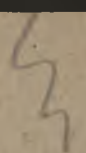




P. 770 / 44



STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE
EISENHÜTTENWESEN



HEFT 28

13. JULI

64. JAHRG.

VERLAG STAHL EISEN M. B. H. DÜSSELDORF

WT



63 Jahre

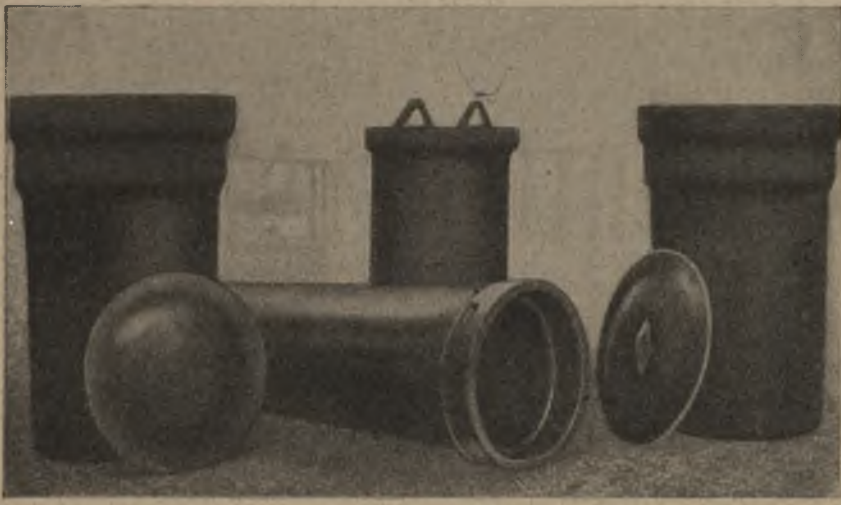
Abfallbeizen-Aufarbeitung

ohne Wasser und ohne Dampf durch

Rollkristaller

mit Einbauten, DRGM., erprobt nach neuen Erkenntnissen der Technik. Mehrfache Leistung gegenüber den üblichen Bauarten. Ununterbrochene Arbeitsweise. Der Rollkristaller ist von allen Seiten zugänglich. Es gibt keine beweglichen Teile in der Lösung. Der Platzbedarf einer mittelgroßen Anlage ist nur $8 \times 5 \times 2$ m.

ZAHN & CO. G. M. B. H. BERLIN W 15/w



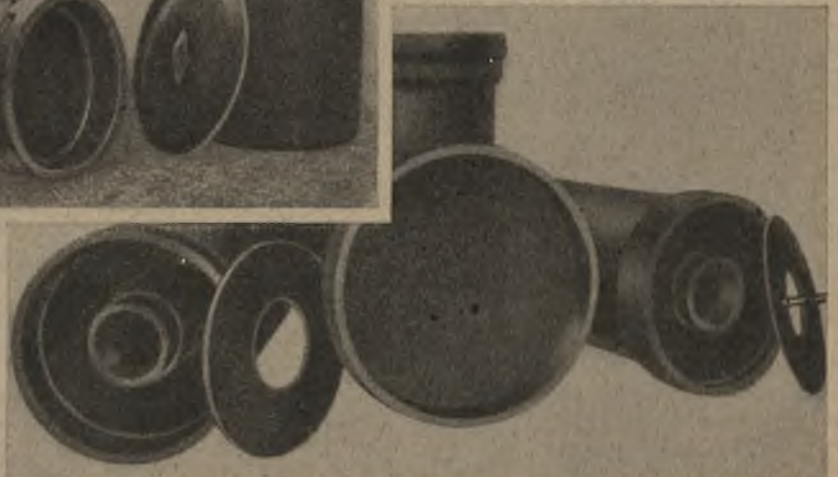
Schmiedeeiserne Spezial-Glühöpfe

Bauart Schuss

aus besonders zunderbeständigem Material für Drahtwerke, Kaltwalzwerke und Metallwerke

Die Spezial-Glühöpfe „Bauart Schuss“ werden in zwei normalisierten Ausführungen geliefert. Ausführung A mit einem Deckel für Schwarzglühe. Ausführung B mit zwei Deckeln für zunderfreie Glühe. Der lichte Durchmesser ist um 50 zu 50 mm gestaffelt, z. B. 510, 560, 610 mm usw. Die Topfhöhe kann beliebig gewählt werden.

Außer diesen Normal-Ausführungen wird auch jede Sonderkonstruktion angefertigt.



GEBRÜDER SCHUSS K.G.

KESSELSCHMIEDE · APPARATEBAU · SCHWEISSWERK

BEZUGSQUELLEN - NACHWEIS

Sachverzeichnis zum Anzeigenteil

Abdeckmassen 24	Feldbahnbedarf 4	Kohlenstauwagen 28	Schieberumsteuerungen . . 8
Abfallbeizen- Verwertung U. 2	Ferrolegierungen 23	Kokillenglasuren 24	Schiffskessel 14
Abhitzekeessel 14	Feuerfeste Erzeugnisse . 10, 15, 18, 23, 27	Kokillenlack 24	Schlichte 27
Akkumulatoren, hydraulische 4	Feuerverzinkereien 27	Krane II, 15, 16	Schmiedeöfen 27
Arzneimittel 25	Flammrohrkessel 14	Kugelschauffler 11	Schmiedestücke 4
Atmungsgeräte 18	Fließarbeits- Einrichtungen 25	Kupplungen 7	Schmierapparate 24
Aufbereitungsanlagen (Erz, Kohle usw.) 17	Fördereinrichtungen und -geräte . II, 17, 22, 25	Laboratoriumsgeräte und -einrichtungen 20	Schmierbüchsen 24
Aufkohlungsmittel 23	Fräser 28	Lagermetalle 2, 12	Schrägaufzüge 1
Ausgüsse 15	Freiform-Schmiedestücke . 27	La-Mont-Kessel 14	Schrottpaketierpressen . . 19
Becherwerke 11	Fußbodenplatten 21	Legierte Stähle 4, 9, 13, U. 3	Schutzbrillen, -masken und -schirme 18
Behälter und Apparate für die chem. Industrie . 20	Gaserzeuger 6, 21	Lichtpaspapiere 23	Schutzsalben 26
Beizbedarf (Säuren, Sparbeizen) 26	Gasreinigungsanlagen 6	Löfflerkessel 14	Schweißdraht und Elektroden 3
Beizzusätze 26	Gebälse U. 4	Lokomotiven (alle Bauarten) 27	Schwingsiebe 17, 25
Bekohlungsanlagen 22, 25	Gleitlager 2	Lunker- verhütungsmittel 12, 24	Silikasteine 15
Blechbiegemaschinen 5	Glühöfen 6, 27	Magnesit 10, 18, 23	Sinterdolomit 22
Bleche, alle Arten 4, U. 3	Glühtöpfe, gegossene, geschmiedete oder geschweißte U. 2	Magnesitsteine 10, 18, 23	Speisewasserregler 27
Bohrer 28	Graphit 15	Mahlanlagen 17	Spiralbohrer 28
Bremsberge 1	Greifer 16	Maschinenbau, allgemeines 4	Stahl 3, 4, 7, 9, 13, U. 3
Brenner 10	Gurtförderer 11, 25	Metalle und Legierungen . 23	Stahlbauwerke 4, 25
Brennöfen 10	Hängemaschinen 25	Muffelöfen, elektrische und brennstoffbeheizte 2	Stahlrohre 4
Brückenbau 4	Hartverchromungs- anlagen 21	Mühlen 17	Stahlwerksanlagen und -einrichtungen 14
Chemikalien 25	Haubenöfen 9	Muldenöfen 9, 26	Stapler 25
Dampfkessel 14	Heizungs- und Lüftungs- anlagen 24	Nahtlose Rohre 4	Staubmasken 18
Dampfkesselentlastungs- anlagen 19	Hochofenanlagen 14	Normalglühöfen 10	Steilrohrkessel 14
Dampfmaschinen 11	Holzgas- Schnelltransporter 24	Oel-Anlaßbäder 2	Steinkohle 3, 7
Dolomit 22	Hydraulische Pressen 19	Pfannensteine 15	Steuerungen, hydraulische 4
Draht 4	Induktionsöfen 21, 23	Pfannenstopfen und -ausgüsse 15	Stoßöfen 22
Drahtgewebe und -geflechte 25	Industrieöfen 2, 5, 6, 9, 10, 13, 18, 20, 21, 22, 23, 26, 27,	Pressen 19	Tank- und Behälterbau . . 24
Drahtseilbahnen I, II	Kabelkrane 1	Preßwasseranlagen 4	Technische Übersetzungen 22
Drehherdöfen 9	Kalk und Kalksteine 22	Prüfmaschinen und -geräte 26	Teilkammerkessel 14
Drehlinge 9	Kalkschachtöfen 10	Pumpen aller Art 22, 27	Thomasgebläse U. 4
Druckwasseranlagen 4	Kammeröfen 2, 9	Rangieranlagen 25	Tonerde 20
Edelstahlbleche U. 3	Kanalabdeckplatten 21	Reibahlen 28	Trichter 15
Edelstähle 4, 9, 13, U. 3	Kesselrohrreiniger 27	Reinigungsmittel 20	Trockenschränke 2
Eisenbahnmaterial 4	Kettenförderer 25	Rekupерatoren 10, 24, 27	Tunnelöfen 21
Eisenscheider, elektromagnetische 17	Kohlenstaubbrenner 28	Roheisen 3, 7	Umsteuerungen für Regenerativöfen 8
Elektroden 3	Kohlenstaubfeuerungs- anlagen und -ein- richtungen 28	Rohre, geschweißte, Stahl- Rohre, nahtlose, Stahl- 4	Vergüteöfen 6
Elektrohängebahnen 11	Kohlenstaubmahlanlagen . 28	Rollgangmotoren 17	Verladeanlagen 17
Elektrofahrzeuge 11	Kohlenstaubtrocken- anlagen 28	Roste 17	Waagen 23
Elektroöfen 2, 5, 9, 21, 23		Sandstrahlerhelm 18	Walzen 28, U. 4
Entlastungsanlagen 19		Säurepumpen 27	Walzwerksanlagen und -einrichtungen 14
Erz-Aufbereitungsanlag. . 14		Schachtöfen 2, 9, 20	Walzwerksprodukte 4
Erze 23		Schamottesteine 15, 27	Wärmeaustauscher 24
Fahrbänder 11			Wärmöfen 27
Fahrzeuge 4			Werkzeuge 8, 25, 28



Drahtseilbahnen
Kabelkrane
Bremsberge
Schrägaufzüge

CURT RUDOLPH
Leipzig

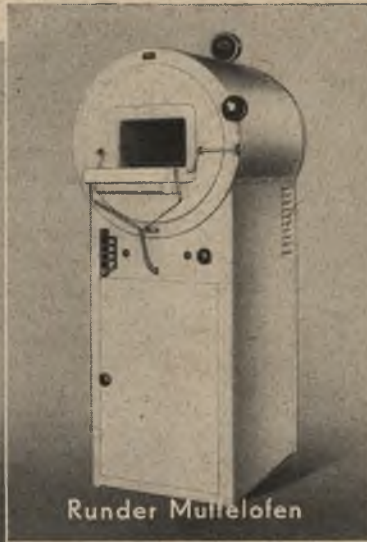
a797

Heraeus

INDUSTRIE-ELEKTRO-ÖFEN



Silitkammerofen



Runder Muffelofen



Muffelofen

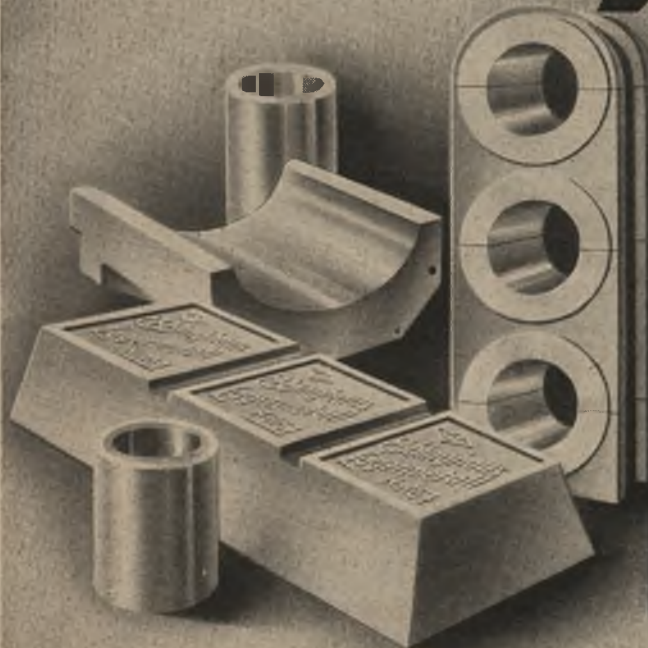
WIR BAUEN: Muffelöfen für Temperaturen bis 1000 ° C, Kammeröfen mit Heizspiralen oder Silitstabheizung für Temperaturen bis 1400 ° C, Doppelkammeröfen, Schachtofen mit künstlicher Luftumwälzung, Öl-Anlaßbäder und Trockenschränke.

W. C. HERAEUS GmbH., BÜRO BERLIN W 62

Gleitlager



**Massiv- und Verbundguss
roh gegossen u. einbaufertig**



aus bewährten Austauschwerkstoffen gemäß Anordnung 39a der Reichsstelle für Metalle, ferner aus Speziallegierungen und allen Legierungen nach Din, Hg N, KM u. FL. N.

Fordern Sie Prospekte!

Metallwerke Ww. L. Ebbinhaus

Anfragen zu richten an den Verlag
Stahl Eisen m. b. H., Pörsneck.



KOHLE EISEN STAHL

**VEREINIGTE STAHLWERKE
AKTIENGESELLSCHAFT**



Phoenix- Union- SCHWEISSELEKTRODEN

bieten auf Grund langjähriger Erfahrung und ständiger Prüfung durch eigene Forschungsstellen die Gewähr für größte Sicherheit bei höchsten Beanspruchungen.

WESTFÄLISCHE UNION
AKTIENGESELLSCHAFT FÜR EISEN- UND DRAHTINDUSTRIE

Verkauf durch: „UNION“ Rheinisch-Westfälisches Drahtkontor GmbH



Werner & Pfleiderer PRESSWASSER- ANLAGEN



Das Herz unserer hydraulischen Akku-Anlagen mit Druckluftbelastung ist die hydropneumatische Steuerung, die ohne fremde Elemente wie Elektrizität oder Quecksilber und ohne Einbauteile wie Schwimmer präzise und mit unbedingter

Betriebsicherheit arbeitet.

