, noch ergaben sich wesentliche Anfrassungen und dadurch hervorgerufene Stahlverluste. Allerdings waren die Kosten der Graphitausgüsse fast viermal höher als die der üblichen Schamotteausgüsse.

Dieselbe Haltbarkeit wie Graphiterzeugnisse bei üblichem Aufbau aus Schamotte und Ton erreichte R. Klesper<sup>4)</sup> dadurch, daß der Schamottebrand im Silikaofen bei SK 16 bis 17 durchgeführt wurde, ebenso erfolgte dann der Brand der Formlinge. So wurde durch die Erhöhung der Druckfeuerbeständigkeit beim Vergießen eines 12prozentigen Manganstahles ein gleich gutes Verhalten wie bei Graphitausgüssen erzielt.

Eine Verbesserung durch Erhöhung der Feuerbeständigkeit und gleichzeitiger Verdichtung strebte A. J. Ssidorenko<sup>5)</sup> dadurch an, daß er eine Schamotte aus einem Gemisch von Ton und Aluminiumoxyd herstellte. Diese angereicherte Schamotte wurde aus gleichen Teilen Ton (32 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) und Tonerde (88 %), die gemischt, brikettiert und bei 1350° gebrannt wurden, hergestellt. Diese Schamotte wurde auf einer Kugelmühle fein vermahlen (82 % unter 0,5 mm). Da die Porigkeit dieser Schamotte hoch war (8,3 % gegen 0,3 bis 0,6 % beim Brennen der Schamotte aus Ton allein) wurde als Verdichtungsmittel Feldspat herangezogen. Der Versatz war nun: Bindeton = 35 bis 40 Teile, angereicherte Schamotte mit 56 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 57 bis 60 Teile, und 5 bis 8 Teile Feldspat (durch 4900 Maschensieb). Der Feldspat wurde als Schlicker eingeführt. Die fertigen Ausgüsse ergaben gegenüber solchen aus üblicher Schamotte niedrigere Porigkeit, höhere Feuerfestigkeit und höheren Druck-

<sup>1)</sup> Jernkont. Ann. 124 (1940) S. 274/76.

<sup>2)</sup> Jackson, A.: Iron Coal Tr. Rev. 122 (1934) S. 277/78; vgl. Stahl u. Eisen 51 (1934) S. 857/59; Metallurgia, Manch., 12 (1935) S. 158/60; vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 864; Metallurgia, Manch., 13 (1936) S. 93/94. A. Ristow: Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 622 (Stahlw.-Aussch. 243).

<sup>1)</sup> McKendrick, A.: Refractories Journ. 13 (1937) S. 63/71, 143/58; nach Chem. Zbl. 108 (1937) I, S. 4143.

<sup>2)</sup> Ogneupory 5 (1937) S. 93/97.

<sup>3)</sup> Ogneupory 3 (1935) S. 369/71.

<sup>4)</sup> Sprechsaal 68 (1935) S. 731/33, 747/49, 761/63 u. 777/79.

<sup>5)</sup> Ogneupory 5 (1937) S. 211/14.



erweichungsbeginn. Die Betriebsergebnisse zeigten eindeutig ein besseres Verhalten als das der mit unversetzter Schamotte erzeugten Ausgüsse. Nach Erfahrungen des Verfassers ist der Feldspatzusatz vor allem bei Verwendung reiner Tonerde günstig, da sonst keine Sinterung eintritt.

Eine Verbesserung der Haltbarkeit der Stopfen durch eine Aenderung in der Formweise wurde nach A. T. Shak<sup>1)</sup> erzielt, indem der Stopfen vergrößert und mit dem gewölbten Teil nach unten in die Form eingeschlagen wurde, während vorher dieser Teil nach oben stehend geformt wurde. Dadurch wurde das sonst aufgetretene Reißen während des Betriebes vermieden. Derselbe Verfasser berichtet über die günstige Wirkung von Magnesiteinsätzen in den üblichen Schamotteausgüssen, wodurch die Anfressung, die bei gewöhnlichen Ausgüssen bei 15 Schmelzen 35 bis 40 mm betrug, auf 2 bis 3 mm verringert wurde. Gleichzeitig hielten die Stopfen während zehn Schmelzen vollständig dicht, das Durchsickern von Stahl bei den anderen fünf Schmelzen war unbedeutend.

Ausführlich über solche Schamotteausgüsse mit eingesetztem Magnesitring berichtet K. P. Beljantschikow<sup>2)</sup>. Die Veranlassung hierzu gaben einerseits völlig unbefriedigende Ergebnisse mit Schamotteausgüssen und andererseits die guten Erfahrungen mit Magnesitringen versehener Ausgüsse bei der Appleby Iron Co.<sup>3)</sup> Anfänglich traten auch bei den so geänderten Ausgüssen infolge fehlerhaften Gefüges der Ausgüsse Schwierigkeiten auf, weil Anfressungen zwischen Magnesiteinsatz und Schamotteausguß auftraten. Durch Aenderung der Ausgußform — diese wurde zur Erzielung einer größeren Wandstärke an der Stelle des eingesetzten Magnesitringes nicht mehr wie früher von außen, sondern vom Innern des Ofens eingesetzt — war nun eine festere Stampfung dieser breiteren Schamotteschicht um den Magnesitring möglich (Bild 2). Der Magnesitring selbst wurde aus Magnesitsteinen herausgeschnitten. Für das Verhalten dieser Ausgüsse ist das genaue Einpassen der Einlagen ohne Hohlräume wichtig. Bei der Verwendung traten zwar noch Anfressungen im Schamotteteil des Ausgusses auf, der Durchlauf des Ausgusses wurde aber nur wenig erweitert, weil der Magnesitring an der Einstromstelle selbst nicht erweitert wurde. Hier war eher mit einer Verringerung des freien Durchlaufes durch erstarrenden Stahl zu rechnen.

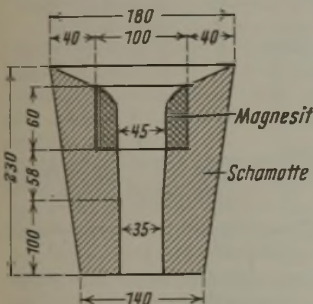


Bild 2. Magnesit-Schamotte-Ausguß.

Diese Verringerung der Ausflußöffnung bei Ausgüssen aus Magnesit führte Schachnowitsch<sup>4)</sup> dazu, Stopfen und Ausgüsse aus einer Mischung von Sintermagnesit, Magnesitsteinbruch, gebranntem Magnesit und feuerfestem Ton herzustellen. Das Verhältnis Magnesit zu Ton betrug 70 bis 75 % Magnesit zu 25 bis 30 % Ton. Die Herstellung wurde durch Trockenstampfen in Stahlformen durchgeführt, die Formlinge im Ringofen bei 1430 bis 1450° gebrannt. Die Zusammensetzung war folgende: 20 % SiO<sub>2</sub>, 11,43 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1,33 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 4,04 % CaO, 61,63 % MgO, Glühverlust: 0,56 %, Feuerfestigkeit: 1780°, Druckerweichungsbeginn: 1450°, scheinbare Porigkeit: 40 %.

Betriebliche Prüfungen ergaben die Brauchbarkeit dieses Steines; Verengungen beim Gießen traten nicht auf, die Anfressung betrug beim Vergießen des Stahles aus 150- bis 170-t-Siemens-Martin-Ofen durch einen Pfannenausguß nur 5 mm, wodurch die Stahlverluste verringert werden konnten.

Ueber ausgezeichnete Bewahrung von Magnesitausgüssen berichtete W. C. Kitto<sup>5)</sup>. Solche Steine haben sich bei der Pittsburgh Steel Co. besonders beim Vergießen von Manganstahl ausgezeichnet bewahrt, ein Angriff der Steine trat nicht auf.

In der Weiterentwicklung der mit Magnesitringen versehenen Schamotteausgüsse, und um die Erweiterung der Ausflußöffnung

im Schamotteteil zu verhindern, schlägt Merlin<sup>1)</sup> einen Magnesitüberzug für die ganze Durchflußöffnung vor. Dieser „Bikeramieren“ genannte Vorgang erfolgt an den gebrannten Schamotteausgüssen in der Weise, daß diese (Bild 3) auf einen Untersatz a gestellt werden; dann wird der Kern b eingeführt, so daß zwischen diesem und der Wandung des Ausgusses ein Zwischenraum von etwa 15 bis 25 mm bleibt. Dieser Zwischenraum wird nun mit der Magnesitmasse (Engobe) ausgestampft. Die Masse wird in Mengen von 100 bis 150 g eingebracht. Schließlich wird der Kopfteil c aufgesetzt und durch starkes Hin- und Herdrehen auch die Einstromöffnung des Ausgusses mit Magnesitpulver überzogen. Nach 3 h wird der Ausguß in die Trocknerei gebracht, wo er 3 bis 4 h bei 40 bis 120° trocknet, wobei in der letzten Stunde die Trocknungstemperatur zwischen 100 und 120° betragen muß. Dieses „Bikeramieren“ wird auf den Stahlwerken selbst vorgenommen.

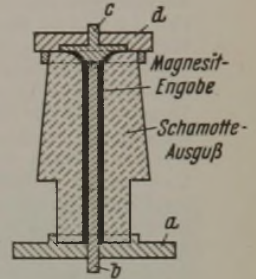


Bild 3. Herstellung von „bikeramierten“ Schamotte-Ausgüssen.

Als Engobe wird folgender Versatz angegeben:

	A	B
Sintermagnesit I . . . . .	56,5 %	61,0 %
Sintermagnesit II . . . . .	26,0 %	26,1 %
Kaustischer Magnesit . . . . .	13,2 %	4,3 %
Gemahlener Mauerziegel . . . . .	4,3 %	4,3 %
Quarzsand . . . . .	0,0 %	4,3 %

Die Körnung dieser Stoffe war:

Maschen . . . . .	Rest auf den Sieben (nach Maschen) in %						
	270	200	140	100	70	40	unter 40
Magnesit I . . . . .	11,34	16,62	23,42	33,8	0,06	0,06	14,7
Magnesit II . . . . .	0,12	0,24	0,74	5,1	26,5	67,4	0,4
Gebrannte Magnesia . . . . .	27,6	10,7	7,9	8,9	2,34	0,72	46,84
Mauerziegel . . . . .	10,1	8,4	10,5	0,3	0,22	—	70,48
Quarzsand . . . . .	6,6	9,64	20,9	41,7	2,84	0,16	18,6

Die Verfestigung der Masse wird durch Zusatz von 60 bis 70 cm<sup>3</sup> einer Zuckerlösung (250 g/l) und Melasse/20 Bé bei 16° auf 1 kg trockener Masse erzielt.

Zum Schluß sei noch kurz auf die Stopfenstangenrohre eingegangen. Diese werden gewöhnlich aus etwas feuerfesteren Massen erzeugt als die Ausgüsse, und der Kegelschmelzpunkt liegt zwischen SK 26 bis 30. Die wichtigsten Forderungen verlangen gerade Form und daß die Stoßflächen parallel sind, außerdem sollen die Rohre haarrißfrei sein, weil durch solche Risse leicht nichtmetallische Einschlüsse im Stahl entstehen.

Zu erwähnen wäre hier noch eine Arbeit von R. A. Heindl und G. J. Cooke<sup>2)</sup>. Diese berichten über die Untersuchung von acht Sendungen zu je 150 Rohren von sieben verschiedenen amerikanischen Erzeugerfirmen, die zur Klärung von Schwierigkeiten mit Stopfenstangenrohren in der Stahlformgießerei der United States Navy Yard untersucht wurden. Ermittelt wurden chemische Zusammensetzung, Feuerfestigkeit, Porigkeit, Bruchfestigkeit und lineare Wärmeausdehnung. Erprobt wurden die Rohre beim Vergießen von Stahl aus Pfannen von 8 bis 30 t Fassungsvermögen, bei einer Gießdauer von 18 bis 33 min und einer Stahltemperatur von 1605 bis 1670°. Der Tonerdegehalt schwankte zwischen 26 und 39 %, die Feuerfestigkeit zwischen Kegel 22/23 und 32/33, die Porigkeit zwischen 11 und 22 %, die Bruchfestigkeit zwischen 72 und 163 kg/cm<sup>2</sup>. Die Dehnbarkeit ergab Werte von 0,419 bis 0,644 %, die thermische Ausdehnung zwischen 25 und 1000° lag bei 0,545 bis 0,670 %.

Nur zwei Marken hatten höheren Kegelschmelzpunkt als die Stahltemperatur, so daß allein durch die thermische Einwirkung Verformungen und Anfressungen auftraten; die Feuerfestigkeit soll daher mindestens der Stahltemperatur in der Pfanne entsprechen. Innerhalb einer Sendung zeigten sich starke Schwankungen in der Porigkeit von 9 bis 20 %; die dichten Rohre ergaben Risse und Abplatzungen; als zweckmäßig wird eine Porigkeit von 15 % angegeben. Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung wirkten sich wenig aus.

Die besten Rohre hatten folgende Eigenschaften: hohe Feuerfestigkeit, hohe Porigkeit, mäßig hohe Dehnbarkeit und gleichmäßige, nicht zu große thermische Ausdehnung. Bei einzelnen Sorten wurde sehr unterschiedliches Verhalten der Rohre festgestellt, bedingt durch ungleichmäßigen Brand. Die Lieferungen müssen in der Güte der einzelnen Rohre völlig gleichmäßig sein.

Adolf Möser.

<sup>1)</sup> Katschestw. Stal 4 (1936) Nr. 5, S. 58/59.

<sup>2)</sup> Sowjetskaja Metallurgia 7 (1935) Nr. 4, S. 51/55; nach Chem. Zbl. 107 (1936) I, S. 2622.

<sup>3)</sup> Vgl. auch Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 358.

<sup>4)</sup> Ogneupory 5 (1937) S. 382.

<sup>5)</sup> Proc. Open-Hearth Steel Conference, Amer. Inst. min. metallurg. Engrs. 1936, S. 162/65.

<sup>1)</sup> Zitein-Tech SO, Serie 27 (1936) Nr. 683.

<sup>2)</sup> J. Res. nat. Bur. Stand. 20 (1938) S. 411/18.

## Schutz von Rohrleitungen gegen Bodenkorrosion.

Eine reichhaltige Zusammenstellung über Bodenkorrosion und Rohrschutz, in der die zahlreichen Veröffentlichungen auf diesem Gebiet sorgfältig gesichtet und die Forschungsarbeiten der American Gas Association, des National Bureau of Standards und des United States Department of Agriculture sowie eigene Erfahrungen mitgeteilt werden, bringt Scott Ewing<sup>1)</sup>.

An eine Uebersicht über die Entwicklung des Rohrleitungsnetzes in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, das in jüngster Zeit für Oel und Ferngas gewaltig ausgebaut wurde, schließt sich eine Kennzeichnung der Größen an, die die Angriffswirkung eines Bodens verursachen. Eine genaue physikalisch-chemische Bodenuntersuchung ist notwendig, um aus ihr im Einzelfalle die erforderlichen Schutzmaßnahmen für die in die Erde zu verlegenden Rohre abzuleiten. Außer der Bodenart ist aber die Möglichkeit einer etwaigen Belüftung besonders zu berücksichtigen. Von diesen Umständen hängt es ab, ob Eisen, hochlegierte Stähle oder Nichteisenmetalle wirtschaftlicher sind. Nichteisenmetalle kommen in Amerika nach Ewing für Hauptleitungen nicht in Frage; sie werden für Anschlußrohre nur dann bevorzugt, wenn Eisen nicht zweckdienlich ist bzw. wenn die Unkosten für den Schutz des eisernen Werkstoffes den Preis für das nichteisenmetallische Rohr überschreiten.

Die Korrosion und der Korrosionsschutz von Haupt- und Nebenleitungen in den Städten wird besonders ausführlich besprochen. Es werden Anleitungen zur Berechnung des Durchschnittsalters von Netzleitungen, Richtlinien zur Ermittlung der Korrosionsgebiete und Hinweise zur Vermeidung der Korrosionsschäden und der damit verbundenen Kosten angegeben. Die Werte aus den Berechnungen des Durchschnittsalters derartiger Leitungen sind nicht eindeutig; so können zwar Bodenpläne aus Ergebnissen der Bodenuntersuchungen, Untersuchungen von Probestücken korrodierter Rohre einen Anhalt geben, sie sind aber nicht allein richtungweisend, da irgendwelche Ueberraschungen durch Nichtberücksichtigung bestimmter Einflüsse nicht ausgeschlossen sind. Die in Amerika zum Rohrschutz verwendeten Bitumina, Steinkohlenteerpeche und Fette entsprechen, ebenso wie die zu ihrer Prüfung gebräuchlichen Verfahren zum größten Teil den auch in Deutschland üblichen. Das gleiche gilt auch für die Arbeitsweisen zur Isolierung von Rohren und Muffen. Man geht in Amerika immer mehr dazu über, die bituminösen Schutzüberzüge im Röhrenwerk selbst aufzubringen, während früher das Röhrenwerk nur ungeschützte oder mit einem Grundanstrich versehene Rohre abgeliefert und der eigentliche Schutzüberzug erst von zweiter Hand in der Nähe der Anlieferungsstelle oder am Ort der Verlegung aufgebracht wurde. Auch die für Rohre geeigneten metallischen Schutzschichten, auf die Haltbarkeit von Zement-, Asbestzement-, Email- und Gummischichten wird kurz eingegangen.

Ewing gibt dann eine Uebersicht über die Nachprüfung schon verwendeter Rohre, erdverlegter Rohrleitungen und Rohrüberzüge. Die zahlreichen und verschiedenen Verfahren zur Feststellung unzureichend geschützter, erdverlegter Leitungen können nur Anhaltspunkte geben, da es zweifelhaft ist, ob durch die angegebenen Wege die wirklich fehlerhaften Stellen ermittelt werden. Das National Bureau of Standards hat in Gemeinschaft mit der American Gas Association Rohrabchnitte mit Schutzüberzügen dem Angriff verschiedener Böden ausgesetzt und die Einwirkung dieser Böden nach einer gewissen Versuchszeit untersucht<sup>2)</sup>. Die Wirksamkeit eines Ueberzuges ist danach im wesentlichen durch seine Eigenschaften bedingt. Die Ursachen für Fehlererscheinungen bei bituminösen Ueberzügen ist nach Angabe des Verfassers in einer mangelhaften Verarbeitung, in der Feuchtigkeitsaufnahme (Blasen), in der allmählichen Verschlechterung des Ueberzuges durch Bodeneinflüsse und im mechanischen Einfluß des Bodens an sich zu suchen.

Das letzte Kapitel schließt mit der Korrosion von Rohrleitungen durch Bodenströme und deren Unterbindung durch kathodischen Schutz. Es werden die Grundbegriffe erläutert und die zu verwendenden Meßgeräte und Verfahren beschrieben.

<sup>1)</sup> Soil corrosion and pipe line protection. New York, o. J.

<sup>2)</sup> Logan, K. H., und V. Grodsky: J. Res. nat. Bur. Stand. 7 (1931) S. 1/35; Logan, K. H.: ebenda, S. 585/605; vgl. Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 614/16; Logan, K. H., und R. H. Taylor: J. Res. nat. Bur. Stand. 12 (1934) S. 119/45; Logan, K. H.: Proc. Amer. Soc. Test. Mater. 34 (1934) II, S. 138/55; Proc. Amer. Soc. Test. civ. Engrs. 61 (1935) S.317/34; Eisenstecken, F., und H. Roters: Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 498/99; Denison, Irving A., und R. B. Darnielle: J. Res. nat. Bur. Stand. 21 (1938) S. 819/30; vgl. Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 1383/84.

Zahlreiche Abbildungen, graphische Darstellungen, Zablentafeln, Literaturstellen und die für den Rohrschutz ausgearbeiteten Normblätter vervollständigen das Buch. Obgleich die Ausführungen im wesentlichen auf amerikanische Verhältnisse zugeschnitten sind, geben sie auch dem deutschen Fachmann wertvolle Hinweise und Anregungen.

Franz Eisenstecken.

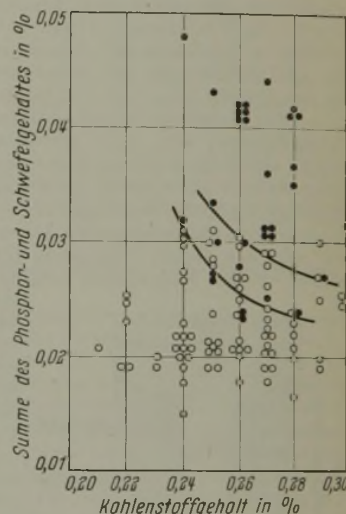
## Die Ursache der Schweißrissigkeit an Flugzeugbau-Stählen.

Zu der Frage der Schweißrissigkeit von Flugzeugbau-Stählen, die erstmalig im Jahre 1934<sup>1)</sup> behandelt wurde, nimmt nunmehr J. Müller noch einmal eingehend Stellung<sup>2)</sup>, und es erscheint zweckmäßig, daß die Erfahrungen der Stahlverarbeiter auch den Stahlherstellern weitgehend zur Kenntnis gelangen.