Das beweisen über 1000 gelieferte Anlagen und mehrere 100 weitere Anlagen, die zur Zeit im Bau sind. Eine Anlage mit einem Nutzinhalt von 28 000 l (Gesamt-Behälterinhalt 280 000 l, Betriebsdruck 200 at) wurde kürzlich fertiggestellt und hat sich in der Praxis bewährt. In allen Fragen der Hydraulik stehen unsere Fachingenieure zu Ihrer Verfügung. (a 729



WERNER & PFLEIDERER - ABTEILUNG HYDRAULIK
STUTT GART



STAHL · EDELSTAHL · WALZ-
WERKSPRODUKTE · GUSS-
UND SCHMIEDESTÜCKE ·
DRAHT · ROHRE · BLECHE ·
MASCHINEN · FAHRZEUGE ·
FELDBAHNBEDARF · EISEN-
BAHNMATERIAL · BRÜCKEN-
UND STAHLBAUTEN

OBERHÜTTEN
VEREINIGTE OBERSCHLESISCHE HUTTENWERKE AG

*Liefermöglichkeit
und
Transportsicherheit*

sind die aus der unbestrittenen Überlegenheit der deutschen Industrie sich ergebenden Voraussetzungen, trotz aller Kriegsnotwendigkeiten den kontinentalen Export aufrecht zu halten und zu steigern.

Dieser Liefervorteil auf der »inneren Linie« bietet Deutschland die Möglichkeit, den gerade durch den Krieg erzielten gewaltigen technischen Fortschritt der gesamten europäischen Industrie dienstbar zu machen.

Wenn es sich um industrielle Wärmebehandlungsanlagen für Metalle handelt, werden

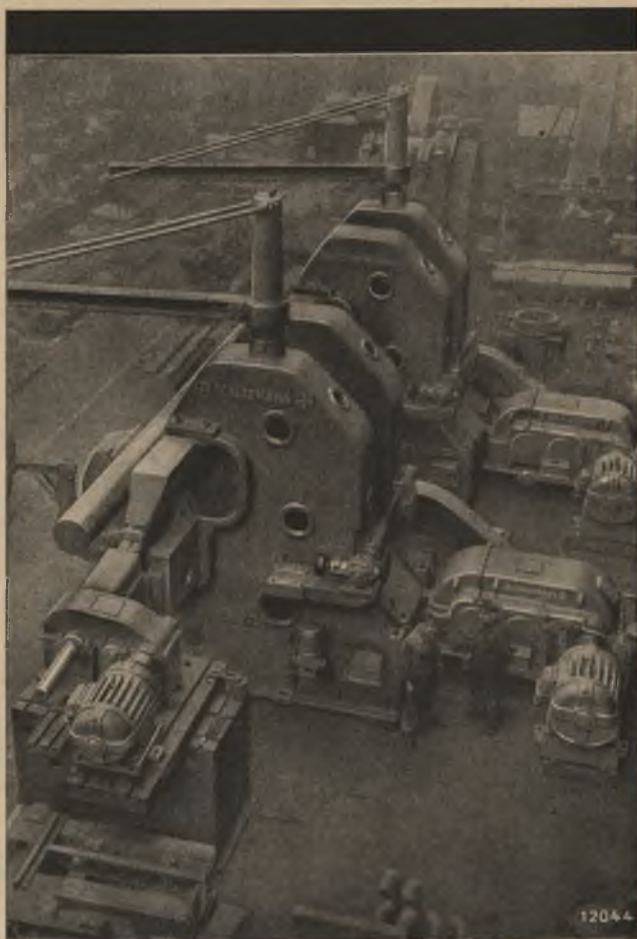
»JUNKER« ELEKTRO-GROSSÖFEN
für alle Wärmebehandlungsvorgänge

immer — wie auch in der Vorkriegszeit — ein Begriff für Bestleistung darstellen und für die Vervollkommnung Ihrer Werkseinrichtungen von unschätzbarem Wert sein.



Elektro-
GROSSÖFEN

in der führenden
kontinentalen Industrie



Kielplatten- Biegemaschine

mit elektrischem Antrieb für Bleche
bis 25 x 9000 mm. Druck der Biege-
walze 800 t.



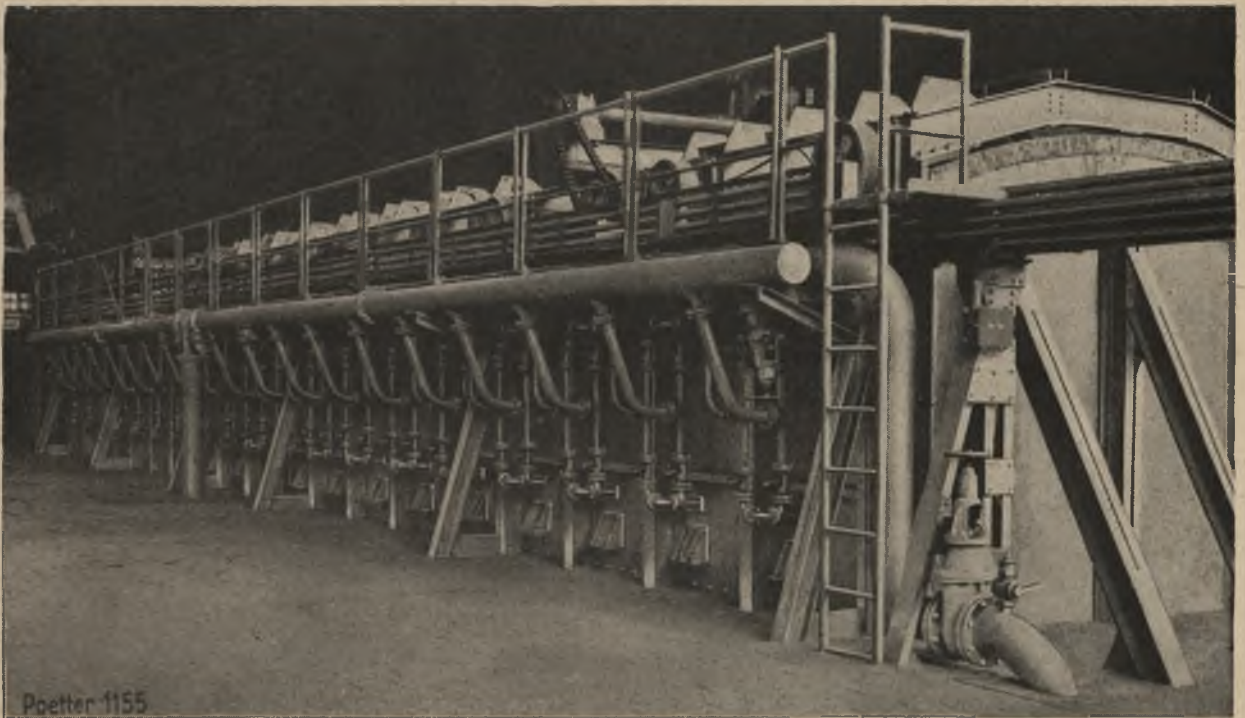
SCHLOEMANN



Aus diesem alten
Gießhaus von 1837
entwickelten sich
die heutigen
Henschel-Werke.



HENSCHEL-WERKE



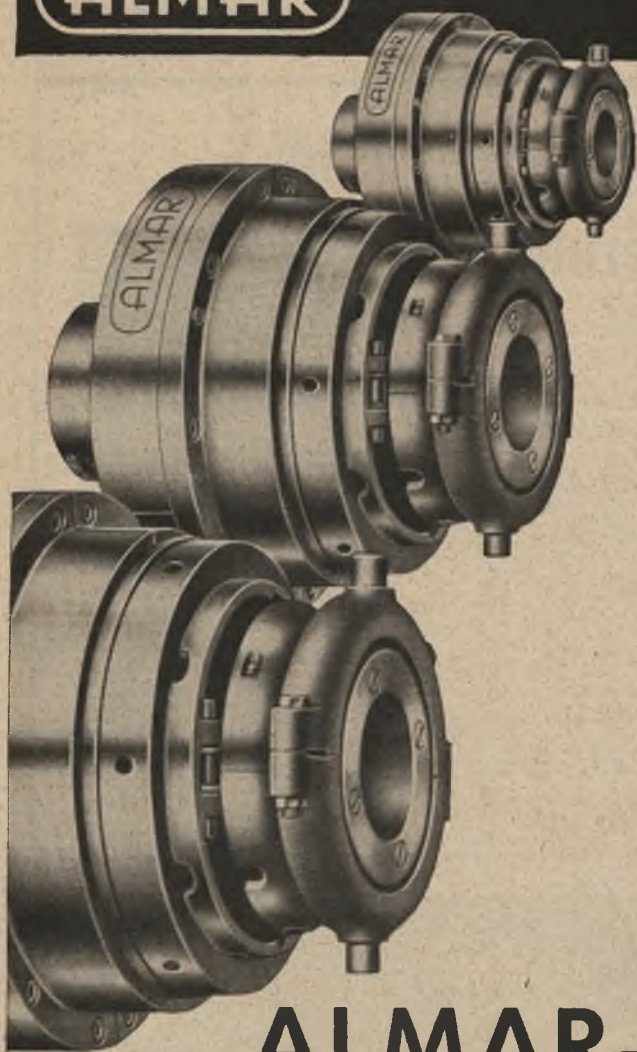
Glüh- und Vergütofen von 25 m Länge mit selbstfahrenden Deckeln



Industrieöfen - Gaserzeuger - Gasreinigungsanlagen
Poetter Kommandit-Gesellschaft **Düsseldorf**
Postfach 10 101



ALMAR



ALMAR- KUPPLUNG

unterVollast schaltbar, steigert die Leistungsfähigkeit der Maschinen, schützt Antriebe und Maschinen vor vorzeitigem Verschleiß, verhütet Betriebsstörungen, Arbeitsunterbrechungen und damit Zeitverluste, fördert die Betriebssicherheit und verhütet Unfälle.

- Kleinste Baugröße
- Für jede Leistung
- Selbstsperrende Schaltung
- Sanfter Anlauf
- Sicheres Lösen
- Leichte Montage
- Keine Wartung
- Einfache Nachstellung

Das sind Vorteile, die jeden Konstrukteur und jeden Betriebsleiter veranlassen sollten, sich recht ernstlich mit der ALMAR-Kupplung zu befassen.

Fordern Sie unsere ausführliche Druckschrift 2228, wir senden sie Ihnen gern.

A. FRIEDR. FLENDER & CO. DÜSSELDORF

FLENDER
FÜR ANTRIEBSFRAGEN



KOHLE
EISEN
STAHL

EISENWERK WITKOWITZ

Ingenieurbüro
für Hüttenbau

WILHELM SCHWIER Düsseldorf

Fernschreiber: Hüttenbau Düsseldorf * Fernruf: Düsseldorf 19035 * Bismarckstraße 17

Blaw-Knox- Schieberumsteuerungen

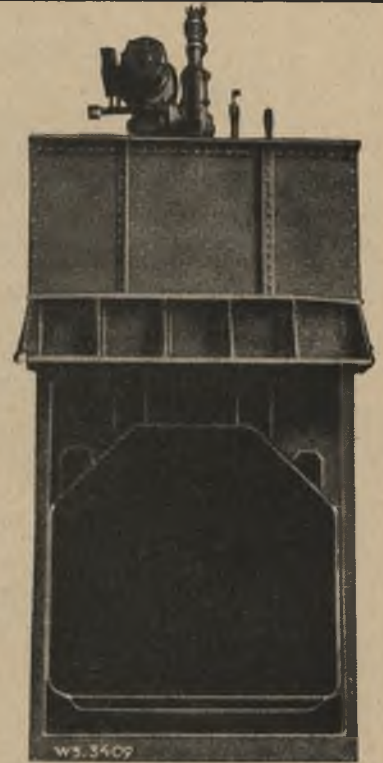


W.S. 4031

DRP. 698 929

In Verbindung mit unserem durch
DRP. 698929
geschützten Doppelsteuerapparat
oder unserer neuen Programmsteuerung
für die Umsteuerung von
Regenerativöfen

Hundertfach bewährt!
Zahlreiche Nachbestellungen!



W.S. 3409



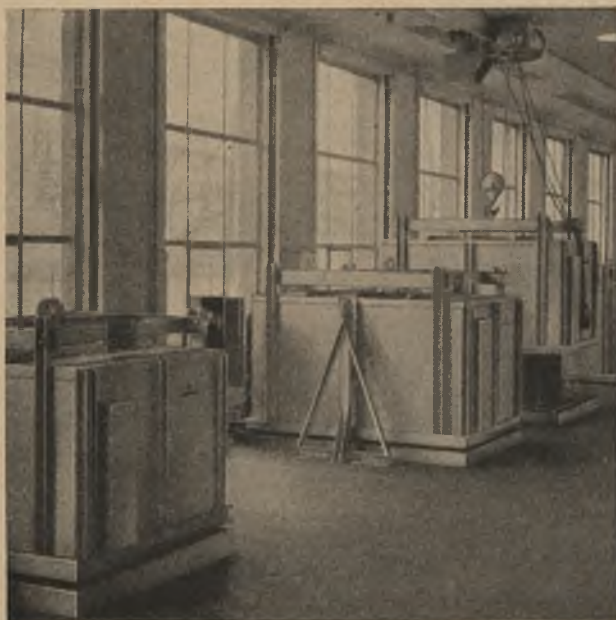
WILHELM
FETTE

PRÄZISIONSWERKZEUG-FABRIK




SIEMENS
ELEKTRO
ÖFEN

in der Eisen- und Stahlindustrie



Elektrische Groß-Nitrieranlage · 7 Haubenöfen je 50 kW und je 3 Haubenöfen je 25 kW · Teilansicht

Kammeröfen · Schacht- und Muldenöfen
Wagen- und Drehherdöfen · Öfen mit und ohne
Luftumwälzung · Haubenöfen · Salzbäder

**zum Anwärmen,
Glühen, Härten, Vergüten, Blankglühen**

Schutzgaserzeugungsanlagen
für Blankglühen

SIEMENS-SCHUCKERTWERKE AG

J91.02/3



DEW

DREHLINGE
FÜR SCHNEIDWERKZEUGE

**DEUTSCHE EDELSTAHLWERKE
AKTIENGESELLSCHAFT**

VEITSCHER**MAGNESIT**

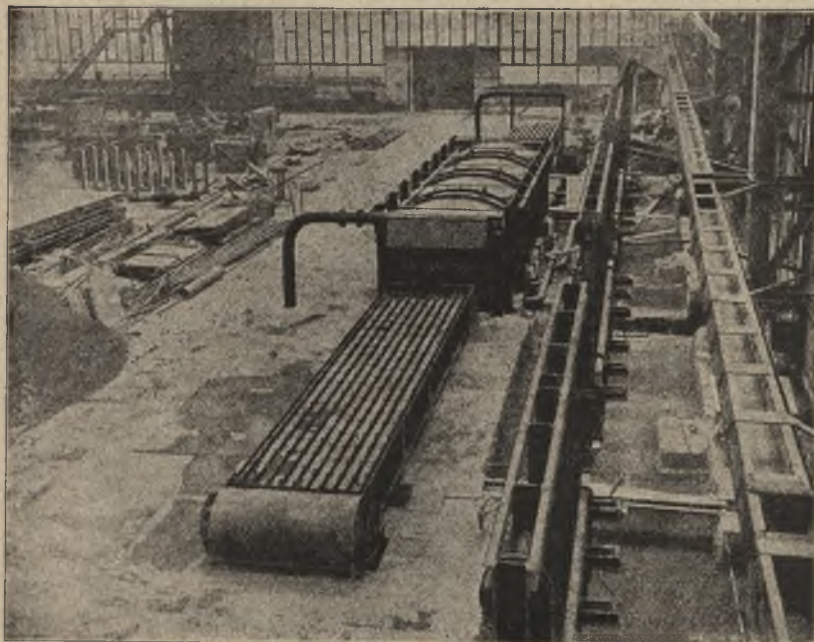
UNSER SPITZENPRODUKT unter den Magnesitsteinen ist unser temperaturwechselbeständiger, höchst druckfeuerbeständiger und schlackenbeständiger

ANKRIT-STEIN

Bestens geeignet für die den höchsten Temperaturen und dem Temperaturwechsel ausgesetzten Teile der Siemens-Martin-Oefen, Elektro-Lichtbogen-Oefen und Metallöfen.