Bei der Frage nach der Ursache der Schweißrissigkeit ist zu unterscheiden,

1. welche betriebstechnischen Gründe für die zeitweise an bewährten Stahllarten aufgetretene Erscheinung verantwortlich sind, und
2. welche physikalische Erklärung für sie gegeben werden kann.

Nach Angabe der Zeit und Umstände, wie die Schweißrissigkeit an Flugzeugbau-Stählen aufgetreten ist, werden die Untersuchungen und Maßnahmen kurz beschrieben, mit denen man im deutschen Flugzeugbau der Fehlererscheinung entgegengetreten ist. Es wird grobzahlmäßig belegt, daß die an unlegierten Stählen gefundene Analysenregel sich auch bei dem Stahl mit rd. 1% Cr und 0,25% Mo als gültig erwiesen hat (Bild 1), und daß es durch Einengung des Kohlenstoff-, Phosphor- und Schwefelgehaltes des Stahles und Elektroherstellung, und zwar durch diese Maßnahmen allein, gelungen ist, während der ersten Hälfte des Jahres 1936 den Fehler wieder vollständig zu beseitigen.



○ = Schweißrissigkeit bei der Focke-Wulf-Einspannungsprüfung = 0 %  
● = Schweißrissigkeit bei der Focke-Wulf-Einspannungsprüfung > 0 %

Bild 1. Zusammenhang zwischen Schweißrissigkeit einerseits, Kohlenstoff-, Phosphor- und Schwefelgehalt andererseits bei 109 Schmelzen von Stahl mit rd. 1% C und 0,25% Mo.

An Hand des umfangreichen über die Schweißrissigkeit erschienenen Schrifttums und auf Grund von jahrelangen Beobachtungen und Untersuchungen des Flugzeugbaues werden alle in Betracht gezogenen betriebstechnischen Ursachen behandelt, wobei es sich ergibt, daß zunächst schweißtechnische Umstände an der Ursache der Schweißrissigkeit nicht beteiligt waren. Auch konstruktive Gesichtspunkte können im Flugzeugbau nicht grundsätzlich als Ursache gelten, da Schweißspannungen zwar eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung für das Entstehen von Rissen sind.

Mit Hilfe einer verstärkten (nur für diesen Versuch besonders entwickelten) Einspannschweißprüfung wird versuchsmäßig nachgewiesen, daß ein einwandfreier Stahl unabhängig von der Größe der aufgetragenen Schweißspannungen rißfrei bleibt, während ein Stahl, der bei der üblichen Einspannschweißung auch nur an der Grenze der Rißgefahr liegt, bei etwas verstärkten Schweißspannungen sehr stark rissig wird. Es wird weiter gezeigt, daß die Schweißverformungen oder -spannungen an den im Flugzeugbau erforderlichen Konstruktionen meist nicht berechnet und übersehen werden können, so daß dem Flugzeugbauer, wenn er nicht auf das Schweißen überhaupt verzichten soll, ein schweißrißempfindlicher Stahl zur Verfügung gestellt werden muß. Die eigentliche Ursache ist also werkstofftechnischer Art, und zwar steht in Frage,

1. welche Stahlbestandteile als Ursache wirksam sind, und
2. welche gefügemäßigen Umstände diese Wirkung beeinflussen.

<sup>1)</sup> Müller, J.: Luftf.-Forsch. 11 (1934) S. 93/103.

<sup>2)</sup> Luftf.-Forsch. 17 (1940) S. 97/105.

Zunächst ergibt sich für die Stahlzusammensetzung, daß ein erhöhter Mangengehalt bei sonst gleichen Verhältnissen die Schweißbrissigkeit vermindert. Die Silizium-, Chrom-, Molybdän- und Vanadinegehalte haben keinen merklichen Einfluß auf die Schweißbrissigkeit; dasselbe gilt allgemein von der Schweißhärte, entgegen der viel verbreiteten anderen Anschauung. Dagegen zeigen auch die im Schrifttum bekanntgewordenen Tatsachen allgemein, daß sich immer mit einer gewissen Erhöhung des Schwefel-, Kohlenstoff- und Phosphorgehaltes Schweißbrissigkeit einstellt und umgekehrt. Besonders schwerwiegend ist ein betriebsmäßiger Versuch eines Edelstahlwerkes, nach dem bei gut bewährtem Herstellungsverfahren bei Erhöhung des Schwefelgehalts unter sonst gleichen Verhältnissen im Sinne der Analysenregel Schweißbrissigkeit entsteht und in demselben Maße wie der Schwefelgehalt ansteigt.

Weiter werden Untersuchungen besprochen, die das Ziel verfolgen, durch metallurgische Maßnahmen eine bessere Gleichmäßigkeit des Stahles zu erreichen, als es bisher möglich und üblich ist, um auf diesem Wege die Schweißbrissigkeit unabhängig von der Stahlzusammensetzung zu beseitigen; nach den geringen Streugrenzen des Bildes 1 zu urteilen sind die Aussichten jedoch nicht sehr günstig. Es liegt der Gedanke nahe, daß nicht so sehr die allgemein übliche Durchschnittsanalyse, sondern die örtliche Zusammensetzung an den gefährdeten Stellen für die Rißgefahr maßgebend ist. In dem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, daß nach der Erfahrung und nach den Regeln der Gefügelehre von allen in Betracht kommenden Elementen gerade Schwefel am stärksten zur Entmischung (Seigerung und Kristallseigerung) neigt, dann folgen Kohlenstoff und Phosphor und in weitem Abstand die übrigen Eisenbegleiter; man kommt also auch von dieser Ueberlegung aus auf dieselben Bemessungen als Schweißbrissigerger.

Die bisherigen Arbeiten lassen nicht einwandfrei erkennen, ob und wie weit durch metallurgische Maßnahmen die zulässigen Durchschnittsgehalte an Kohlenstoff, Schwefel und Phosphor erhöht werden können, ohne daß Schweißbrissigkeit auftritt. Ein solcher Erfolg würde jedenfalls auch vom Flugzeugbau begrüßt werden.

Als betriebstechnische Ursache der im Flugzeugbau aufgetretenen Schweißbrissigkeit sind also erhöhte Schwefel-, Kohlenstoff- und Phosphorgehalte festgestellt worden. Auf Grund dieser Tatsache erscheint von allen erwogenen Hypothesen die Erklärung der Schweißbrissigkeit als eine Rotbrucherscheinung am wahrscheinlichsten. Dahin weisen auch Versuchsergebnisse, nach denen die Schweißrisse bei etwa 1000° entstehen, also in einem Temperaturbereich, in dem die Eutektika der Systeme Eisensulfid-Eisen und Eisensulfid-Mangansulfid noch flüssig sind und, an den Korngrenzen in ungünstiger Weise verteilt, in dem bereits erstarrten Stahl unter Schrumpfspannungen die Risse unmittelbar bilden können.

J. Müller, Bremen.

### Einrichtung zum Ausladen von Schüttgütern.

Das Ausladen von Eisenbahnwagen mit bauschigen Drehspänen oder ähnlichen Gütern macht den Werken ohne Krananlagen erhebliche Schwierigkeiten. Die von der Reichsbahn vorgeschriebene Entladezeit kann in den meisten Fällen nicht eingehalten werden, so daß die Wagen infolge ihrer längeren Ausladezeit über Gebühr dem Verkehr entzogen werden.

Eine einfache Lösung, Wagen schnell und billig zu entladen, zeigt Bild 1. Auf einem Wagenuntergestell oder einem Plattformwagen, wie sie wohl jedes Werk beschaffen kann, wird ein langer Holzmast drehbar gelagert und entsprechend Bild 1 angebracht; er trägt an dem langen Ende einen großen Eisenrechen. Die ganze Einrichtung wird durch eine Rangierwinde, eine Lokomotive oder dergleichen auf dem Gleis bewegt. Der Eisenrechen greift in die bauschigen Späne, nachdem die Kopfwanne des betreffenden Wagens entfernt ist, und zieht sie durch Vorziehen aus dem Wagen heraus. Das Ausladen allerschlech-

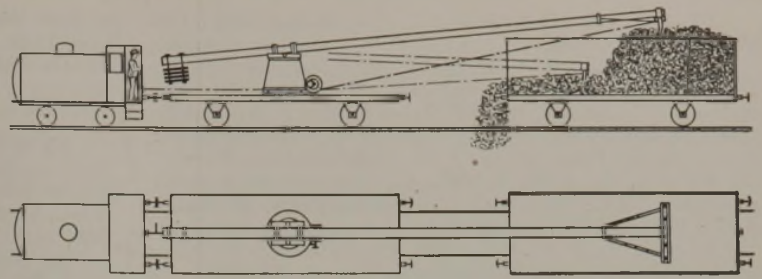


Bild 1. Einrichtung zum Ausladen bauschiger Schüttgüter.



Bild 2. Entladen bauschigen Schüttgutes von Hand.

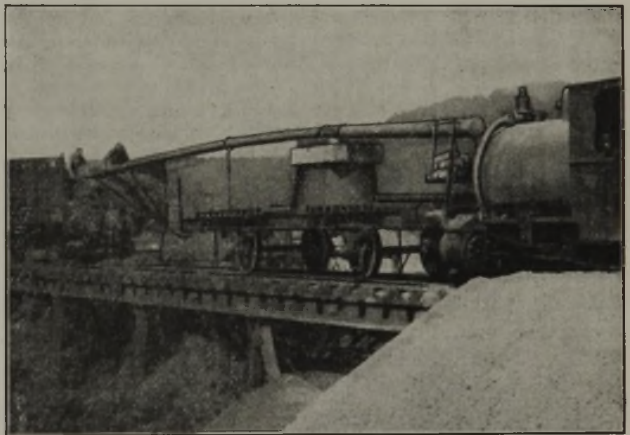


Bild 3. Entladen bauschigen Schüttgutes mit Schrapper.

tester bauschiger Späne ist mit der beschriebenen Einrichtung in rd. 1 h möglich, während sonst drei bis vier Personen zum Entleeren 4 bis 12 h Arbeitszeit gebrauchen. Die Bilder 2 und 3 zeigen in Gegenüberstellung die alte und die neue Betriebsweise.

Die Einrichtung ist einfach und billig und läßt sich schnell herstellen. Der Rechen läßt sich durch Vorhängen eines Bleches auch als Kratzer ausbilden und ist somit auch zum Ausladen (Auskratzen) vieler anderer Rohstoffe zu verwenden. Die Einrichtung des Schrappers läßt sich auch so ausgestalten, daß er feststehend an einem Ort eingerichtet wird und die Entladung durch Verschieben des Güterwagens selbst erfolgt. Selbstverständlich ist die Entladestelle dann an den Ort gebunden. Durch Schrägstellung des Schrappers und entsprechende Verspannung des Mastes läßt sich auch eine seitliche Entleerung des Wagens ermöglichen, wenn dies bei den örtlichen Verhältnissen zweckmäßig ist.