VEITSCHER MAGNESITWERKE ACTIENGESELLSCHAFT
WIEN I., SCHWARZENBERGPLATZ 18

751



Normalisierofen für blankgezogene Rohre



Alle Öfen
für die Eisen-, Stahl-
und Metallindustrie
Kalkschachtöfen
Brennöfen
Kontinuierliche Öfen
Brenner
Stahlrekuperatoren

o 785

INDUSTRIEÖFEN

IGNIS-HÜTTENBAU-AKT.-GES.

B



DRAHTSEILBAHNEN
KABELKRANE
BRÜCKENKABELKRANE
GURTFÖRDERER
ELEKTROHÄNGBAHNEN
KUGELSCHAUFLE
PENDELBECHERWERKE
FAHRBÄNDER
ELEKTROKARREN

BLEICHERT

TRANSPORTANLAGEN GMBH
LEIPZIG

350 PS Gleichstrom-
Kapseldampfmaschine
n = 500/min.



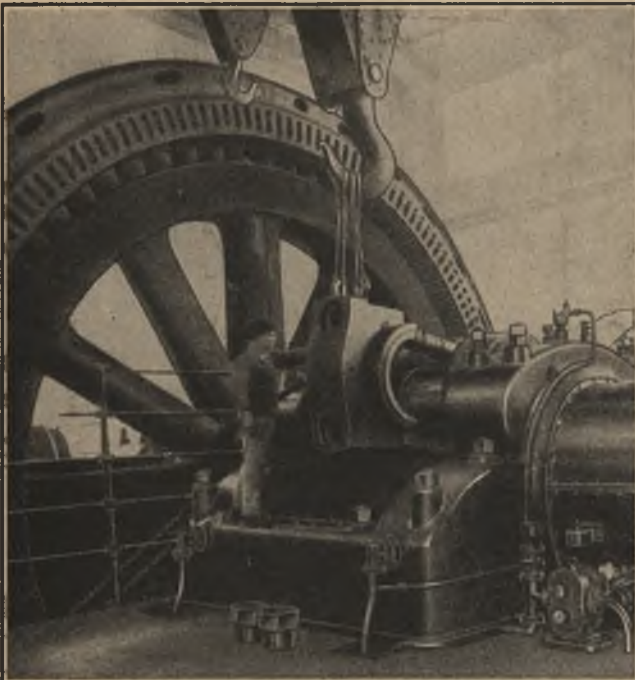
GLEICHSTROM- KAPSEL- DAMPFMASCHINEN

D. R. P.

ergeben beste Ausnutzung der
Dampfwärme bei allen vor-
kommenden Betriebsverhält-
nissen. Die Maschinen zeichnen
sich durch besondere Konstruk-
tion und Werkstoffgüte und da-
mit durch hohe Zuverlässigkeit
und Lebensdauer aus.



MASCHINENFABRIK MEER



Einbau des Kurbelzapfenlagers einer Gasmaschine

Thre Gasmaschinen- lager

lassen Sie am besten in unserer gut eingerichteten Lagergießerei mit **Lagermetall „Thermit“** (LgPbSn 6 Cd) ausgießen oder ausschleudern. Wir leisten Gewähr für sauberen und dichten Guß, was für die ständige Betriebssicherheit der Lager von größter Bedeutung ist. Wir liefern Lagermetall „Thermit“ aber auch in Barrenform zum Selbstvergießen in Ihrem Betrieb!

a 572

Anfragen
erbeten an:



TH. GOLDSCHMIDT A.-G.

Lunkerpulver BRUINELLA

zur Verringerung des Schmiede-
und Walzabfalls bei Stahlblöcken



Mit Bruinella „Apece B“ behandelter Kopf
eines im Gespann gegossenen 1-t-Blocks.

Unsere bewährten Qualitäten:

Bruinella „Apece B“ für silizierte Stähle und
Edelstähle für Blöcke über 1 t.

Bruinella „Apece A“ für silizierte Stähle und
Edelstähle für Blöcke über 10 t.

Bruinella „E 1 H“ für niedriggekohte Stähle für
Blöcke jeder Größe und für Edelstahlblöcke
unter 1 t.

Bruinella „E 1“ für Stahlformguß.

Export nach allen Industriestaaten

Unsere Broschüre:

„Der Einfluß des Lunkerpulvers Bruinella „Apece B“
auf die Makroseigerung in Stahlblöcken“

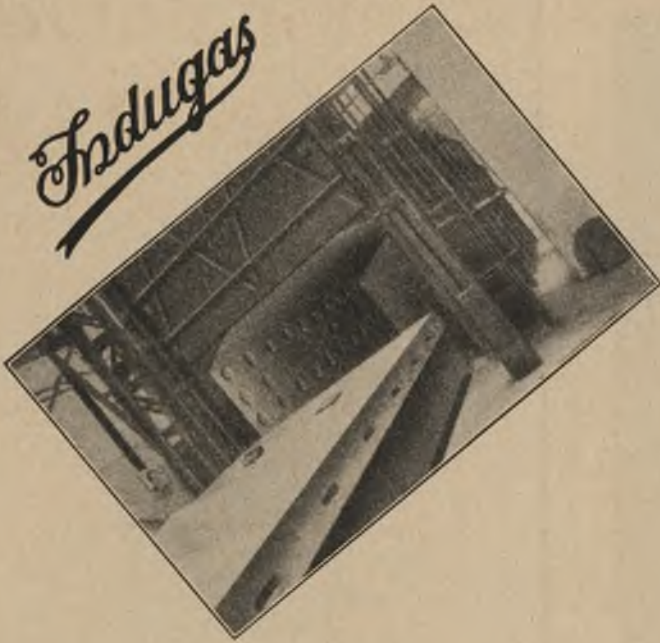
stellen wir Interessenten auf Anfrage kostenlos zur Verfügung.

F. L. de Bruin (Inh. H. Arns)

Fabrik chemischer Erzeugnisse

Vertriebsbüro: Halle/Saale, Kuhnstr. 14a

Indugas



INDUGAS- ÖFEN

mit
ausfahrbarem
Herdwagen
sind
bewährt

INDUGAS ESSEN

Postschließfach 345

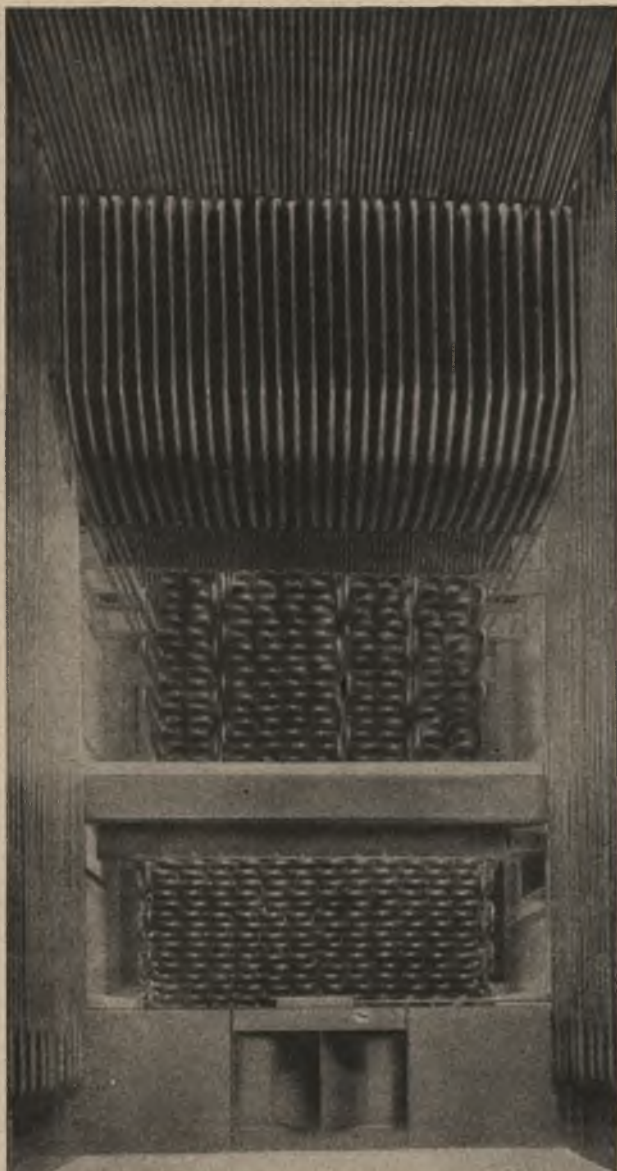
4573



BÖHLER EDELSTÄHLE

*allseitig
bewährte Stahlmarken*

GEBR. BÖHLER & CO. AKTIENGESELLSCHAFT

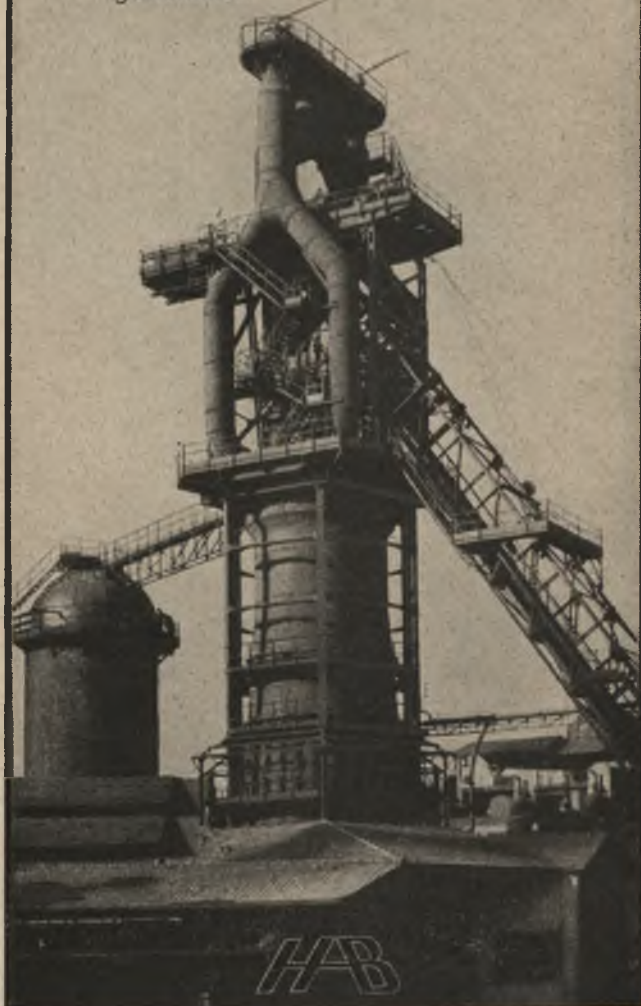


La Mont-Kessel

für alle Dampfverhältnisse
und für jede gewünschte
Dampfleistung. Wir liefern
außerdem Steilrohrkessel,
Teilkammerkessel, Löffler-
kessel, Flammrohrkessel,
Abhitze- und Schiffskessel.

M · A · N

*Brassert-Hochofen
in Spanien
im Juni 1943 in Betrieb
genommen*



Entwurf Bau und Betrieb

von

Erzaufbereitungs-Anlagen
Hochofen - Anlagen
Stahlwerks-Anlagen
Walzwerks-Anlagen

**DEUTSCHE
BRASSERTGESELLSCHAFT**

M · B · H

INGENIEURE

BAU UND BETRIEB VON HÜTTENWERKEN

BERLIN



SCHWERSTLASTEN-MONTAGEBOCKKRANE

Feuerfeste Fabrikate für alle Zwecke.

Besonderheiten seit 1886:
Stopfen und Ausgüsse
Marke, Herz'
in Chamotte, Grafit, Magnesit und
anderen, höchsten Ansprüchen
angepaßten Spezial-Qualitäten.
Unübertroffene Betriebssicherheit.
Silika-Steine Marke, Rhein'
Elektro-Ofen-Deckelsteine



Schutzmarke

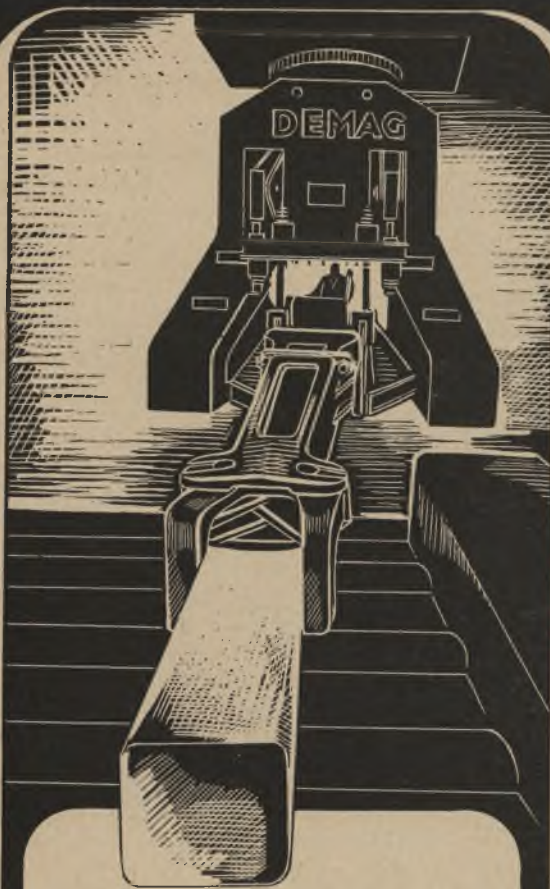
gegr. 1872



Stoecker & Kunz
Köln

G.M.
B.H.