Julius Giersbach.

## Patentbericht.

### Deutsche Patentanmeldungen.

(Patentblatt Nr. 40 vom 3. Oktober 1940.)

Kl. 7 a, Gr. 22/03, S 126 282. Triowalzwerk. Erf.: Emil Skuballa, Beuthen (O.-S.).

Kl. 7 c, Gr. 1, W 103 483. Maschine zum Richten, Biegen, Walzen od. dgl. Erf.: Ernst Herfel, Dortmund. Anm.: Wagner & Co., Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H., Dortmund.

Kl. 18 a, Gr. 3, A 83 249. Verfahren zur Erhöhung des Wirkungsgrades von Gebläseöfen, insbesondere Hochöfen. Erf.: Julian Miles Avery, Neuyork.

Kl. 18 c, Gr. 9/01, W 98 870. Beheizungs- und Wärmehaustauschrohr. Lee Wilson, Cleveland, Ohio (V.St.A.).

Kl. 24 k, Gr. 4/01, D 80 842. Rekuperativer Abgas-Luft-erhitzer. Erf.: Karl Beck, Duisburg. Anm.: Deutsche Babcock und Wilcox Dampfkessel-Werke, A.-G., Oberhausen (Rhld.).

Kl. 31 c, Gr. 27/02, J 59 537. Geschlossene Gieß- oder Füllpfanne mit Stopfenverschluss. Siegfried Junghans, Stuttgart.

Kl. 39 a, Gr. 19/07, P 77 173. Werkzeug zum spanabhebenden Bearbeiten von Werkstoffen, die mit verhältnismäßig geringen Spandrücken bearbeitbar sind. Erf.: Dr. Walther Dawahl, Kohlhasenbrück (Post Neubabelsberg), und Karl Schröter, Berlin. Anm.: Fried. Krupp A.-G., Gußstahlfabrik, Essen.

Kl. 40 a, Gr. 46/40, H 153 062. Verfahren zur Vanadinerzeugung. Erf.: Dipl.-Ing. Alfred Brüninghaus, Dortmund. Anm.: Hoesch A.-G., Dortmund.

Kl. 42 k, Gr. 20/01, K 150 993. Vorrichtung zur Erzielung von gleichmäßig hohen Temperaturen über die Meßlänge von Prüfstäben für Warmzerreiß- und Dauerstandversuche. Erf.: Dr.-Ing. Hans Scholz, Dortmund. Anm.: Kohle- u. Eisenforschung, G. m. b. H., Düsseldorf.

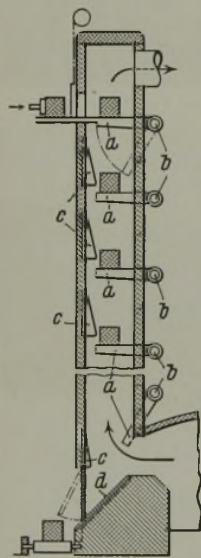
Kl. 42 k, Gr. 23/04, H 156 040; Zus. z. Pat. 688 026. Mikrohärtprüfer zum Bestimmen der Härte von Gefügebestandteilen. Erf.: Dr.-Ing. Heinrich Hanemann, Berlin. Anm.: Firma Carl Zeiß, Jena.

Kl. 80 b, Gr. 5/07, D 81 508. Verfahren zum Verblasen von schmelzflüssigen Stoffen, wie insbesondere Mineralien, Glas, Schlacke od. dgl. zu Wolle mittels eines Verblasedruckmittels. Erf.: Albrecht v. Frankenbergh u. Ludwigsdorf †, Mülheim (Ruhr), Dr.-Ing. Johannes Eicke und Josef Burchartz, Gelsenkirchen. Anm.: Deutsche Eisenwerke, A.-G., Mülheim (Ruhr).

Deutsche Reichspatente.

Kl. 18 c, Gr. 9<sub>01</sub>, Nr. 689 350, vom 24. März 1937; ausgegeben am 18. März 1940. Dipl.-Ing. Georg Moll in Essen. (Erfinder: Konstantin Moll in Bocsana Montana, Rumänien.) *Turmöfen mit kontinuierlicher und vollautomatischer Betriebsweise.*

Von den z. B. durch einen Aufzug gehobenen Blöcken, Knüppeln, Brammen usw. wird jedesmal ein Stück durch die gehobene Ofentür auf den obersten der von außen in den Ofen hineinragenden waagrecht gelagerten in Stufen übereinander angeordneten wassergekühlten und auswechselbaren, ein- oder zweiteilig ausgeführten Armen a oder zweiteilig ausgeführten Armen a aus hitzebeständigem Werkstoff geschoben. Diese sitzen auf Wellen b, die durch einen Motor gekippt werden können, so daß das Ofengut zur nächsttieferen Stufe hinabgleitet, wobei zum Schutze gegen Beschädigung der Ofenwände und Lenkung des Ofengutes Mauerleisten c angebracht werden. Beim Kippen der untersten Stufe fällt das Ofengut über Gleitrohre d durch eine Klapptür auf den Rollgang. Der Heizgasfluß strömt der Ofen- gutbewegung entgegen.



Kl. 42 k, Gr. 20<sub>01</sub>, Nr. 689 650, vom 26. März 1937; ausgegeben am 29. März 1940. Losenhäusenwerk, Düsseldorfer Maschinenbau-A.-G., in Düsseldorf. (Erfinder: Heinrich Vogt in Düsseldorf.) *Kontrollstab, besonders zur Nachprüfung kleinerer Lasten von Werkstoffprüfmaschinen.*

Die zum Anbringen der Spiegelgeräte od. dgl. dienenden Teile des Stabes haben zwar einen hierfür ausreichenden Durchmesser, der dazwischenliegende Teil besteht jedoch zum Erzielen einer genügenden Verformung aus zwei oder mehreren hintereinander geschalteten Verformungskörpern ringförmiger oder ähnlicher Gestalt mit verhältnismäßig kleinen Abmessungen.



Kl. 7 a, Gr. 4, Nr. 689 986, vom 7. März 1936; ausgegeben am 11. April 1940. Siemens & Halske, A.-G., in Berlin-Siemensstadt. (Erfinder: Dr. Günter Waßermann in Frankfurt a. M.) *Verfahren zur Herstellung von magnetischen Blechen oder Bändern mit hoher Permeabilität.*

Hierzu werden Werkstoffe mit kubischraumzentriertem Atomgitter, vorzugsweise Eisen-Silizium-Legierungen mit einem Siliziumgehalt bis zu 5% verwendet, die abwechselnd in aufeinander senkrecht stehenden Richtungen kaltgewalzt und anschließend bei 600 bis 1000°, vorzugsweise 800 bis 900° gegläht werden, wobei das Werkstück

in jeder Richtung nur einmal kaltgewalzt wird. Hierbei wird seine Dicke bei der ersten Walzung bis auf etwa den achten bis zehnten Teil seiner ursprünglichen Dicke und bei der zweiten Walzung in hierzu senkrechter Richtung auf etwa die Hälfte der durch die erste Walzung erzielten Dicke verringert.

Kl. 18 c, Gr. 14, Nr. 690 341, vom 3. Dezember 1935; ausgegeben am 23. April 1940. Amerikanische Priorität vom 10. Dezember 1934. A. O. Smith Corporation in Milwaukee, Wis., V. St. A. *Verfahren zur Erhöhung der Bruchsicherheit von Bohr- und Futterrohren aus Stahl für Bohrlöcher.*

Bei Rohren dieser Art, bei denen die Quetschgrenze wegen des Verhältnisses des Außendurchmessers zur Wandstärke von etwa 30 : 1 oder kleiner hauptsächlich die Bruchsicherheit bedingt, wird die Quetschgrenze durch mechanische Verformung unter Verkleinerung des ursprünglichen Verhältnisses von Außendurchmesser zur Wandstärke auf mindestens 42 kg/mm<sup>2</sup>, vorzugsweise auf 52,5 kg/mm<sup>2</sup> oder mehr, erhöht, z. B. durch Zusammen-drücken zwischen zwei halbzylindrische Gesenke. Hierbei wird auch die Streckgrenze des Werkstoffes in der Längsrichtung des Rohres auf einen Wert erhöht, der vorzugsweise geringer als die endgültige Quetschgrenze in der Umfangsrichtung des Rohres ist, so daß das Rohr stärkeren Zugbeanspruchungen in dieser Richtung ohne bleibende Verlängerung unterworfen werden kann.

Kl. 18 c, Gr. 15, Nr. 690 394, vom 18. Juli 1937; ausgegeben am 24. April 1940. Kohle- und Eisenforschung, G. m. b. H., in Düsseldorf. (Erfinder: Dr.-Ing. Karl Daeves in Düsseldorf, Dr.-Ing. Wilhelm Püngel in Dortmund und Dr.-Ing. Hans Wiesecke in Duisburg.) *Verfahren, die Eignung von Stählen mit 0,40 bis 0,75 % C und 0,10 bis 0,17 % Si für die Herstellung von Kratzen, Wabelitzen- und ähnlichen, unter 0,5 mm starken Drähten festzustellen.*

Walzdrähte der Stähle mit weniger als 0,15 % Cu werden von der Härtetemperatur in einem etwa 300° heißen Bade abgeschreckt und die zur vollständigen Umwandlung des Drahtgefüges in Sorbit erforderliche Abschreckzeit, die bei geeigneten Schmelzungen nur 1/2 bis 1 min beträgt, bestimmt.

Kl. 18 d, Gr. 2<sub>20</sub>, Nr. 690 469, vom 8. Dezember 1934; ausgegeben am 26. April 1940. Deutsche Edelstahlwerke A.-G. in Krefeld. (Erfinder: Dr.-Ing. Walter Rohland in Krefeld.) *Herstellung solcher verschleißfester Gegenstände, wie Zahnräder, die eine durch Aufkohlung und Abschreckung erzielte hohe Oberflächenhärte bei genügender Kernfestigkeit haben müssen.*

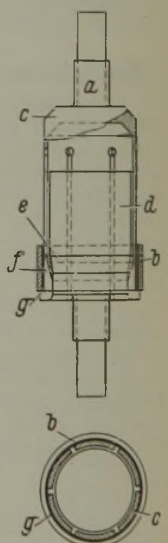
Hierzu wird ein Stahl mit 0,1 bis 0,2 % C, 1,7 bis 2,5 % Cr, 1,5 bis 2,5 % Ni, Rest Eisen verwendet, der jedoch als Rest neben Eisen noch bis zu 0,3 % Mo enthalten kann.