Krefeld

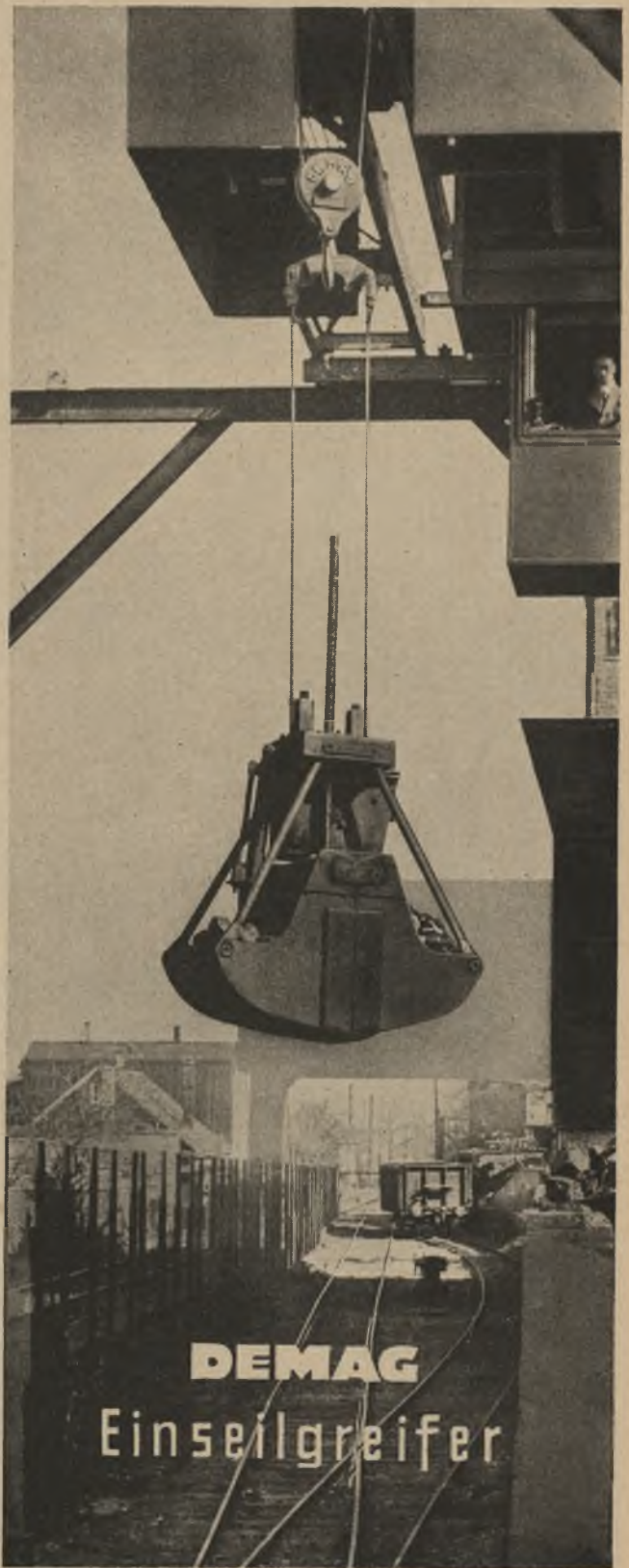


Fest und sicher und doch mit spielerisch leichter Bewegung faßt die Zange des DEMAG-Kranes den aus dem Wärmofen geholten heißen Stahlblock und legt ihn auf den Rollgang des Walzwerks. - Sicherheit und Zuverlässigkeit sind wesentliche Kennzeichen des deutschen Maschinenbaus. Jetzt noch mit helfend zum Sieg, wird er bald wieder in vollem Umfang der aufbauenden friedlichen Arbeit zur Verfügung stehen. Die Ingenieure und Fachkräfte der DEMAG freuen sich, gestützt auf ihre weltweiten, im Kriege erheblich bereicherten Erfahrungen, dann wieder der Welt die Maschinen zu liefern, die sie braucht:

**leistungsfähig, stark,
zuverlässig.**

DEMAG

A 5700



DEMAG
Einseilgreifer

DEMAG-GREIFERFABRIK
GMBH.
DUISBURG

32728



P. 770/44

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

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

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

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

Heft 28

13. Juli 1944

64. Jahrgang

	Seite		Seite
Betriebserfahrungen mit einem doppelseitig beheizten Dreizonen-Blockstoßofen. Von Fritz Fechter	449	Umschau	459
Werkstoffe für Ventile von Verbrennungsmotoren. Von Heinrich Cornelius (Schluß zu Seite 438).	453	Ein wirtschaftliches Verfahren zur Herstellung von einschlußfreien Stählen. — Zur Entwicklung der Luftvorwärmer. — Ermittlung der Formziffer der auf Verdrehung beanspruchten abgesetzten Welle mit Hilfe von Feindehnungsmessungen.	
		Wirtschaftliche Rundschau	463
		Vereinsnachrichten	463

Betriebserfahrungen mit einem doppelseitig beheizten Dreizonen-Blockstoßofen

Von Fritz Fechter

[Mitteilung Nr. 330 der Wärmestelle des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.*.]

(Dreizonen-Blockstoßofen neuer Bauart mit Ober- und Unterbeheizung. Neuartige Blockauflagerung. Betriebserfahrungen. Blockdurchwärmung. Ofenleistung. Gleitschienen und feuerfeste Ofenbaustoffe. Wärmeverbrauch. Meß- und Regeltechnik.)

Gründe für den Ofenbau

Eine dreigerüstige Blockstraße verarbeitet Blöcke der Größe 250×225 mm □ von 1300 mm Länge mit einem Gewicht von rd. 500 kg auf Knüppel von 100 mm □ bis 50 mm □ sowie Platinen von 150×65 bis 80×65 mm². Für diese Straße stand ein älterer Stoßofen üblicher Bauart mit Stirn- und Seitenbrennern und einer Stundenleistung von etwa 8 t zur Verfügung, der die bekannten Nachteile aufwies: heiße Köpfe und schlechte Durchwärmung der Blöcke, die durch Rollen der Blöcke bekämpft werden muß (Bild 1).

Für die Leistungsfähigkeit der Straße reichte dieser Ofen jedoch nicht mehr aus, und so wurde ein neuer Ofen geplant, an den folgende zwei Forderungen gestellt wurden:

1. höhere Leistung bei gleich großer Ofengrundfläche, da für den neuen Ofen kein größerer Platz zur Verfügung stand als für den alten.
2. Verbesserung der Durchwärmung.

Der neue Ofen mußte daher eine doppelseitige Beheizung erhalten.

Grundlagen des Mehrzonen-Stoßofens nach E. Helweg

Es wurde nun ein Vorschlag von E. Helweg¹⁾ aufgegriffen, der eine theoretisch entwickelte Ofenform nach Bild 2 mit doppelter Beheizung vorsieht. Dieser Ofen besteht im wesentlichen aus drei Doppelzonen mit weitgehender Symmetrie zwischen Ober- und Unterofen. Die Blöcke sind entgegen allen anderen bekannten Ofenbauarten an den Blockenden aufgelagert.

Nach E. Helweg ist es möglich, die ideale Anwärmkurve für beliebige Blöcke zu berechnen. Aus diesen Rechnungen ergibt sich, daß ein Stoßofen nur dann die bestmöglichen Leistungs- und Gütewerte aufweist, die sich vor allem in der Durchwärmung, den Wärmespannungen, der Zunderung und der Gefügeausbildung der Blöcke ausdrücken, wenn er folgenden Bedingungen genügt:

- a) Vollkommen gleichmäßige Verteilung der Heizflächenbelastung über die Blocklänge.
- b) Verhinderung einer Ueberhitzung der Blockenden durch Ausschaltung der zusätzlichen Beheizung an den Stirnflächen der Blöcke.
- c) An jedem Punkt der Nutzlänge des Ofens muß das Verhältnis von Oberbeheizung zu Unterbeheizung = 1 sein.
- d) Die Heizflächenbelastungskurve über die Nutzlänge des Ofens muß sich der aus den Gütewerten der Blöcke errechenbaren Idealkurve möglichst nähern. Das heißt, die Wärmezufuhr muß über die Ofenlänge gut regelbar sein und für jeden Punkt

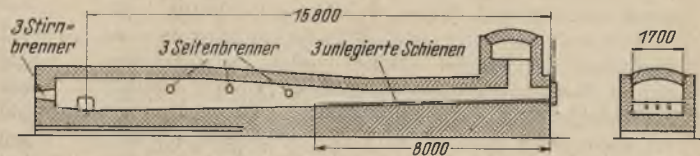


Bild 1. Alter Stoßofen (einseitig beheizt).

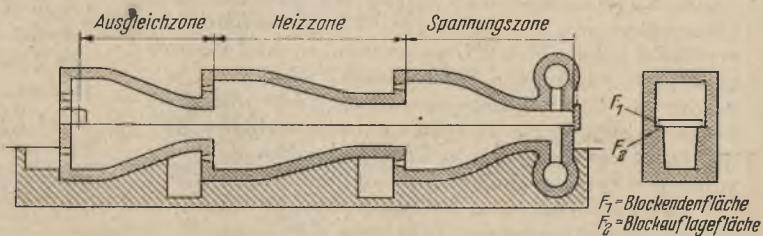


Bild 2. Theoretisch entwickelte Ofenform nach E. Helweg.

der Ofenlänge einen bestimmten berechneten Wert aufweisen.

Der oben gezeigte theoretische Ofen erfüllt diese Forderungen durch folgende Maßnahmen:

- a) Die gleichmäßige Verteilung der Heizflächenbelastung über die Blocklänge wird erreicht durch ausschließliche Verwendung von Stirnbrennern. Seitenbrenner ergeben immer ein Temperaturgefälle über die Blocklänge und werden daher gänzlich verworfen.
- b) Die Ausschaltung der zusätzlichen Endenbeheizung erfolgt zum Teil schon durch die Vermeidung von Seitenbrennern. Im wesentlichen wird jedoch die

*) Vorgetragen auf der Tagung der Energie-Ingenieure der Eisenhütte Südost am 10. Juni 1944 in Leoben. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Pöschneck, Postschließfach 146, zu beziehen.

¹⁾ Arch. Eisenhüttenw. 7 (1933/34) S. 293/300 (Mitt. Wärmestelle 190).

Blockauflagefläche F 2 in *Bild 2* rechts möglichst gleich groß wie F 1 gewählt und unmittelbar neben F 1 angeordnet. Was den Blockenden zuviel an Wärme zugeführt wird, wird ihnen so durch die Auflagefläche wieder genommen.

- c) Die Erfüllung der Bedingung, das Verhältnis zwischen Ober- und Unterbeheizung überall = 1 zu halten, wird durch eine weitmöglichste Symmetrie zwischen Ober- und Unterofen erreicht. Nur bei vollkommener Symmetrie ist in Anbetracht der schwer überschaubaren Wärmeübergangsverhältnisse eine Gleichheit des Wärmeübergangs auf der Ober- und Unterseite der Blöcke gegeben. Außerdem ist es wesentlich, den Unterofen vom Oberofen möglichst gasdicht abzuschließen, damit die strömenden Abgasen sowohl im Unter-



Bild 3.
Querschnitt eines Ofens mit Unterfeuerung älterer Bauart.

auch im Oberofen gleich groß sind und nicht wie bei anderen Ofen an den Blockenden hochsteigen können (*Bild 3*). Durch die Auflagerung der Blöcke an den Enden bilden die Blöcke selbst eine Trennwand für das Abgas zwischen Ober- und Unterofen.

Überdies wird in gewohnter Weise die Gleichheit der Temperatur zwischen Ober- und Unterofen durch Regelgeräte gesichert.

Die Verwendung irgendeiner Wasserkühlung im Ofen, vor allem bei Gleitschienen oder Ausstoßrinnen, widerspricht der genannten theoretischen Forderung nach Gleichheit der Ober- und Unterbeheizung und ist daher gänzlich abzulehnen.

- d) Die Heizflächenbelastungskurve über die Länge des Ofens ist nach E. Helweg ein besonders kennzeichnender Güterwert für die Blöcke und damit für einen Ofen. Die Idealkurve errechnet sich mit genügender Genauigkeit unmittelbar aus den geforderten Güterwerten der Blöcke, vor allem aus der geforderten Gefügeausbildung, der Durchwärmung beim Ziehen und den zulässigen Wärmespannungen beim Anheizen der Blöcke. Dabei sind in den verschiedenen Temperaturgebieten jeweils andere Punkte ausschlaggebend. So sind im Temperaturgebiet zwischen etwa 20 und 600° die zulässigen Wärmespannungen der Blöcke vor allem bei Edelstahl bestimmend. Für dieses Temperaturgebiet wird eine eigene Spannungszone vorgesehen, deren Größe unmittelbar aus den zulässigen Wärmespannungen errechnet wird. Die Wärmespannungen sind um so größer, je stärker der Block beheizt wird, d. h. je größer die Heizflächenbelastung ist. Um nun die höchste Leistung aus dieser Zone herauszuholen, ist die Heizflächenbelastung so hoch zu treiben, daß die zulässigen Spannungen erreicht werden. Wenn z. B. ein Edelstahlblock eine Festigkeit von 80 kg/mm² hat, so ist die Stärke der Beheizung für eine angemessene zulässige Wärmespannung von 40 kg/mm² festzusetzen. Ein Ueberschreiten der zulässigen Spannung kann zu Rißbildungen oder sogar zum Zerspringen ganzer Blöcke führen. Ein Unterschreiten bedeutet unwirtschaftlich großen Ofenraum.