Kl. 48 d, Gr. 4<sub>01</sub>, Nr. 690 477, vom 23. Juni 1935; ausgegeben am 26. April 1940. Metallgesellschaft, A.-G., in Frankfurt a. Main. *Spülflüssigkeit für phosphatierte Gegenstände.*

Sie enthält 4 bis 7 g saure Chromate je 100 l Wasser.

Kl. 42 k, Gr. 20<sub>02</sub>, Nr. 690 495, vom 23. August 1936; ausgegeben am 26. April 1940. Gutehoffnungshütte Oberhausen A.-G. in Oberhausen, Rheinl. *Schlagvorrichtung zum Feststellen des Verhaltens von Hohlkörpern gegenüber schlagartiger innerer Druckbeanspruchung.*

Mit dem Gewindebolzen a wird die in den Prüfling b einzusetzende, längsgeschlitzte, einerseits geschlossene Hülse c an einen Pendelhammer des Pendelschlagwerkes befestigt. Am Ende des Schlagbolzens d wird ein Querschnitt befestigt. Beim Schlagzerreißversuch gleitet beim Aufschlagen des Querschnittes an der Schabotte des Schlagwerkes der in Hülse c gleitende Bolzen d mit seiner kegelförmigen Schrägfläche e an der am offenen Ende der Hülse c vorgesehenen Schrägfläche f ab und weitet die Hülse c schlagartig auf. Dadurch wird der Probekörper b (Hohlkörper oder Rohrabschnitt daraus) durch plötzlichen Innendruck beansprucht und gegebenenfalls bis zum Bruch aufgeweitet und gesprengt. Zwischen Prüfling b und Hülse c kann eine längsgeteilte Hülse g eingeschaltet werden.

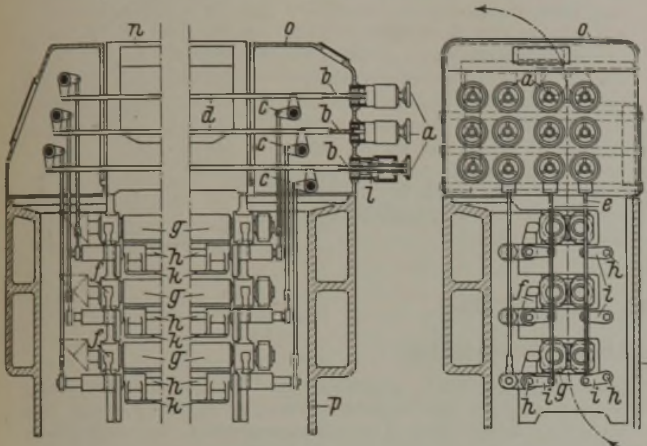


Kl. 80 b, Gr. 5<sub>07</sub>, Nr. 690 514, vom 26. Februar 1938; ausgegeben am 27. April 1940. Deutsche Eisenwerke, A.-G., in Mülheim, Ruhr. (Erfinder: Karl Kintzinger in Gelsenkirchen.) *Vorrichtung zur Reinigung mineralischer, aus feuerflüssigem Rohstoff erzeugter Wolle.*

Die in einem Druckmittelstrom schwebende Wolle wird gegen eine gewölbte Fläche geleitet; diese wird durch einen linsenförmigen Prallkörper gebildet, dessen kleinster Durchmesser etwa senkrecht zum Druckmittelstrom steht.

**Kl. 48 b, Gr. 2, Nr. 690 553**, vom 28. Juli 1930; ausgegeben am 27. April 1940. Demag, A.-G., in Duisburg. (Erfinder: Franz Stelbrink in Duisburg.) *Anstellvorrichtung für die Verzinnwalzen und deren Abstreifer bei Verzinnmaschinen.*

Die Betätigungsmittel der Anstellvorrichtungen sind an einer Stelle zusammengefaßt und übersichtlich angeordnet; an der Betätigungsstelle ist der Bedienungsmann weder der Hitze noch Rauchentwicklung ausgesetzt. Durch Drehen der Handräder a und Gewindespindeln b können mit Winkelhebeln c, Stangen d und e die innerhalb des Bades in gleichen Abständen von den zugehörigen Walzen drehbar gelagerten Andrückhebel f für die



Einbaustücke der Walzen g und die auf den freien Enden der Abstreiferachsen h sitzenden Schwenkhebel i für Abstreifhalter k gestellt werden, wobei der Anstelldruck durch die Spannung der Federn l etwa an einer Meßteilung auf den Hülsen m abgelesen werden kann. Handradreihe I gehört den Andrückhebeln f für die Walzenlagerung der einen Seite, Reihe II denen der anderen Seite an. Handradreihen III und IV gehören zu den Abstreiferhaltern k der beiden Walzen der Walzensätze. Die Wand für die Betätigungsmittel der Stellvorrichtungen gehört e i r an dem Walzenrahmen n befestigten Haube o an, die sich an eine Wand des Fettkessels p oben anschließt und eine Teilabdeckung des Bades bildet.

**Kl. 7 a, Gr. 9, Nr. 690 615**, vom 31. Dezember 1935; ausgegeben am 30. April 1940. Klöckner-Werke A.-G. in Duisburg. *Verfahren zur Herstellung von Panzerblechen von hoher Beschußsicherheit.*

Ein Rohblock aus Stahl geeigneter Zusammensetzung wird in Scheiben quer zu seiner Achse zerlegt und diese Scheiben werden, senkrecht zur Blockachse zu einem Blech geeigneter Stärke ausgewalzt, wobei das Verhältnis der Stärke der auszuwalzenden Scheiben zu der der herzustellenden Bleche etwa 8 : 1 beträgt.

**Kl. 13 f, Gr. 1, Nr. 690 630**, vom 7. April 1936; ausgegeben am 3. Mai 1940. Witkowitz Bergbau- und Eisenhütten-Gewerkschaft und Bruno Bělohávek in Mährisch-Ostau, Protektorat. *Verfahren zum Anschweißen dünnwandiger Rohre an dickwandige Behälter, Sammelkammern od. dgl.*

Stangenstücke a mit einem Durchmesser entsprechend dem Außendurchmesser der anzuschweißenden Rohre b werden in abgesetzte Löcher c in der Behälterwandung d eingesetzt, mit der Behälterwandung durch Schweißen verbunden und sodann entsprechend der lichten Weite der anzuschweißenden Rohre b ausgebohrt, wonach die Rohre b an die so gebildeten Rohrstutzen angeschweißt werden.

**Kl. 18 b, Gr. 17, Nr. 690 634**, vom 18. Oktober 1938; ausgegeben am 3. Mai 1940. Hydraulik G. m. b. H. in Duisburg. (Erfinder: Ernst Müller in Duisburg.) *Steuerung für den Antrieb von Konvertern.*

Bei dem Antrieb für die Kippbewegung der Birne, dessen Zahnstange durch eine Druckflüssigkeit hin und her bewegt wird, werden die beiden Einlaßventile für die Druckflüssigkeit als nach der Druckflüssigkeitsquelle hin öffnende Rückschlagventile ausgebildet und die Ventilerhebungen so gewählt, daß jedes der Einlaßventile durch die Bewegung der Steuerwelle schon ganz geöffnet wird, wenn jedes zugehörige Auslaßventil noch geschlossen ist, so daß das Uebergewicht des Konverters dazu benutzt werden kann, einen Teil der vorher verbrauchten Druckflüssigkeit in die Druckflüssigkeitsquelle, z. B. einen Sammler, zurückzudrücken.

**Kl. 18 c, Gr. 1, Nr. 690 709**, vom 25. September 1936; ausgegeben am 4. Mai 1940. Mannesmannröhren-Werke in Düsseldorf. (Erfinder: Wilhelm Bernatzky in Duisburg-Huckingen.) *Verfahren zum Härten von Grobblechen oder Panzerplatten.*

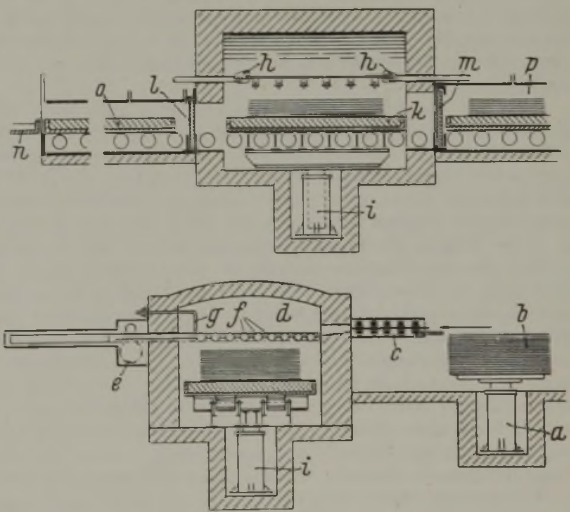
Die Werkstücke werden mit dem aus dem Ofen zuerst ausgezogenen Teil auch zuerst in das Härtebad eingetaucht; dabei wird die Schnelligkeit des Eintauchens so geregelt, daß alle Teile des Werkstückes mit derselben Temperatur in das Härtebad gelangen, wodurch über die ganze Fläche auch eine gleiche Festigkeit und Härte erzielt wird.

**Kl. 18 c, Gr. 1, Nr. 690 710**, vom 23. Januar 1931; ausgegeben am 4. Mai 1940. Fried. Krupp A.-G. in Essen. *Verfahren zur Verbesserung der Eigenschaften, besonders der Härte, Festigkeit und Streckgrenze, von Eisen- und Stahllegierungen.*

Die von hoher Temperatur (z. B. etwa 700 bis 1300°) langsam oder schnell abgekühlten Eisen- oder Stahllegierungen mit 0,01 bis 8 % Ta und/oder Niob werden, um eine Ausscheidungshärtung zu erzielen, angelassen, wobei das Anlassen durch besonders langsame Abkühlung ersetzt werden kann. Die Legierungen können auch noch einen Zusatz an Silizium, Mangan, Nickel, Chrom, Wolfram, Molybdän, Vanadin oder Kobalt einzeln oder gemischt enthalten.

**Kl. 18 c, Gr. 8, Nr. 690 804**, vom 9. November 1937; ausgegeben am 8. Mai 1940. Hüttenwerke Siegerland, A.-G., in Siegen. (Erfinder: Dipl.-Ing. Karl Peter Harten und Dr.-Ing. Günther Neuendorf in Eichen, Kr. Siegen.) *Vorrichtung und Verfahren zum elektrischen Blankglühen von langgestreckten Metallgegenständen.*

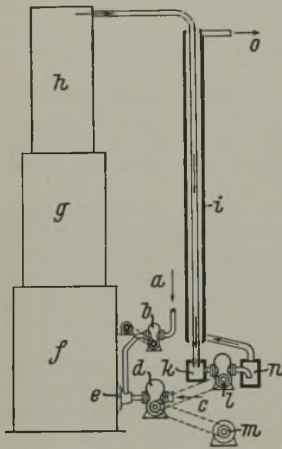
Die auf einem Hubzylinder a liegenden Bleche, Bänder usw. b gelangen durch Schleuse c in den mit Schutzgas gefüllten Ofen d und der durch Antrieb e herausziehbare Rollgang f nimmt sie nach Regelung des Auflaufes durch Anschlag g auf. Dann werden sie von zwei oder mehreren mit der Stromzufuhr in Verbindung stehenden Kontaktklemmen h erfaßt und eingespannt gehalten, wozu eine der Klemmen mit Hilfe einer nicht dargestellten Vorrichtung bis zum Ende des Glühens unter Zugspannung gehalten



wird. Dann wird Rollgang f aus dem Ofen gefahren. Nach Einschalten des Stromes erhitzen sich die Bleche schnell auf die für das Blankglühen nötige Temperatur. Nach Ausschalten des Stromes und Lösen der Klemmen fallen die Bleche auf den durch Zylinder i heb- und senkbaren Wagen k; sind genügend Bleche aufgestapelt worden, so werden Schieber l, m geöffnet, Drücker n drückt einen neuen Wagen o in den Ofen und zugleich Wagen k in die Kühlkammer p. Am Rollgang f können noch Kühlrippen angeordnet werden.

**Kl. 18 c, Gr. 8<sub>00</sub>, Nr. 690 727**, vom 17. Oktober 1937; ausgegeben am 6. Mai 1940. Siemens-Schuckertwerke, A.-G., in Berlin-Siemensstadt. *Verfahren und Einrichtung zur Erzeugung eines möglichst wasserdampffreien Ofenschutzgases, besonders für Blankglühzwecke.*

Sowohl das bei a angesaugte und durch Gebläse b auf mindestens 1500 mm Wassersäule verdichtete brennbare Gas als auch

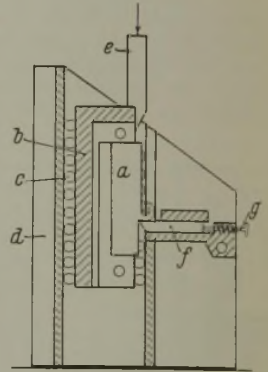


die für sich bei c angesaugte und durch Gebläse d auf gleichen Luft werden durch den gemeinsamen Brenner e der Verbrennungskammer f zugeführt und vollständig oder teilweise verbrannt, worauf die Verbrennungsgase durch einen Dampf- oder Warmwasserkessel oder auch Wärmeaustauscher g sowie durch den Behälter h gehen, in dem die Gase durch Wasserberieselung bis fast auf die Kühlwassertemperatur herabgekühlt und nach weiterem Abkühlen durch Wärmeaustauscher i und Abscheiden des Kondenswassers im Abscheider k dem Expansionsmotor l zugeleitet werden. In diesem dehnt

sich das Gasgemisch unter Leistung von Arbeit, die mit Riemen zum Antrieb des Luftverdichtungsgebläses d verwendet wird; sollte diese Leistung nicht genügen, so kann ein Zusatzmotor maushelfen. Das entspannte durch Abscheider n vom Wasser befreite und durch eine Reinigungsanlage zum Entfernen des Schwefels und Kohlendioxides geleitete Gas verläßt die Anlage bei o als fertiges Schutzgas.

**Kl. 42 k, Gr. 29<sub>00</sub>, Nr. 691 034**, vom 7. Juli 1938; ausgegeben am 15. Mai 1940. Dr.-Ing. Josef Krystof in Wien. *Einrichtung zum Bestimmen der Zerspanbarkeit von Werkstoffen.*

Der zu prüfende Werkstoffstab a wird mit einer seitlichen Klemmbacke b eingespannt; dieser ist unter Zwischenschalten von Rollen c im Ständer d senkrecht beweglich gelagert und kann durch das Druckstück e abwärts bewegt werden, so daß die frei liegende Vorderseite des Prüfstabes an dem Breithobel f vorbeigeführt wird, dessen Schnitttiefe durch den verstellbaren Anschlag g einstellbar ist. Beim Einbau der Breithobelvorrichtung in eine Prüfpresse kann der Schnittdruck mit einem hydraulischen Pendelmanometeraufgezeichnet werden.



## Wirtschaftliche Rundschau.

### Bismarck und die Altersversorgung.

Am 15. Februar 1940 hatte der Führer dem Reichsorganisationsleiter Dr. Ley den Auftrag erteilt, die Grundlagen und Bedingungen der Durchführung einer umfassenden und großzügigen Altersversorgung des deutschen Volkes in Zusammenarbeit mit den hierzu berufenen Stellen der Partei und des Staates zu prüfen, zu klären und die sich daraus ergebenden Vorschläge unverzüglich auszuarbeiten. „Dieses neue Gesetzwerk des Aufbaues der nationalsozialistischen Volksgemeinschaft“, so sagte der Führer, „soll für alle Zeiten unser Volk an den gemeinsamen Kampf der Front und der Heimat um die Freiheit und Unabhängigkeit des Großdeutschen Reiches erinnern.“ Nach kaum einem halben Jahr hat nun Dr. Ley dem Führer den ersten Entwurf über den ersten Abschnitt des großen deutschen Sozialwerkes übergeben. Ueber seinen Inhalt macht er im „Angriff“ (Nr. 238 vom 2. Oktober 1940) einige grundsätzliche Bemerkungen, in denen es u. a. heißt:

„Das nationalsozialistische Reich sieht sich vor der Aufgabe, auf den sozialen Trümmern der Vergangenheit ein besseres Gebäude zu errichten. Auch es muß rechnen; es kann im Endergebnis den Alten und Arbeitsunfähigen nicht mehr zukommen lassen, als die Arbeitsfähigen bereit und fähig sind, für sie zu erarbeiten.

Mit der bisherigen Sozialversicherung schiebt der Staat die Verantwortung für die Alten auf die Versicherungsträger und damit auf die Versicherten selbst ab. Er „versichert“ sich gegen seine eigene Verantwortung, ein Vorgang, der wohl im liberalistischen Staat, aber nie in einer nationalsozialistischen Gemeinschaft möglich ist. Der Staat trägt die Verantwortung für seine Bürger, die ihm treu gedient haben. Bisher ist das lediglich für die Beamten anerkannt worden; aber selbst das hätte noch zu Zeiten eines Friedrichs des Großen als unerhört revolutionär gewirkt. Unser Staat verlangt vom Arbeiter keine geringere Treue als vom Beamten. Er kann ihm daher auch keine geringere Sorge angedeihen lassen. Die Wandlung vom liberalen Staat zum Volksstaat wird sich auch in der Versorgung auswirken. Daher wird die Aufbringung der Mittel für die Versorgung auch nicht mehr Sache einzelner Versicherter, sondern Aufgabe der Gemeinschaft im ganzen sein. Jeder hat nach seinen Kräften im Rahmen der allgemeinen Besteuerung an der Beschaffung der Mittel mitzuwirken, so wie jeder nach seinen Bedürfnissen Anspruch auf die Versorgung erhebt. Damit fällt das ganze kleinliche System der Beitragsberechnung und der Anwartschaftsmathematik in sich zusammen. Die Volksgemeinschaft fragt nicht, wie die Versicherung: „Wieviel Beiträge kannst du nachweisen?“ Sie fragt ausschließlich, ob du deine Pflicht als Deutscher erfüllt hast. Wenn dies der Fall ist, springt die Gemeinschaft ein.“

Die Ausführungen lassen den tiefgreifenden Wandel erkennen, der in der Auffassung vom Zweck und Ziel der Sozialversicherung im nationalsozialistischen Staat gegenüber dem

liberalen Staat Platz gegriffen hat. Mit dieser Feststellung ist nichts gegen das bisherige Versicherungswerk gesagt, das vielmehr, trotz allen Unvollkommenheiten, als bedeutsame Leistung im Rahmen des damals Möglichen volle Anerkennung verdient. Auf einem internationalen Kongreß der Volkswirte zu Paris im Jahre 1889 sprach denn auch der italienische Professor Luzzetti von der sozialpolitischen Gesetzgebung Deutschlands als „einem riesenhaften Werk, geschmiedet mit dem Hammer eines sozialen Zyklopen“, und überall in der Welt galt die deutsche Sozialversicherung als unerreichtes, einzig dastehendes Vorbild für alle Kulturstaaten. Bismarck selbst dachte allerdings von dem so bewunderten und zur Nachahmung empfohlenen Gesetzeswerk sehr viel bescheidener, blieb es doch hinter seinen ursprünglichen Plänen weit zurück. Es wäre daher falsch verstandenes Dankgefühl, wenn man die soziale Gesetzgebung als ein Vermächtnis Bismarcks selbst auch nur in ihren Grundformen sozusagen für alle Zeiten unangetastet lassen wollte.

Wie abwegig eine solche Einstellung ist, beweist eine kleine Schrift „Bismarcks Erbe in der Sozialversicherung“, die während der Vorarbeiten des Arbeitswissenschaftlichen Instituts der Deutschen Arbeitsfront an der nationalsozialistischen Altersversorgung entstand und die geeignet ist, Klarheit in die geschichtlichen Vorgänge um die Entstehung der deutschen Sozialversicherung zu bringen. Es stellt sich nämlich heraus, daß Bismarck in keiner Weise mehr die Ausführung seines ursprünglichen Planes in der Hand gehabt hat, und daß in der parlamentarischen Maschinerie seine Absichten völlig entstellt worden sind. Die drei großen Versicherungsgesetze sind unter heftigen parlamentarischen Kämpfen mit mannigfachen Änderungen ihrer Entwürfe zustande gekommen.