In der Heizzone soll die Heizflächenbelastung ebenfalls möglichst hoch sein. Sie wird hier begrenzt durch die Haltbarkeit der feuerfesten Steine und Schienen. Ferner sind hier die Temperaturunterschiede über dem Blockquerschnitt zu beachten. Diese sind ebenfalls errechenbar und abhängig von der Größe der Heizflächenbelastung. Da der Block am Ende der Heizzone als mittlere Temperatur schon die Walztemperatur haben soll und

da die Oberfläche des Blockes über eine bestimmte zulässige Höchsttemperatur nicht erhitzt werden darf, so ergibt sich ein höchstzulässiges Maß des Temperaturunterschiedes über dem Blockquerschnitt. Damit ist die höchste zulässige Heizflächenbelastung in der Heizzone ebenfalls gegeben. Die Heizzone muß daher auch regelbar sein und eine bestimmte errechenbare Länge aufweisen.

Der Block kommt voraussetzungsgemäß aus der Heizzone mit einem verhältnismäßig großen Temperaturunterschied über dem Blockquerschnitt. Dieser Unterschied ist für das Walzen höchst unerwünscht, so daß es notwendig ist, eine eigene Ausgleichszone vorzusehen.

Die Bedeutung einer möglichst guten Durchwärmung des Blockes beim Walzen wird oft nicht genügend beachtet. Wenn der Temperaturunterschied über den Blockquerschnitt groß ist, so ergeben sich auch verschiedene Verformungswerte über den Querschnitt. Solche Blöcke krümmen sich beim Walzen und können beispielsweise bei Edelstahl zu ausgesprochenen Fehlern führen. Auch das Gefüge über den Querschnitt ist abhängig von den Temperaturunterschieden. So zeigt beispielsweise ein schlecht durchwärmter Edelstahlblock an der heißen Oberfläche gut gelöste Karbide, während dies im kälteren Teil nicht der Fall ist.

Bemerkenswert ist ferner, daß schlecht durchgewärmte Blöcke wegen der naturgemäß niedrigeren mittleren Temperatur einen größeren Kraftbedarf bedingen.

In der Ausgleichszone soll sich die mittlere Temperatur der Blöcke grundsätzlich nicht mehr wesentlich ändern, damit die Voraussetzungen für einen möglichst guten Temperatursausgleich geschaffen sind. Je nach dem gewünschten Grad des Temperatursausgleichs im Block (Durchwärmung) errechnet sich eine bestimmte Zonenlänge. Die Beheizung der Ausgleichszone hat nur die Wärmeverluste zu decken.

Für den ganzen Ofen ergeben sich somit drei Zonen, die jede für sich regelbar sein müssen. Eine weitere Unterteilung des Ofens ist nicht notwendig, da bekanntlich die Regelung von drei Punkten genügt, um eine einmal gegebene Kurve — hier die Anwärmkurve — unveränderlich zu halten.

Um Störungen einer Zone durch Nachbarzonen zu vermeiden, wird das Gewölbe weitgehend abgeschnürt und damit der Strahlungsübergang zwischen den Zonen stark eingeschränkt.

Die Verteilung der Heizflächenbelastung innerhalb einer Zone selbst gehört schon zur Feinabstimmung und wird durch die Gewölbeform nach Wärmeübergangsgesetzen erreicht.

Der gebaute Dreizonen-Stoßofen

Die oben erwähnten Vorteile bewogen dazu, einen solchen Ofen zu bauen. In gemeinsamer Zusammenarbeit mit der Firma Custodis, Wien, entstand so im Jahre 1940 der in *Bild 4* dargestellte Ofen, der ein großer Schritt in Neuland war. Der Querschnitt des Ofens und die Auflagerung der Blöcke ist in *Bild 4* rechts dargestellt.

Der Ofen hat eine Nutzlänge von 16 380 mm und eine Nutzbreite von 1700 mm. Er ist in eine Ausgleichszone von 2000 mm, eine Heizzone von 7000 mm und eine Spannungszone von 7380 mm aufgeteilt. Als Brenner dienen die sogenannten K-Brenner für Generator-Rohgas (*Bild 5*). Drei Brenner der Größe 3 mit einer Schluckfähigkeit von je 100 Nm³/h sind in der

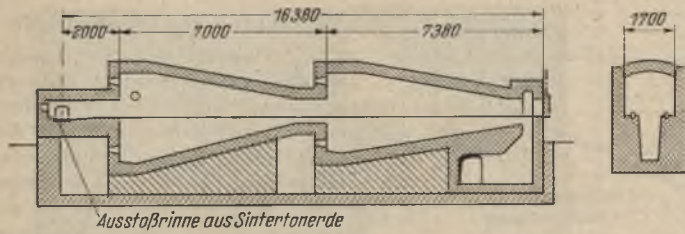


Bild 4. Doppelseitig beheizter Dreizonen-Blockstoßofen.

Ausgleichszone, drei Brenner der Größe 5 (je 300 Nm³/h) in der Heizzone oben und drei Brenner der Größe 3 in der Spannungszone oben eingebaut. In der Heizzone unten ist ein Brenner der Größe 8 (1000 Nm³/h) und in der Spannungszone unten ein Brenner der Größe 5 vorhanden.

Beim ersten Ofen dieser Bauart wurde zunächst noch eine Anlehnung an bewährte Erfahrungen bei alten Oefen gesucht: So wurden in der Heizzone noch zwei Seitenbrenner vorgesehen (Größe 6 mit 500 Nm³/h), deren Betrieb nur für den Fall gedacht war, daß die Wärmezufuhr durch die Stirnbrenner nicht ausreicht, oder daß der Temperaturengleich über die Blocklänge wider Erwarten nicht genügen sollte. Bei späteren Ofenbauten hat die Ofenbaufirma diese Seitenbrenner weggelassen. Ferner wurde die Unterheizung in der Ausgleichszone fortgelassen, aus der Erwägung heraus, daß die Wärmezufuhr in der Ausgleichszone ohnehin nur sehr gering ist und im wesentlichen nur zur Dekkung der Wandverluste dient.

Bemerkenswert ist noch die Verwendung von hochhitzebeständigen Gleitschienen und von Sondersteinen für den Ausgleichsherd und die Ausstoßrinne, über die später noch gesprochen wird.

Der Ofen hat einen Nadelwärmehaushalt, der bei einer Abgasmenge von 6000 Nm³/h und einer Abgastemperatur von 950° ein Luftvorwärmung von rd. 450° ergibt.

Betriebserfahrungen

Der Ofen wurde am 2. Januar 1941 in Betrieb genommen. Es liegen demnach über drei Jahre Betriebserfahrungen vor, über die im folgenden berichtet wird:

Der Leistungsvergleich verschiedener Oefen ist häufig irreführend, wenn er nicht auf der Grundlage gleicher Blockstärken und gleicher Durchwärmung ausgeführt wird. Da es nicht möglich war, größere Leistungsveruche durchzuführen, so kann nur angegeben werden, daß der Ofen, der für 10 t Stundenleistung gebaut wurde, bei einem Einsatz von Blöcken der Größe 250×225 mm □, 1300 mm lang, im Gewicht von rd. 500 kg eine tatsächliche Leistung von 12,5 t/h erreicht hat. Dies entspricht einer Herdflächenleistung bezogen auf die oberbeheizte Herdfläche von 450 kg/m² h oder bezogen auf die Blockunterfläche von 590 kg/m² h. Vergleichsweise sei erwähnt, daß in dem alten, einseitig beheizten Ofen (nach Bild 1) bei gleichem Einsatz und wesentlich schlechterer Durchwärmung nur eine Stundenleistung von 8,5 t/h erreicht wurde, entsprechend einer Herdflächenleistung von 320 kg/m² h oder bezogen auf die Blockunterfläche von 415 kg/m² h.

Um die Durchwärmung einwandfrei beurteilen zu können, wurde beim doppelseitig beheizten Ofen ein Versuch mit einem angebohrten Block (Bild 6)

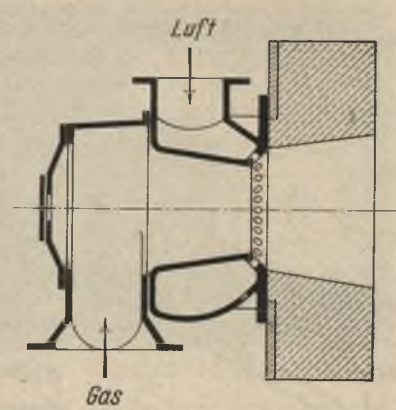


Bild 5. K-Brenner für Generator-Rohgas.

durchgeführt. Die Temperaturen wurden durch Eisenkonstantan-Schleppelemente gemessen, die vorher gegen Platin-Platinrhodium geeicht waren. Die gemessene Anwärmkurve der drei Meßstellen 1, 2 und 3 sowie einige Bioprix-Messungen sind bei einer Stundenleistung von 11 t ebenfalls in Bild 6 wiedergegeben. Danach ist beim Ziehen ein Temperaturunterschied zwischen Blockoberfläche und Blockmitte von 40° vorhanden. Außerdem wurden auch an mehreren Stellen optische Messungen der Blockoberfläche vorgenommen. Diese sind ebenfalls in Bild 6 wiedergegeben. Die gemessenen Temperaturkurven entsprechen noch nicht ganz dem theoretischen Verlauf, da derzeit das Windgebläse zu schwach ist und es der Unterheizung an Luft mangelt.

Um den Unterschied der doppelseitigen Beheizung gegenüber dem einseitig beheizten Stoßofen zu zeigen, wurde ein gleicher Versuch bei einer Stundenleistung von 8,5 t in dem alten Stoßofen durchgeführt (Bild 7). Der Temperaturunterschied über den Blockquerschnitt beträgt hier 145°.

Wie sich die bessere Erwärmung und Durchwärmung beim doppelseitig beheizten Ofen auf den Kraftbedarf beim Walzen auswirkt, zeigen Betriebsergebnisse mit gleichem Walzgut aus beiden Oefen. Dabei war der Stromverbrauch je Tonne beim Walzen aus dem neuen Dreizonenofen 12% niedriger als beim Walzen aus dem alten Ofen.

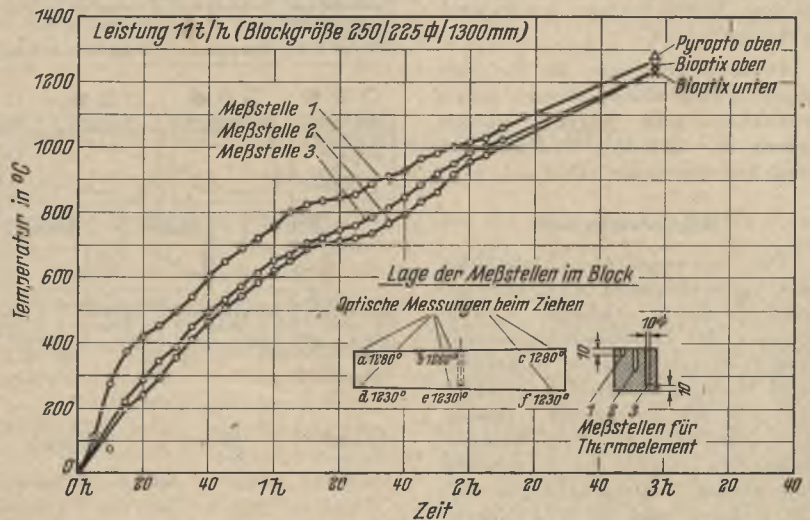


Bild 6. Durchwärmungsversuch am doppelseitig beheizten Stoßofen.

Meß- und Regeltechnik

Die Verwendung von Rohgas und die Veranlagung der Ofenarbeiter ließen es als geraten erscheinen, keine

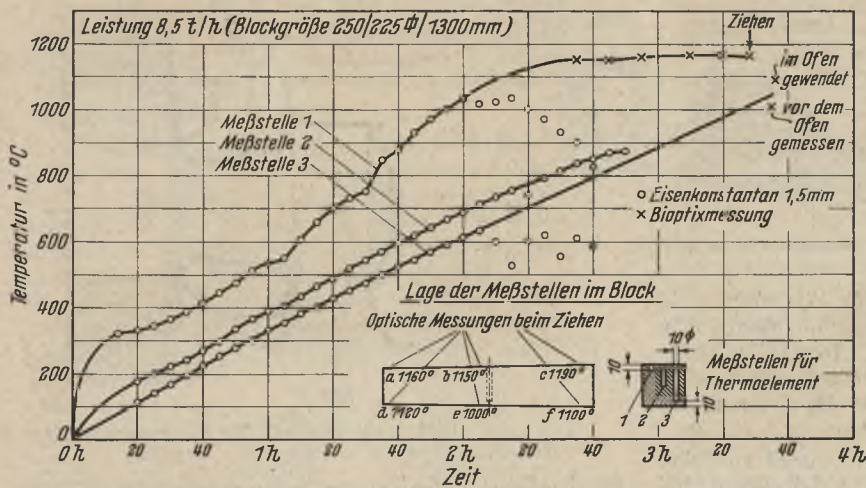


Bild 7. Durchwärmungsversuch am einseitig beheizten Stoßofen.

vollselbsttätige Regelung des Ofens zu verwenden, sondern eine halb selbsttätige. Bei dieser halb selbsttätigen Regelung wird der Ofenarbeiter zwangsläufig in den Regelvorgang eingeschaltet und so zum Denken und zur Sorgfalt angehalten. Die Regelung einer jeden Zone ist grundsätzlich gleich. Ein Ardometer gibt seinen Impuls an einen Kompensationsregler weiter, der jedoch nicht wie üblich einen Regelmotor betätigt, sondern bei Temperaturüberschreitung eine rote Lampe, bei Unterschreitung eine grüne und bei richtiger Temperatur eine weiße Lampe aufleuchten läßt. Der Ofenarbeiter ist nun gezwungen, je nach dem Leuchten der Lampen über einen Druckknopfschalter die Gas- und Windklappen in den Zonen unter Beobachtung eines Gemischanzeigers zu steuern. Die Soll-Temperaturen werden durch den Betriebsingenieur eingestellt.

Ist beispielsweise eine Zone zu kalt, so gibt der Ofenarbeiter nach Erfahrung mehr Gas und regelt die dazugehörige Luftmenge so, daß auf dem Gemischanzeiger die doppelten Einheiten Luft erscheinen. Der Gemischanzeiger ist so ausgelegt, daß bei theoretischer Verbrennung eine Einheit Gas genau zwei Einheiten Luft entspricht. Die Gemischgleichheit wird so besser gewährleistet als bei Gas- und Windklappen, die bei vollselbsttätiger Regelung üblicherweise mechanisch gekuppelt sind.

Diese Regelgeräte, die für jede Zone sowohl oben als auch unten vorhanden sind, werden ergänzt durch die üblichen Druckmesser und Schreibgeräte (Bild 8).

Wärmeverbrauch

Die einwandfreie Ermittlung des Gasverbrauchs wird sehr erschwert durch ständige Schwankungen der Gaszusammensetzung und des Gaseiswertes. Außerdem sind Messungen bei Rohgas ohnedies nur mit geringerer Genauigkeit möglich als bei Reingas. Immerhin liegen die Ergebnisse bei einem Generatorrohgas mit 20 g Teer und 85 g Feuchtigkeit/Nm³ entsprechend einem unteren Heizwert von 1420 kcal/Nm³ vor. Bei diesem Gas und einer Leistung des Ofens von 10 th betrug der Gasverbrauch 2050 Nm³/h entsprechend 328 kcal/kg kalten Einsatz. Dies entspricht einem Ofenwirkungsgrad von 65 %.

Bewährung der Ofenbaustoffe

Die Absicht, jegliche Wasserkühlung zu vermeiden, und die ausgesetzte Lage der Gleitschiene bei Unterbeheizung gab den Anlaß, hitzebeständige Schienen zu verwenden. Diese sind in Formsteine verlegt, die selbst in der Außenpanzerung des Ofens elastisch verankert sind. Die Gleitschienen wurden ursprünglich aus angelieferten 4-m-Stücken zu einer einzigen Schiene zusammengeschnitten und mit einer Nase an der Einstoßtür gegen ein Hineinrutschen gehindert. Es zeigte sich jedoch, daß beachtliche Zugspannungen in der Schiene auftreten können, die zum Zerreißen von Schweißnähten oder anderen mechanischen Verbindungen führen.

Es bewährte sich vielmehr, einzelne Schienenstücke einzubauen, so daß nur reine Druckspannungen auftreten können. Hierbei müssen die letzten Schienenstücke am Ziehherd durch einen Anschlag festgelegt werden. Auf die Wärmedehnung ist beim Einbau durch entsprechende Trennfugen Rücksicht zu nehmen.

Die Schienen bestehen aus einem nickelfreien, rd. 30%igen Chromstahl und haben fast drei Jahre gehalten. Lediglich die letzten zwei Schienenstücke in der Heizzone sind nach rd. 1 1/2 Jahren ausgewechselt worden. Es hat sich gezeigt, daß das erste Schienenstück an der Einstoßtür auch unlegiert sein kann.

Als Herdbodensteine für die Ausgleichszone wurde erstmalig ein Braunkorundstein der Firma Degussa eingebaut (Bild 9). Dieser Stein ist zwar merklich teurer als übliche Herdsteine; er wächst aber nicht an und löst sich auch nicht durch die Schlacke auf wie etwa Schamotte. Es findet vielmehr ein gleichmäßiger Verschleiß statt, der etwa nach einem Jahr zum Austausch der einfachen Steinlage führte. Bemerkenswert ist, daß die Steine zu großen festen Platten zusammenwachsen. Für den Betrieb ist es dabei besonders ange-

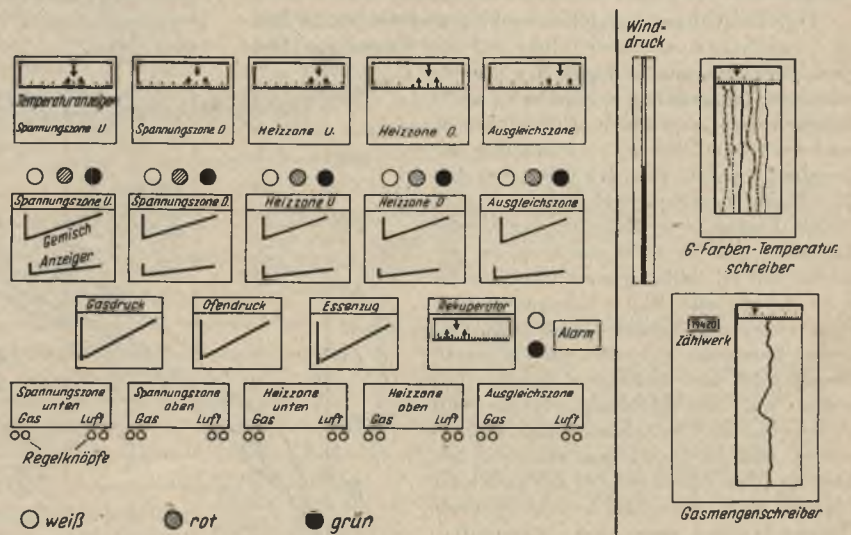


Bild 8. Meß- und Regeltafel zum Dreizonen-Stoßofen.

nehmen, daß derartige Herde immer sauber bleiben und die unangenehmen Putz- und Stemmarbeiten vermieden werden.

Bild 10 zeigt zum Vergleich einen im Herd stark angewachsenen Magnesitstein.



Bild 9. Braunkorundstein.



Bild 10. Stark angewachsener Magnesitstein.

Die besonders hoch beanspruchte Ausstoßrinne wurde erstmalig auch keramisch gebaut. Dazu dienten nach einem Vorschlag von E. Helweg Sintertonerdesteine der Firma Degussa. Diese Steine zeigen ein außerordentlich bemerkenswertes Verhalten. Sie haben ein fast glasiges Aussehen und sind mineralogisch gesprochen synthetischer Korund. Der Preis ist sehr



Bild 11. Sintertonerdestein.

hoch (etwa 20 RM/Stein), aber nach dreijähriger Betriebszeit mit schwerster Beanspruchung zeigt die Rinne noch keinerlei sichtbaren Verschleiß; selbst die Bombierung der Steinoberfläche ist noch vollkommen erhalten (Bild 11). Damit ist dieser Stein trotz dem hohen Preise wirtschaftlich und wahrscheinlich auch für größere Flächen, wie ganze Ziehherde, vorteilhafter als andere, billigere Steine. Derzeit werden Sintertonerdesteine bereits versuchsweise als keramische Gleitschienen eingebaut. Ein Gelingen dieser Versuche würde der deutschen Wirtschaft wesentliche Mengen an hitzebeständigem Stahl ersparen.

Die bisherigen Erfahrungen mit diesem Ofen und den neuartigen Steinen ermutigen, über die ersten noch vorsichtigen Schritte hinaus die Entwicklung auf breiterer Grundlage weiterzutreiben.

Zusammenfassung

Ueber die Betriebserfahrungen mit einem doppelseitig beheizten Dreizonen-Blockstoßofen neuer Bauart mit weitgehender Symmetrie zwischen Ober- und Unterofen und damit Gleichheit zwischen Ober- und Unterbeheizung wird berichtet, der bei einer Leistung von 10 t/h bei halbsselbsttätiger Regelung einen Wärmeverbrauch von 328 kcal/kg kalten Einsatz hat. Die Herdflächenleistung bezogen auf die Blockunterfläche liegt bei 590 kg/m² h. Bemerkenswert ist der Wegfall jeglicher Wasserkühlung, eine neuartige Blockauflagerung an den Blockenden, die Verwendung hitzebeständiger Gleitschienen und die Verwendung von Braunkorundsteinen für den Herdboden sowie von Sintertonerdesteinen für die Ausstoßrinne, die trotz schwerster Beanspruchung nach über dreijähriger Betriebszeit keinen sichtbaren Verschleiß zeigt.

Werkstoffe für Ventile von Verbrennungsmotoren

Von Heinrich Cornelius — (Schluß zu Seite 438)

Für Auslaßventile sind im Laufe der Entwicklung der Verbrennungsmotoren wohl alle Legierungsmöglichkeiten ausgenutzt worden, die Aussicht auf Erfolg boten. An härthbaren Stählen, deren Umwandlungstemperaturen über den Betriebstemperaturen der Ventile liegen müssen, haben oder hatten u. a. die folgenden praktische Bedeutung: Vergütungsstähle, z. B. Nickel-Chrom-Stähle (0,12 bis 0,35 % C, 0,3 bis 1,5 % Cr, 3,5 bis 5,0 % Ni), Schnellarbeitsstähle, Silizium-Chrom-Stähle (0,4 % C, 4 % Si, 3 % Cr), rostbeständige Chromstähle (0,4 bis 1,5 % C, 9 bis 16 % Cr) ohne oder mit Zusätzen von Silizium, Kobalt, Wolfram, Molybdän oder Vanadin, einzeln oder fast alle zusammen. Die Härthbarkeit dieser Stähle bedingt gute Laufeigenschaften des Schaftes und eine hohe Verschleißbeständigkeit des Schaftendes. Nachteilig ist die starke Abnahme der Festigkeit bei höheren Temperaturen.

In dieser Beziehung sind die austenitischen Stähle überlegen, die bisher mit einem weiten Legierungsbereich angewendet worden sind: 0,2 bis 1,2 % C, 0,2 bis 3,5 % Si, 0,4 bis 1,5 % Mn, 11 bis 25 % Cr, 7 bis 62 % Ni und 0 bis 5 % W. Außerdem sind gelegentlich Zusätze von Molybdän, Kobalt und auch Vanadin herangezogen worden. Bei dieser Vielzahl von Legierungsvorschlägen kann hier nur ein Ueberblick über die wichtigeren Ventilstähle gegeben werden. Dabei ist es nicht möglich, die Legierungen scharf nach solchen für Einlaß- und Auslaßventile, und innerhalb dieser Gruppen wieder eindeutig für z. B. Personewagen-, Lastwagen- und Omnibusmotoren, Handlungsschiffs-, Eisenbahntriebwagen-, Schnellboot-, Panzerwagen-, Rennwagen- und Flugmotoren zu trennen, weil die Betriebsverhältnisse der Ventile innerhalb einer solchen Motorengruppe sehr verschieden sein können.

Zahlentafel 1. Uebersicht über die wichtigsten Ventilstähle

Stahl Nr.	Stahlart	C %	Si %	Mn %	Cr %	Ni %	W %	Sonstiges %	Verwendung
1	Härtbar durch Abschrecken	0,35—0,50	3,9—4,2	0,40	2,5—3,0	—	—	—	Schwach beanspruchte Ventile, z. B. in Fahrzeugmotoren. Einlaßventile v. Flugmotoren
2		0,40—0,50	3,0—3,5	0,40	8,0—9,0	—	—	—	Weitest verbreiteter Auslaßventilstahl für Fahrzeugmotoren. Einlaßventile v. n. Flugmotoren
3		0,40—0,60 (1,5)	2,0—4,0 (0,4)	0,40 (0,3)	8,0—13,0 (12)	—	—	—	Wie Nr. 2, außerdem ungekühlte Einlaß- und innengekühlte Auslaßventile für Flugmotoren
4		0,30	0,2—0,4	0,60	13,0	1,0—4,5	—	—	Auslaßventile für Automobilmotoren, Einlaßventile für Flugmotoren
5		0,60—0,85	1,25—2,75	0,2—0,6	19—23	1,0—2,0	—	—	Auslaßventile von Motoren für Personenwagen und leichte Lastwagen
6		0,50—0,70	0,3	0,3	3,0—4,0	—	12—16	—	Einlaßventile von Flugmotoren
7 ¹⁾	Härtbar durch Anlassen nach dem Abschrecken	0,25—0,35	1,7—3,0	0,5	12—13,5	7,0—8,0	—	—	Wie Nr. 6
8 ²⁾		0,40—0,50	bis 1,0	bis 1,0	23,3—24,3	4,5—5,0	—	2,5—3,0 Mo	Auslaßventile hochbeanspruchter Fahrzeugmotoren
9	Nicht härtbar, austenitisch	0,30—0,45	2,5—3,3	0,5	17,5—20,5	7,0—9,0	—	—	Auslaßventile von Fahrzeugmotoren
10		0,20—0,50	0,7—1,0	0,5	21—22	11—12	—	—	Auslaßventile von Omnibus- und Zugmaschinenmotoren
11a ³⁾		0,40—0,55	1,2—1,5	0,6—1,0	14—17	12—15	2—3	—	Innengekühlte Auslaßventile von Flugmotoren
11b ⁴⁾		0,35—0,45	1,0—1,75	0,5—1,0	12,5—14,5	12,5—14,5	2—3	—	Ungekühlte Einlaß- und innengekühlte Auslaßventile v. Flugmotoren
11c ⁵⁾		0,40—0,50	0,3—0,8	0,5—1,0	13—15	13—15	1,7—3,0	bis 0,5 Mo 0,2 V 0,6 Co	Wie 11 b
12 ³⁾		0,40—0,50	2,2—3,0	0,8—1,5	18—20	8—10	0,8—1,5	—	Austauschstahl für 11 a
13		0,50	1,25	0,6	14	26	3,5	—	Innengekühlte Auslaßventile v. Flugmotoren
14		0,40—0,50	0,3—0,8	0,6	24—26	13—15	—	2,0—3,0 Mo	Austauschstahl für 11c: innengekühlte, hochbeanspruchte Auslaßventile von Flugmotoren
15	Nicht härtbar, austenitisch, gegossen	0,95—1,20	2,0—3,0	0,6	15—16	13—15	—	—	Ein- und Auslaßventile von Ford-Motoren
16		0,50	1,0	1,0	20	32	—	—	Auslaßventile v. Auto-, Omnibus- und Traktormotoren

¹⁾ Härtbar durch Austenitzerfall zu Martensit beim Anlassen nach dem Abschrecken. ²⁾ Ausscheidungshärtbar. ³⁾ In Deutschland. ⁴⁾ In England. ⁵⁾ In Amerika und Rußland.

Ein Werkstoff kann auch für ein gekühltes Auslaßventil verwendet werden, der ungekühlt nur für das Einlaßventil in Betracht kommt. Schließlich ist zu beachten, daß für ein Flugmotorenventil die Betriebssicherheit über allen anderen Anforderungen steht, während beim Personenwagenventil die Wirtschaftlichkeit wesentlich ist, und meist die Anbringung der beim Flugmotoren-auslaßventil üblichen „Verbesserungen“ nicht oder nur zum Teil zuläßt, außer bei Rennwagen.