Dies zeigen am besten die eigenen Äußerungen Bismarcks, der auch die Altersversorgung erstmalig mit dem Gedanken vom Soldatentum der Arbeit verband, und zwar sagte er 1881 zu seinem Mitarbeiter Moritz Busch:

„Der Staat muß die Sache in die Hand nehmen. Nicht als [Almosen, sondern als Recht auf Versorgung, wo der gute Wille zu Arbeit nicht mehr kann. Wozu soll nur der, welcher im Kriege oder als Beamter erwerbsunfähig geworden ist, Pension haben, und nicht auch der Soldat der Arbeit?“

Bismarck sprach also dem Arbeiter grundsätzlich das Recht auf Versorgung zu wie jedem Soldaten und Beamten auch. Ein anderes Mal erklärt er:

„... Ich hatte das Bestreben, daß dem müden Arbeiter etwas Besseres und Sichereres als die Armenpflege, die lokale Armenpflege gewährt werden sollte, daß er wie jeder Soldat auch im Zivilleben seine sichere Staatspension haben sollte, mäßig, gering meinethalben, aber doch so, daß ihn die Schwiegermutter des Sohnes nicht aus dem Hause drängt, daß er seinen Zuschuß hat.“

Der Almosenbegriff wird von Bismarck bewußt beiseite geschoben. Die Versorgung im Alter sollte ein unverrückbarer Rechtsanspruch sein, und er strebte einer Verwirklichung zu, die man als sozialistisch im nationalen Sinne ansprechen darf. So sagt er: „Ich wollte an Stelle des Armengesetzes ein Staatsgesetz haben, das dem Arbeiter für sein Alter statt der Armenversorgung eine Pension sichern sollte, die ihm bis zum Tode ein unabhängiges Dasein ermöglicht. Die Altersrente aber sollte ein gesetzlicher Anspruch sein, klar und unverlierbar.“

Die Verantwortung für die Form, die das Altersversicherungsgesetz nach seiner Verabschiedung schließlich angenommen hatte, hat Bismarck nach seiner Entlassung auf das schärfste zurückgewiesen. Mehrfach hat er den Bürokratismus des Gesetzes gerügt und namentlich auf die Verfälschung seines sozialpolitischen Grundplanes hingewiesen:

„Ich habe es nicht so gemacht, ich habe erstrebt, daß die Arbeiter überhaupt nicht beitragen sollen. . . Die Sache wurde neu eingebracht, sie fiel in die Geheimratsmaschine und kam ziemlich anders wieder zum Vorschein, und als schließlich — ich glaube sieben oder acht Jahre, nachdem ich die Sache angeregt hatte — der parlamentarische und geheimräthliche

Wechselbalg wieder aus der Maschine herauskam, da wurde ich gefragt: Willst du das oder willst du nichts? Und da habe ich gesagt, ich will lieber dieses wie gar nichts. . .“

Vernichtender und geringschätziger kann die Sozialversicherung von damals überhaupt nicht abgetan werden, als es ihr angeblicher Schöpfer, Bismarck, getan hat. Was er wollte, war die „Alters- und Invalidenversicherung als allgemeines und nationales Bedürfnis, welches daher aus dem Nationalvermögen befriedigt werden sollte“.

Bismarck erkannte, daß es seiner Zeit nicht vergönnt war, das Endziel zu verwirklichen. Wohl hat er mit seiner Sozialversicherung den Weg dazu beschrritten in der festen Hoffnung, daß das einmal Begonnene von der Geschichte vollendet werden würde. In jener Unterredung mit Moritz Busch, in der er die Altersversorgung mit dem Soldatentum der Arbeit begründet, sagt er seherisch:

„Diese Sache wird sich durchdrücken. Die hat ihre Zukunft. Es ist möglich, daß unsere Politik einmal zugrunde geht, wenn ich tot bin. Aber der Staatssozialismus pakt sich durch. Jeder, der diesen Gedanken wieder aufnimmt, wird ans Ruder kommen.“

### Koninklijke Nederlandsche Hoogovens en Staalfabrieken N. V., IJmuiden.

— Nach der grundlegenden Umgestaltung der Bilanz im Vorjahre und erheblichen Betriebsverbesserungen erzielte die Gesellschaft im Geschäftsjahre 1939/40 (1. April bis 31. März) einen Rohgewinn von 4 526 187 fl. Nach Abzug von 1 558 311 fl Abschreibungen, 1 850 000 fl Zuweisung zu einer Sonderrücklage und 58 761 fl sonstigen Ausgaben verbleibt ein Reingewinn von 1 059 115 fl, aus dem u. a. 885 000 fl Gewinn (5 % gegen 3 % i. V.) auf die gewöhnlichen Aktien, 137 500 fl (5½ %) auf die Vorzugsaktien und 3000 fl. (4 %) auf die Prioritätsaktien ausgeteilt sowie 11 151 fl auf neue Rechnung vorgetragen werden.

Bereits im Winter 1939 war die Rohstoffversorgung wesentlich erschwert; die Einbeziehung Hollands in den Krieg verursachte anfangs einen völligen Stillstand im Verkehr mit dem Ausland. Ueberdies wurde während der Kriegshandlungen eine Pumpstation für das Kühlwasser der Hochöfen und Windmaschinen ernsthaft beschädigt, wodurch beinahe die gesamten Erzeugungseinrichtungen einschließlich der der Nebenbetriebe zum Stillstand kamen. Die Koksfabrik blieb zur Gasversorgung der angeschlossenen Gemeinden in Betrieb. Nach Ausbesserung der Pumpstation konnte ein Hochofen wieder angeblasen und bei Wiederaufnahme der Kohlenanfuhr aus Limburg auch der Betrieb in der Koksfabrik erweitert werden. Später kamen auch das Stahlwerk und die Röhrengießerei wieder in Gang; allerdings konnte infolge mangelnder Rohstoffversorgung nicht mit voller Leistungsfähigkeit gearbeitet werden.

Der Krieg hat alle Auslandsverbindungen, sowohl über Land als auch über See, unterbrochen. So kam auch die Erz-einfuhr vollkommen zum Stillstand. Es muß deshalb in Kürze mit weiteren Betriebseinschränkungen, sogar mit einem Aufhören der Roheisenerzeugung gerechnet werden; die Gesellschaft hofft jedoch, die Einfuhr von Erzen wieder aufzunehmen, bevor die Vorräte erschöpft sind.

Trotz der verminderten Betriebstätigkeit wurde die Belegschaft, allerdings mit verkürzter Arbeitszeit, beibehalten; die demobilisierten Arbeitskräfte sind an die Arbeitsplätze zurückgekehrt.

Die Roheisenerzeugung belief sich im Berichtsjahre auf 276 279 t (Tagesdurchschnitt 755 t) gegen 275 712 t im Jahre 1938/39. Während des Berichtsjahres waren zwei Hochöfen und zwei Koksofenbatterien in Betrieb. Die Koksfabrik stellte 296 549 (i. V. 281 848) t Koks her. Die Stromabgabe stieg auf 96 456 500 (83 246 000) kWh. An Nebenerzeugnissen wurden 1939/40 (1938/39) gewonnen: Rohbenzol 3478 (3229) t, Teer 10 322 (9319) t, Ammoniumsulfat 4417 (3758) t. Die Gaslieferung an die angeschlossenen Gemeinden erreichte insgesamt rd. 19 Mill. m<sup>3</sup> gegen rd. 18 Mill. m<sup>3</sup> im Vorjahre.

Die Röhrengießerei war regelmäßig in Betrieb, teilweise mit zwei, und zum Teil mit einer Arbeitsschicht. Die Herstellung überstieg die des Vorjahres. Der Betrieb des Stahlwerkes wurde im Berichtsjahr voll aufgenommen, da auch der zweite Ofen fertiggestellt wurde und gemeinsam mit dem ersten in Tätigkeit kam. Die Tatsache, daß das Stahlwerk ausschließlich für den Inlandsmarkt arbeitet und auch nur inländische Rohstoffe (Schrott und durch die Gesellschaft selbst hergestellte Stahlleisen) verarbeitet, ist der Grund, weshalb diese Betriebsabteilung als einzige des ganzen Werkes zur Zeit in vollem Umfang arbeiten kann.

Während des Geschäftsjahres wurden ansehnliche Bestellungen für den Bau eines Blechwalzwerkes und für die Erweiterung des Stahlwerkes durch einen dritten Siemens-Martin-Ofen erteilt. Die Bauarbeiten sind in vollem Gange. Durch die Schaffung einer Gaserzeugeranlage wurde die Gasversorgung des Stahlwerkes von dem Betrieb der Hochöfen und der Koksfabrik unabhängig. Die Anlage kam der Gesellschaft in den letzten Monaten sehr zunutze.

Der Kriegsausbruch im September 1939 brachte anfangs eine vollkommene Stilllegung der Roheisenausfuhr mit sich, da infolge eines Regierungsbeschlusses die Ausfuhr für eine Reihe von Erzeugnissen, unter denen sich auch Roheisen befand, verboten wurde, um vor allem den Bedarf des Inlandes decken zu können. Später erreichte die Gesellschaft jedoch eine Freistellung gewisser Mengen Roheisen, so daß sie den früher eingegangenen Verpflichtungen auf Auslandslieferungen nachkommen konnte.

In den ersten beiden Kriegsmonaten gelang es der Gesellschaft, noch große Mengen an Erzen einzuführen, wodurch die Erzvorräte sogar noch eine Steigerung erfuhren. Durch die infolge des Krieges zunehmenden Erschwerungen in der Verschiffung wurde die Erzeinfuhr jedoch stets schwieriger und kostspieliger, so daß nach November 1939 der Erzvorrat abzunehmen begann. Die starke Steigerung der Frachtkosten, die oft um ein Achtfaches die Vorkriegssätze übertrafen, verursachte eine ansehnliche Erhöhung des Roheisenherstellungspreises, die noch durch sonstige Unkosten verschärft wurde. Als Folge hiervon waren auch Preissteigerungen für Roheisen nicht zu umgehen. Der zunehmende Mangel an Schiffsraum veranlaßte die Gesellschaft zu Anfang des Jahres 1940, einen Seedampfer in Teileigentum zu erwerben; er war hauptsächlich dazu bestimmt, Erze von Nordspanien nach IJmuiden zu bringen. Das Schiff hat auch einige dieser Reisen erfolgreich durchgeführt.

Trotz aller Schwierigkeiten vor allem auch bei der Brennstoffversorgung konnte die Gesellschaft die Roheisenerzeugung im Berichtsjahr auf der Höhe des vorigen Jahres halten. Der Absatz war wohl leicht rückgängig, er übertraf aber im Berichtsjahr doch noch die Erzeugung. Die Roheisenausfuhr nahm allerdings von 223 046 t auf 159 199 t ab. Demgegenüber nahm der Absatz auf dem Inlandsmarkt, einschließlich der der Gesellschaft gehörenden Eisen verarbeitenden Betriebe, ansehnlich zu; er erreichte 119 689 t gegenüber 72 830 t i. V. Der prozentuale Anteil des Inlandsabsatzes an dem Gesamtabsatz stieg dadurch von 24,6 auf 43,0 %, ein Verhältnis, das noch nie zuvor erreicht wurde. Die Einfuhr von ausländischem Roheisen betrug im Berichtsjahr 17 301 t gegenüber 17 710 t i. V. Die Stahlerzeugung fand in der niederländischen Walzindustrie guten Absatz, während überdies auch eine kleine Menge nach Belgien ausgeführt werden konnte. Das Stahlwerk trägt unter den heutigen Verhältnissen in großem Maße dazu bei, sehr dringenden Inlandsbedarf zu decken. Der Absatz an gußeisernen Röhren überstieg den des Jahres 1938/39. Die Preise waren jedoch unbefriedigend, besonders von September 1939 an, da die vorgenommenen Preiserhöhungen keinen Ausgleich für die gestiegenen Herstellungskosten des Roheisens boten. Die Gesellschaft sah sich deshalb gezwungen, die Erzeugung von einem Zweischichtenbetrieb in einen einschichtigen zu vermindern.