Für Einlaßventile von Fahrzeugmotoren genügen in vielen Fällen unlegierter Stahl (St C 45.61), Mangan- oder Mangan-Silizium-Vergütungsstähle sowie besonders Stähle mit z. B. 0,1 bis 0,35 % C, 3,0 bis 4,5 % Ni und 0,3 bis 1,5 % Cr oder entsprechende nickelfreie Stähle im vergüteten Zustand. Die Zusammensetzung und die Verwendung der wichtigsten

sonstigen Ventilstähle gehen aus *Zahlentafel 1* hervor. Stahl 2 ist der gebräuchlichste Auslaßventilstahl für Fahrzeugmotoren, reicht aber nicht mehr aus für einige Lastwagen- und Omnibusmotoren und wird (in Amerika) in steigendem Maße ersetzt durch den Stahl 5, der zwar eine niedrigere Umwandlungstemperatur als der Stahl 2 hat, ihm aber in allen anderen maßgebenden Eigenschaften überlegen ist²⁵⁾. Die durch Abschrecken härtbaren Stähle 3 bis 6 werden auch für Einlaßventile, in Ausnahmefällen auch für innengekühlte Auslaßventile von Flugmotoren verwendet. Mit einem Molybdänzusatz von 0,8 % dient der Stahl 3 für Auslaßventile schwerer Dieselmotoren für sowjetische Panzerkampfwagen, während in Deutschland für den

²⁵⁾ Colwell, A. T.: S.A.E.J. 45 (1939) S. 295/304; vgl. auch Meyer, G.: Dtsch. Motortechn. Z. 16 (1939) S. 314/20

Zahlentafel 2*). Einige Eigenschaften der Stähle nach Zahlentafel 1 sowie von Stellite und Bright-ray

Stahl Nr.	Brinellhärte ¹⁾ bei		Zugfestigkeit ²⁾ bei				Dauerstandfestigkeit ³⁾ bei			Zunderverlust ⁴⁾		Korrosionsbeständigkeit im Auspuffkondensat	Relativer Angriff durch Bleiverbindungen ⁵⁾	
	500°	800°	600°	700°	800°	900°	600°	700°	800°	oxydierende	reduzierende		PbO × PbBr bei 840°	PbO bei 980°
	kg/mm ²		kg/mm ²				kg/mm ²			mg Atmosphäre				
1	—	—	30	13	6	3	—	—	—	160	360	sehr schlecht	41	106
2	170—180	16—20	21	8,5	4,5	870 ⁰ 3,3	—	—	—	50	140	mäßig	41	100
3	—	—	20	8	4	2,3	2,2 ^{b)}	~ 0,5 ^{b)}	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	254	26	—	—	—	870 ⁰ 5,3	—	—	—	40	75	vollständig	1	104
6	—	—	63 ^{a)}	39 ^{a)}	19 ^{a)}	9 ^{a)}	—	—	—	—	—	sehr schlecht	—	—
7	244	98	—	—	—	—	—	—	—	2800(?)	2300(?)	sehr gut	49	84
8	280	63	—	—	—	870 ⁰ 14,0	—	—	—	40	50	vollständig	2	35
9	142	45	—	—	—	870 ⁰ 12,3	—	—	—	90	70	vollständig	63	57
10	180—180	55—78	—	—	—	—	—	—	—	30	60	vollständig	37	43
11 a—c	162	55	45	28—45	17—28	8,5	14—20 ^{a)}	5—9 ^{a)}	3—5 ^{a)}	2600(?)	1600(?)	{ vollständig; wenn nitriert: mäßig	20	126
12	—	—	—	34,2	24,7	—	—	> 5 ^{a)}	—	—	—	—	—	—
13	182	84	—	—	—	—	9,8 ^{b)}	4,3 ^{b)}	2,0 ^{b)}	840	370	vollständig	28	73
14	—	76	—	—	—	—	—	—	—	50	40	{ vollständig; wenn nitriert: mäßig	12	47
15	—	94	—	—	—	—	—	—	—	140	160	vollständig	—	—
16	174	80	—	—	—	—	—	—	—	60	40	vollständig	—	—
Stellite ⁶⁾	{ 217 bei 650°	{ 132 bei 870°	—	—	—	—	—	—	—	20	15	vollständig	0,5	4
Bright-ray ⁷⁾	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45	15- Zunahme	vollständig	71	52

*) Brinellhärte, Zunderverlust, Korrosionsbeständigkeit und Angriff durch Bleiverbindungen nach S. D. Heron, O. E. Harder u. M. R. Nestor²⁷⁾. — Zugfestigkeit nach E. Houdremont: Handbuch der Sonderstahlkunde, Berlin 1943, sowie nach A. T. Colwell³³⁾, E. Schmid u. H. Mann⁵⁾ u. a. — Dauerstandfestigkeit nach E. Houdremont, wie vor, I. Mussatti u. A. Reggiori¹⁸⁾ und eigene Versuche u. a. — ⁴⁾ Mit schwellender Last. ²⁾ Versuche mit kleiner Zerreißgeschwindigkeit. ³⁾ a) DVM-Verfahren A 117/118, b) 0,1% Gesamtdehnung in 100 h. ⁴⁾ Gewichtsverlust von Proben mit 9,8 mm Durchmesser und 50,8 mm Länge bei 300 Wechseln zwischen 980 und 345° von je min Dauer. Auffallend sind die hohen Zunderverluste der Chrom-Nickel-(Wolfram-)Stähle 7 und 11. Brennstoff mit Gegenklopffmittel. Die kleinen Gewichtsverluste sind unsicher. ⁶⁾ Calingaert-Versuch. Relativer Gewichtsverlust nach 6 min in den geschmolzenen Bleiverbindungen. ⁷⁾ 1,25% C, 2,7% Si, 27% Cr, 65% Co, 4% W. ⁸⁾ 0,20% C, 0,30% Si, 0,90% Mn, 0,60% Fe, 21% Cr, Rest Ni. ⁹⁾ 0,6% C, 4,2% Cr, 20% W, 1% Mo.

gleichen Zweck chromärmerer und molybdänfreier Stahl verwendet wird²⁶⁾. Von den durch Anlassen nach dem Abschrecken härtbaren Stählen ist der ausschlaggebende Stahl 8 bemerkenswert, der als der beste Auslaßventilstahl für hochbeanspruchte Fahrzeugmotoren bezeichnet wird²⁵⁾. Er ist härtbar wie perlitischer oder martensitischer, warmfest wie austenitischer Stahl und hat eine durch den hohen Chromgehalt bedingte ausgezeichnete Korrosions- und Zunderbeständigkeit. Der Tellersitz ist verschleißfest und braucht auch bei schwerer Beanspruchung nicht mit Hartlegierungen aufgeschweißt zu werden. Ein Nachteil ist die Versprödungsneigung bei häufigem Erhitzen in das Temperaturgebiet um 700 bis 850°. Der Stahl ist jedoch nur in einem äußerst engen Temperaturbereich schmiedbar. Unter den austenitischen Stählen sind die Flugmotoren-Auslaßventilstähle 11a bis c in der ganzen Welt gebräuchlich. An ihre Stelle rückt in Deutschland u. a. der Stahl 12 mit höherer Zunderbeständigkeit und sonst gleichwertigen Eigenschaften, in den Vereinigten Staaten der Stahl 14²⁷⁾, der eine erhöhte Beständigkeit gegen den interkristallinen Angriff durch (verunreinigtes?) Natrium und eine hohe Zunderbeständigkeit haben soll. Besonders sei noch auf die austenitischen Stahlgüsse für Ventile von Fahr-

zeugmotoren verwiesen, von denen der Stahl 15 die größere Bedeutung hat. Die Gußventile werden nach dem Gießen bei 950° eine halbe Stunde geglüht und haben dann eine Rockwell-C-Härte von 22 Einheiten. Die Schäfte werden zur Erzielung einer verschleißfesten Oberfläche im Zyanidverfahren behandelt. Statt des Stahlgusses 15 verwendet man jetzt auch einen Stahlguß mit 1% C, 18% Cr und 6% Ni für Fahrzeugmotoren. Die mit einer kleinen Schleifzugabe gegossenen Vollventile werden bei 1000° 30 min geglüht und haben nach Luftabkühlung eine Härte von 25 Rockwell-C-Einheiten. Die Abgüsse werden durch spitzenloses Schleifen fertigbearbeitet und durch eine Schlagprobe auf ihre Güte geprüft.

In Zahlentafel 2 sind einige wichtige Eigenschaften der in Zahlentafel 1 aufgeführten Ventilstähle zusammengestellt, auf die nicht näher eingegangen zu werden braucht. Angaben über die Dauerstandfestigkeit sind aufgenommen worden, obgleich die Ventile keine gleichbleibende Zugbeanspruchung in der Wärme erfahren, weil die Dauerstandfestigkeit eine bessere Beurteilung der Warmfestigkeit als die stark von der Zerreißgeschwindigkeit abhängige Zugfestigkeit zuläßt und außerdem einen Anhalt für die Warmerschwingungsfestigkeit²⁸⁾²⁹⁾ gibt. —

²⁵⁾ Augustin, J. U.: Motortechn. Z. 5 (1943) S. 130/39 u. 207/13; nach Z. VDI 87 (1943) S. 689/90.

²⁷⁾ Heron, S. D., O. E. Harder u. M. R. Nestor: Metal Progr. 37 (1940) S. 418, 456 u. 541; s. a. Zahlentafel 2.

²⁸⁾ Hempel, M., u. H.-E. Tillmanns: Arch. Eisenhüttenw. 10 (1936/37) S. 395/403 (Werkstoffaussch. 369); Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 18 (1936) S. 163/82.

²⁹⁾ Für gekerbte Proben vgl. Cornelius, H.: Luftf.-Forsch. 20 (1943) S. 255/60.

Außer für die Ventilstähle enthält *Zahlentafel 2* auch einige Angaben über Stellite und Brightray, die zum Aufschweißen der Sitzfläche (und des Bodens) von Auslaßventilen dienen.

Zahlentafel 3. Mittlere lineare Wärmeausdehnungsbeiwerte einiger Ventilstähle nach *Zahlentafel 1* und zweier Aufschweißhartlegierungen

Stahl Nr.	Wärmeausdehnungsbeiwert in $10^{-6} \text{ m m}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}$ zwischen 20° und				
	200°	400°	600°	800°	900°
2			14,0 ¹⁾		
3	11,9	12,5	13,6	14,2	14,6
5			14,0 ¹⁾		
7			20,0 ¹⁾		
8			16,0 ¹⁾		
11 a-c	17,8	18,0	18,4	18,8	—
12	16,6	17,8—18,0	18,6—19,2	19,4	20,0
1,3% C 26,5% Cr 62% Co 4% W	12,6	13,3	13,9	15,0	—
1,7% C 28,8% Cr 30% Co 5% W	14,0	14,6	15,0	15,5	—

¹⁾ Nach G. Meyer²⁵⁾: Temperaturbereich nicht angegeben.

Unter den noch nicht behandelten Eigenschaften der Ventilstähle sind noch die Wärmeausdehnung und die Wärmeleitfähigkeit von Bedeutung. Bekanntlich ist die Wärmeausdehnung der durch Abschrecken härtbaren Stähle kleiner als die der austenitischen. *Zahlentafel 3* gibt die Wärmeausdehnung einiger Ventilstähle³⁰⁾ sowie zweier Aufschweißhartlegierungen¹⁵⁾ wieder. Der Unterschied zwischen der Wärmedehnung der austenitischen Stähle und der Aufschweißhartlegierungen ist beim Aufschweißen der Ventilsitzflächen zu beachten. In der Wärmeleitfähigkeit sind die austenitischen Ventilstähle den durch Abschrecken härtbaren bei niedrigen Temperaturen unterlegen. Nach höheren Temperaturen zu verwischt sich der Unterschied, wie *Zahlentafel 4* zeigt³¹⁾. Der schlechten

Zahlentafel 4.

Wärmeleitzahlen von zwei Ventilstählen

Stahlzusammensetzung	Wärmeleitfähigkeit in $\text{cal/cm} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}$ bei			
	200°	400°	600°	800°
1,3% C, 0,44% Si 0,42% Mn, 14,0% Cr, 1,8% Co, 1,4% Mo	0,065 bis 0,070	0,058 bis 0,068	0,053 bis 0,059	0,046 bis 0,047
0,47% C, 1,5% Si 0,8% Mn, 14,8% Cr, 13% Ni, 2,2% W	0,027 bis 0,030	0,027 bis 0,032	0,031 bis 0,035	0,039 bis 0,041

Wärmeleitfähigkeit der austenitischen Ventile wirkt die Innenkühlung mit Natrium entgegen. Im übrigen scheinen die Unterschiede in der Wärmeleitfähigkeit der verschiedenen Ventilstähle keinen ausschlaggebenden Einfluß auf das Betriebsverhalten besonders der Auslaßventile zu haben³⁾. Wichtiger ist guter Wärmeübergang vom Ventil zur Führung und zum Zylinderkopf, der durch konstruktive Maßnahmen zu erzielen ist.

Neuere Untersuchungen über Auslaßventil-Werkstoffe haben sich in Deutschland vor allem mit dem Austausch des Nickels und Wolframs in den austenitischen Stählen vom Chrom-Nickel-Wolfram-Typ für Flugmotoren-Auslaßventile befaßt. Nach eigenen Versuchen¹³⁾ sind Stähle mit teilweise durch Mangan ersetzttem Nickelgehalt aussichtsreich: 0,42 bis 0,52 % C, 1,5 bis 2,0 % Si, 3,0 bis 5,0 % Mn, 17,5 bis 18,5 % Cr, 6,0 bis 4,5 % Ni und 0,9 bis 1,3 % W. Der Austausch des Wolframs durch 0,8 bis 1,0 % V führt zu guter Warmfestigkeit (Dauerstandfestigkeit), beeinträchtigt aber die Zunderbeständigkeit bei hohen Temperaturen. Die letzte Wirkung des Vanadins, die gegebenenfalls einen — auch sonst nützlichen — Oberflächenschutz des Ventiltellers erforderlich machen könnte, wird von anderer Seite als nicht bedenklich angesehen³²⁾. Nickelfreie Chrom-Mangan-Stähle mit kleinen Zusätzen von Wolfram oder Stickstoff³³⁾ sind schon verschiedentlich vorgeschlagen worden. Unter diesen dürften solche mit verhältnismäßig kleinen Chromgehalten [0,4 % C, 17 % Mn, 12 % Cr, mit Stickstoffzusatz³⁴⁾; 0,4 % C, 2,5 % Si, 15,5 % Mn, 12,5 % Cr³⁵⁾] eine geringe Zunderbeständigkeit in den Verbrennungserzeugnissen bleihaltiger Treibstoffe haben und somit für Flugmotoren eines Oberflächenschutzes bedürfen. Als besonders warmfest gilt ein Ventilstahl mit 0,4 % C, 1,8 % Si, 19,4 % Mn, 19,2 % Cr und 0,3 % N³⁶⁾. Im Zusammenhang mit dem letzten Stahl wird darauf hingewiesen, daß Chrom-Mangan-Stähle weniger beständig als Chrom-Nickel-Stähle gegen den Zunderangriff bei Anwesenheit von Bleioxyd seien, und daß sie sehr spröde Nitrierschichten bilden. Der erste Nachteil ist bei dem überragenden Einfluß des Chroms nicht ohne weiteres als endgültig zutreffend anzusehen. Die Sprödigkeit der Nitrierschichten scheint auf die größere Dicke der äußeren Nitridschichten zurückzugehen³⁷⁾ und müßte sich demnach durch entsprechend stärkeres Abschleifen beheben lassen. Schließlich wird jedoch noch erwartet, daß die Chrom-Mangan-Ventilstähle eine erschwerte Zerspanbarkeit, besonders Bohrbarkeit³⁸⁾ aufweisen, was sich jedoch nicht bestätigte. Die praktische Anwendung eines austenitischen Chrom-Mangan-Ventilstahles erfolgt bereits.