## Buchbesprechungen.

**Erkens, A., Dipl.-Ing.: Konstruktive Lagerfragen.** Richtlinien und Beispiele für die Konstruktion der Gleitlager unter Verwendung der Austauschwerkstoffe. 2., vollst. überarbeitete Aufl. mit 137 Bildern, 22 Zahlentaf. und Auszügen aus einer Anordnung der Reichsstelle für Metalle, die Verwendung von Lagerwerkstoffen betreffend. Im Auftrage der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Konstruktionsingenieure (ADKI) des VDI im NSBDT. bearb. u. hrsg. Berlin (NW 7): VDI-Verlag, G. m. b. H. (1940) — Mitvertrieb: Beuth-Vertrieb, G. m. b. H. Berlin (SW 68). (IV, 58 S.) 4<sup>o</sup>. 10 *R.M.*, für Mitglieder des Vereines deutscher Ingenieure 9 *R.M.*

Die neue Auflage<sup>1)</sup> zerfällt im wesentlichen wieder in zwei Teile, nämlich die allgemeinen Abschnitte und die Berichte der Unterausschüsse. Der allgemeine Teil behandelt Fragen der Lagerschmierung, der werkstoffgerechten Lagergestaltung und der Lagerwerkstoffwahl. Mit Rücksicht auf das Ziel dieser Schrift, Buntmetalle einzusparen, vermißt man eine kurze Auseinandersetzung über die Einsatzmöglichkeiten für Wälzlager, während andererseits die Ausführungen über Lagerausfußverfahren nur so weit den Gegenstand der Schrift betreffen, wie sie auf die Lagergestaltung unmittelbaren Einfluß nehmen. Unter den behandelten Lagerwerkstoffen vermißt man die Zinklegierungen, die wir als Austauschwerkstoff heute verstärkt einsetzen.

Die Forderung im siebenten Abschnitt, alle Gleitlager im Falle der Instandsetzung nach den für den Neumaschinenbau gedachten Richtlinien der voraufgehenden Abschnitte umzuändern, wird nicht immer durchführbar sein, so erwünscht dies an sich wäre. Denn wenn auch die neuen Richtlinien vielfach von den Erfahrungen der Instandhaltungsbetriebe ausgegangen sind, so sind doch bei vielen Maschinenaltern gestalterische Änderungen nicht zu erwarten, schon weil hierfür die Zeit fehlt.

Der sechste Abschnitt faßt die eigentliche Gemeinschaftsarbeit der Unterausschüsse zusammen und wird wieder große Beachtung bei unseren Maschinenbetrieben finden, zumal da einige neue Fachgebiete hinzugekommen sind, wie Transmissions- und

<sup>1)</sup> Wegen der 1. Aufl. vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 1543.

Triebwerksbau, Walzwerks- und Rollgangslagerbau u. a. Dieser Niederschlag des Erfahrungsaustausches der verschiedenen Fachgebiete ist sehr lehrreich, bedarf allerdings einer kurzfristigen Anpassung an den unaufhaltsam fortschreitenden Stand der Technik. Die Zukunft der ganzen Schrift liegt meines Erachtens in einem weiteren Ausbau der Fachberichte dieses Abschnittes, der ein schönes Zeugnis für die Gemeinschaftsarbeit der deutschen Konstruktionsingenieure im Verein deutscher Ingenieure ist.

Ewald Rohde.

**Schubert, Johannes, Dipl.-Ing.: Planungsgrundlagen für Rauchgasentstauber.** Hrsg. von der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung (W. E. V.). Ausgabe 1940. Berlin: Franckh'sche Verlagsbuchhandlung (1940). (61 S.) 8<sup>o</sup>. 2,80 *R.M.*

Das Büchlein füllt eine Lücke im Schrifttum über Entstaubungsanlagen aus, da es knapp, aber recht anschaulich einen Überblick über die wichtigsten Unterlagen für Planung, Bestellung, Gewährleistung, Bauarten, Ausführung, Montage und Betrieb von Rauchgas-Entstaubungsanlagen sowie über die Frage „Staub“ gibt. Allerdings beschränken sich die Ausführungen auf diese Entstaubungsanlagen; eine Erweiterung auf Anwendungsgebiete in anderen Industriezweigen, z. B. in Hüttenbetrieben, sowie eine dem heutigen Stande der Technik entsprechende Beschreibung der Staub-Meßverfahren wäre wünschenswert, da nur durch eine derartige Messung Gewährleistungen und Betrieb von Entstaubungsanlagen nachgeprüft werden können. Ebenso würde eine Erweiterung der wenigen Schrifttumsangaben den Inhalt wesentlich vertiefen.

Im übrigen ist die übersichtliche Zusammenstellung der Kennwerte von Rauchgasentstaubern zu begrüßen, wie auch die praktischen Hinweise auf Grund von Betriebserfahrungen an den Entstaubungsanlagen selbst und an ihren Hilfs- und Nebenrichtungen. Eine große Anzahl von Abbildungen, Schaubildern und graphischen Darstellungen läßt das Büchlein gerade für den Betriebsmann, der sich mit diesen Fragen zu beschäftigen hat, empfehlenswert erscheinen.

Kurt Guthmann.

## Vereins-Nachrichten.

### Verein Deutscher Eisenhüttenleute.

#### Fachausschüsse.

Dienstag, den 29. Oktober 1940, 15 Uhr, findet in Düsseldorf, Eisenhüttenhaus, Ludwig-Knickmann-Str. 27, die

#### 29. Vollsitzung des Maschinenausschusses

statt mit nachstehender

#### Tagesordnung:

1. Konstruktive Fortschritte auf dem Gebiete der Kolbenmaschinen. Berichterstatter: Dr.-Ing. L. Engel, Duisburg.
2. Betrachtungen zur Gasturbinenfrage. Einleitende Ausführungen von B. Weißenberg, Düsseldorf.
3. Zur Einrichtung zentraler Preßluftanlagen. Berichterstatter: Dipl.-Ing. W. Garski, Bochum.
4. Verschiedenes.

#### Änderungen in der Mitgliederliste.

**Gerlach, Erwin, Dipl.-Ing., Betriebsleiter des Walzwerkes der Silesiahütte, Rybnik (Oberschles.);** Wohnung: Kattowitzer Straße 49. 40 265

**Haasl, Anton, Dipl.-Ing., Stahlwerksassistent, Vereinigte Oberschles. Hüttenwerke A.-G., Abt. Juliehütte, Bobrek Karf 1 über Beuthen (Oberschles.).** 39 166

**Habbig, Hans Eugen, Dipl.-Ing., Düsseldorf-Oberkassel, Luegallee 70.** 37 141

**Hennig, Hans Robert, Oberingenieur, Brünn (Mähren), Lerchengasse 2.** 20 050

**Hofrichter, Curt, Chefchemiker a. D., vereid. Chemiker, Krefeld, Moerser Str. 135.** 13 044

**Köhler, Günther, Dr.-Ing., Junkers Flugzeug- u. Motorenwerke A.-G., Motorenbau Zweigwerk Köthen, Köthen (Anh.);** Wohnung: Hotel Kaiserhof. 29 102

**Kubasta, Josef, Oberingenieur, Vorstand der Abt. Betriebskontrolle der Stahlwerke Röchling-Buderus A.-G., Wetzlar;** Wohnung: Kaiserstr. 26. 12 124

**Kuchenbuch, Gerhard, Dipl.-Ing., Ruhrstahl A.-G., Gußstahlwerk Witten, Abt. Walzwerk, Witten.** 35 057

**Moritz, Helmut, Dipl.-Ing., Bismarckhütte (Oberschles.), Richtenhofenstr. 57.** 33 089

**Rotter, Alfred, Dipl.-Ing., Betriebsdirektor, Witkowitz Bergbau- u. Eisenhütten-Gewerkschaft, Mähr. Ostrau 10;** Wohnung: Mähr. Ostrau-Witkowitz, 1.-Mai-Str. 111. 09 069

**Rupp, Max, Dipl.-Ing., Hochofenbetriebsassistent, A.-G. der Dillinger Hüttenwerke, Dillingen (Saar);** Wohnung: Kaiser-Friedrich-Str. 10. 34 178

**Vogel, Konrad, Ingenieur, Bismarckhütte A.-G., Abt. Rohrwerk, Bismarckhütte;** Wohnung: Königshütte (Oberschles.), Kressenweg 4. 36 448

**Zieler, Hans, Dr.-Ing., Röchling'sche Eisen- u. Stahlwerke G. m. b. H., Völklingen (Saar);** Wohnung: Kreuzbergstr. 5. 27 316

#### Gestorben:

**Gaßen, Josef, Direktor a. D., Potsdam. \* 15. 8. 1884, † 23. 9. 1940.** 16 018

**Schneider, Carl, Oberingenieur a. D., Rimsting. \* 25. 7. 1860, † 2. 10. 1940.** 02 045

#### Neue Mitglieder.

##### A. Ordentliche Mitglieder:

**Kuznia, Alfons, Ingenieur, Leiter der Betriebs- u. Energiewirtschaftsstelle der Eisenwerk-Gesellschaft Maximilianshütte, Abt. Maxhütte, Maxhütte-Haidhof (Oberpf.);** Wohnung: Maxhütte (Oberpf.), Haus 67. 40 335

**Leppin, Otto, Ingenieur, techn. Vorstand der Franz Seiffert & Co. A.-G., Eberswalde;** Wohnung: Berlin-Lichtenrade, Blumen-thalstr. 5. 40 336

**Mann, Wilhelm, Leiter der Wirtschaftsstelle der Klöckner-Werke A.-G., Werk Georgsmarienhütte, Georgsmarienhütte, (Kr. Osnabrück);** Wohnung: Iburg, Osnabrücker Str. 126. 40 337

**Meier, Ernst, Oberingenieur, Direktor, Braunschweiger Hüttenwerke G. m. b. H., Braunschweig;** Wohnung: Braunschweig, Leipziger Str. 118. 40 338

##### B. Außerordentliche Mitglieder:

**Buch, Fritz Hermann, stud. rer. met., Weidenau (Sieg), Albertstraße 4. 40 339**

**Kreuser, Wolfgang, cand. rer. met., Köln, Mainzer Str. 26. 40 340**