Stickstoff (0,25 %) vermag in manchen austenitischen Chrom-Mangan- oder Chrom-Nickel-Stählen das Nickel je nach der Stahlart zu 2 bis 8 % zu ersetzen³⁹⁾. In verschiedenen austenitischen Ventilstählen erwies sich jedoch nach eigenen Untersuchungen³⁷⁾ nur eine völlig unbedeutende Nickelmenge als durch Stickstoff vollwertig austauschbar. Auch scheint sich kein besonderer sonstiger Nutzen aus dem Zusatz von Stickstoff zu austenitischen Ventilstählen zu er-

³²⁾ Persönliche Mitteilung von F. Brühl.

³³⁾ Tofaute, W., u. G. Bandel: *Techn. Mitt. Krupp, A.* Forsch.-Ber., 5 (1942) S. 193/200.

³⁴⁾ Rapatz, F.: *Stahl u. Eisen* 61 (1941) S. 1073/78 (Werkstoffaussch. 564); *Erörterung: Arch. Eisenhüttenw.* 15 (1941/42) S. 514/18.

³⁵⁾ Riedrich, G.: *Erörterung in: Arch. Eisenhüttenw.* 15 (1941/42) S. 514/15.

³⁶⁾ Krainer, H., u. K. Swoboda: *Erörterung in: Arch. Eisenhüttenw.* 15 (1941/42) S. 517/18.

³⁷⁾ Cornelius, H., u. K. Fahsel: *Luftf.-Forschg.* 20 (1943) S. 210/16; vgl. *Stahl u. Eisen* 63 (1943) S. 967/68.

³⁸⁾ Krainer, H., u. O. Mirt: *Arch. Eisenhüttenw.* 15 (1941/42) S. 467/72 u. 514/18 (Werkstoffaussch. 583). Tofaute, W., u. H. Schottky: *Techn. Mitt. Krupp, A.* Forsch.-Ber., 3 (1940) S. 103/10; *Arch. Eisenhüttenw.* 14 (1940/41) S. 71/76. Scherer, R.: *Metallwirtsch.* 19 (1940) S. 783/90; *Chem. Fabrik* 13 (1940) S. 373/79 u. 416; vgl. *Stahl u. Eisen* 60 (1940) S. 844. Krainer, H., u. M. Nowak-Leoville: *Arch. Eisenhüttenw.* 15 (1941/42) S. 507/18 (Werkstoffaussch. 588). Scherer, R., G. Riedrich u. H. Kessner: *Stahl u. Eisen* 62 (1942) S. 347/52 (Werkstoffaussch. 585); *Erörterung: Arch. Eisenhüttenw.* 15 (1941/42) S. 514/18. Riedrich, G.: *Metallwirtsch.* 21 (1942) S. 407/11. Bennek, H.: *Erörterung in: Arch. Eisenhüttenw.* 15 (1941/42) S. 515/16.

³⁰⁾ Cornelius, H.: *Luftf.-Forschg.* 20 (1943) S. 63/68.

³¹⁾ Bollenrath, F., u. W. Bungardt: *Arch. Eisenhüttenw.* 9 (1935/36) S. 253/62; nach Messungen von F. Raisch.

Zahlentafel 5. Zusammensetzung und Verwendung der Werkstoffe für Ventilsitzringe

Nr.	C %	Si %	Mn %	Cr %	Ni %	Sonstige %	Rest %	Verwendung
1	2,8—3,5	1,2—2,0	0,8—1,2	—	—	P < 0,3	Fe	Fahrzeugmotoren
2 ¹⁾	3,0	2,3	1,9	1,0	—	1,0 Mo, 0,4 P	Fe	Fahrzeugmotoren, Auslaß
3	2,5—3,0	1,5—2,0	0,6—0,8	2,8—3,2	—	4,0—5,0 Mo	Fe	Personen- und Lastwagenmotoren, Auslaß
4	2,1	2,7	0,8	3,2	—	—	Fe	Fahrzeugmotoren, Auslaß
5 ²⁾	—	—	—	—	—	9,5 Al, 0,5 Fe	Cu	Flugmotoren, Einlaß
6 ³⁾	—	—	—	—	4—6	10,5—11,5 Al, 4—6 Fe	Cu	Flugmotoren, Einlaß
7	0,25—0,40	0,5	17—19	1,0—2,0	—	—	Fe	Flugmotoren, Einlaß
8	0,40—0,50	3,0—3,5	0,40	8,0—9,0	—	—	Fe	Flugmotoren, Auslaß
9	1,8—2,2	0,35	0,5	11—13	—	—	Fe	Flugmotoren, Auslaß
10	0,5—0,6	0,3	5,0	3,5—5,0	11—13	—	Fe	Flugmotoren, Auslaß, vereinzelt auch Einlaß
11	0,4—0,5	0,3—3,0	0,5—1,5	13—15	12—15	1,8—3,0 W	Fe	Flugmotoren, Auslaß
12 ⁴⁾	1,2—1,4	0,3—0,6	0,3—0,5	2,5—3,5	—	1,5—2,0, 14—17 W	Fe	Fordmotoren
13 ⁵⁾	2,0	0,9	0,2—0,5	3,0	—	12 W, 54 Co	Fe	Schwere Fahrzeugmotoren

1) Vergütet. 2) Geschmiedet. 3) Gegossen und vergütet. 4) Stahlguß. 5) Aufschweißhartlegierung.

geben³⁹⁾; doch sind noch weitere Versuche zu dieser Frage im Gange.

Im Anschluß an die Besprechung der Ventilstähle ist ein kurzer Hinweis auf die Werkstoffe für die Schieberbüchsen⁴⁰⁾ der (englischen) Schiebermotoren angebracht. Die Schieberbüchse des Bristol-Herkules-Motors besteht aus einem austenitischen Stahl mit hohem Wärmeausdehnungsbeiwert: 0,5 % C, 1 % Si, 6,4 % Mn, 5 % Cr, 12 % Ni und rd. 0,5 % V. Die Büchsen sind gegossen oder nur sehr schwach verschmiedet. Die Lauffläche ist nitriert. In einem neueren Motor (Napier-Sabre) besteht die Schieberbüchse aus Vergütungsstahl mit 0,3 % C, 0,3 % Si, 0,5 % Mn, 3,0 % Cr und 0,4 % Mo. Die Zugfestigkeit liegt bei rd. 100 kg/mm². Die Lauffläche ist ohne Oberflächenhärtung. In diesen beiden Fällen weisen die Werkstoffe und ihre Behandlung also sehr große Unterschiede auf. Als Schieberwerkstoff („Perseus“) wurde der austenitische Chrom-Nickel-Wolfram-Stahl 11 (Zahlentafel 1) mit nitrierter Oberfläche verwendet.

Ventilsitzringe

Der Zweck der Ventilsitzringe ist die Erhöhung der Lebensdauer von Zylinderblock oder Zylinderkopf und Ventil und die Verlängerung der Betriebszeiten bis zum Nachschleifen der Ventile. Für Zylinder aus Leichtmetall, besonders also solche von Flugmotoren, ist der eingesetzte Ventilsitzring unumgänglich notwendig, bei Zylindern aus Gußeisen ist er erwünscht und setzt sich immer mehr durch, besonders bei den schwereren Fahrzeugmotoren, dagegen nicht so allgemein bei leichteren Personenwagenmotoren.

Bei Auslaßventiltemperaturen von 650 bis 800 ° sind Temperaturen der nicht eingesetzten Ventilsitze in einem wassergekühlten Einzylinder (Grauguß) bis zu 380 ° gemessen worden⁷⁾. Die Temperatur in Grauguß eingesetzter Ringe lag in einem Falle um 65 ° höher als die des Zylinderkopfes⁴¹⁾. Die Höchsttemperaturen des Auslaßventilsitzringes in Verbrennungsmotoren kann man somit auf 400 bis 500 ° schätzen. Bei derartigen Temperaturen darf der Sitzring nicht locker werden (Wärmeausdehnung), sich nicht verziehen und muß eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen

Beanspruchung auf Verschleiß, Korrosion, Erosion und Schlag aufweisen. Hochbeanspruchte Auslaßsitzringe sollen auch zunderbeständig sein. Verbleibende Kraftstoffe führen jedoch gegenüber bleifreien nicht zu einer nennenswerten Verschärfung der chemischen Sitzringsbeanspruchung in der Wärme. Ringe aus Gußeisen — für weniger hochbeanspruchte Motoren — dürfen nicht wachsen und sind daher entsprechend legiert. Wegen der niedrigeren Betriebstemperaturen ist die Beanspruchung der Einlaßringe kleiner als die der Auslaßringe.

Aehnlich wie für die Ventile selbst sind auch für die Sitzringe schon zahlreiche Werkstoffe verwendet worden. Zahlentafel 5 enthält die Zusammensetzung und die Verwendung, Zahlentafel 6 Angaben über einige Eigenschaften der wichtigeren Sitzringwerkstoffe⁴²⁾. Für Fahrzeugmotoren sind vier Gußeisensorten angegeben, von denen Nr. 1 unlegiert, Nr. 2 und 3 Molybdän in größerer Menge enthalten und 4 einen hohen Chromgehalt aufweist. Schleudergußringe aus austenitischem Gußeisen (3,0 bis 3,4 % C, 2,0 bis 3,0 % Si, 10,0 bis 12,0 % Mn, 5,0 bis 6,0 % Ni) werden nach Abschrecken von 1000 ° und Anlassen bei 500 ° mit einer Brinellhärte von 220 bis 280 als Auslaß-Ventilsitzringe von Flugmotoren verwendet. Die Wärmeausdehnung erreicht fast die des Aluminiums⁴³⁾. Die für Flugmotoren angegebenen Ventilsitzring-Werkstoffe, die ausschließlich in Leichtmetall eingesetzt werden, können auch für sonstige hochbeanspruchte Verbrennungsmotoren herangezogen werden. Die Aluminiumbronze 5 wird für Einlaßsitzringe von Flugmotoren zunehmend durch die Aluminium-Nickel-Eisenbronze 6 ersetzt. An ihrer Stelle ist in Deutschland der Mangan-Chrom-Stahl 7 eingeführt worden. Es ist zu erwarten, daß für den Einlaßsitzring selbst für Flugmotoren mit schwach legierten Vergütungsstählen auszukommen ist, die dann auch für Fahrzeugmotoren geeignet sein werden. Von den Auslaß-Ventilsitzring-Stählen 8 bis 11, die die Bronzen wegen ihrer geringeren Korrosionsbeständigkeit, ihrer Neigung zum Verwerfen und damit kleinen Lebensdauer in den neuen Flugmotoren ganz verdrängt haben, entsprechen die Stähle 8 und 11 den Auslaßventilstählen 2 und 11 a bis c in Zahlentafel 1.

³⁹⁾ Cornelius, H.: Mitt. Dtsch. Akademie Luftf.-Forschg. Heft 4 (1942) S. 207/33; s. bes. S. 220.

⁴⁰⁾ S. Fußnote 1. a. a. O., Bild 50.

⁴¹⁾ Young, V. C.: S.A.E. J. 44 (1939) S. 109/16.

⁴²⁾ Eingehende Untersuchungen über die Eignung verschiedener Werkstoffe für Auslaß-Ventilsitzringe hat C. G. Williams⁸⁾ durchgeführt.

⁴³⁾ Nach persönlicher Mitteilung.

Zahlentafel 6. Einige Eigenschaften der Ventilsitzring-Werkstoffe nach Zahlentafel 5

Werkstoff Nr.	200° 1)	300° 1)	500° 2)	Korrosionsbeständigkeit im Auspuffkondensat	Relativer Angriff oder PbO-Pb ₃ O ₄ bei 840°C 3)	Mittlerer linearer Wärmeausdehnungsbeiwert
	kg/mm ²					
1	180—220	—	—	—	—	20—400°: 13,0
2	420	—	—	wahrscheinlich schlecht	—	—
3	400	—	—	wahrscheinlich schlecht	86	25—200°: 12,4
4	420	—	—	wahrscheinlich schlecht	—	25—200°: 10,7
5	170	130	—	gut	100	16—19
6	220	150	—	gut	—	16
7	91 ⁶⁾	56 ⁵⁾	46 ⁵⁾	wahrscheinlich schlecht	—	20—200°: 18,8 20—500°: 19,7
8	—	—	170—180	mäßig	41	14
9	—	—	—	wahrscheinlich gut	—	20—400°: 12,8
10 ⁴⁾	180	—	140	wahrscheinlich schlecht	—	22
11	220—260	—	165	vollständig	25	20—400°: 18
12	380—450	—	—	wahrscheinlich schlecht	—	—
13	~500—550	—	bei 650°: 320	vollständig	72	20—600°: rd. 12,5

1) Unter ruhender Last.

2) Unter schwellosender Last.

3) Relativer Verlust nach 6 min in den geschmolzenen Verbindungen.

4) Vgl. Schleudergußringe aus Gußeisen.

5) Zugfestigkeit.

Der Sitzringwerkstoff 9 ist in Deutschland gebräuchlich. Der Nickel-Mangan-Chrom-Stahl 10 ist ursprünglich wegen seiner hohen Wärmeausdehnung, die der der Aluminiumlegierungen nahe kommt, für Sitzringe in Zylinderköpfen aus Leichtmetall gewählt worden. Bemerkenswert ist der von Ford entwickelte Stahlguß 12 für Sitzringe, der sich von einem Schnellarbeitsstahl durch einen höheren Kohlenstoffgehalt und einen Kupferzusatz unterscheidet⁴⁾. Beide Maßnahmen dienen der Verbesserung der Gießbarkeit. Die Gußringe werden bei 790° 30 min geglüht und langsam auf 540° abgekühlt.

Die Sitzflächen von Auslaß-Ventilsitzringen für schwere Fahrzeugmotoren und besonders Flugmotoren werden gelegentlich mit Hartlegierungen aufgeschweißt¹⁶⁾. Hierfür kommen als Sitzringwerkstoffe die austenitischen Stähle 10 und 11 in Zahlentafel 5 in Betracht. Das Aufschweißen macht bei den Stählen 8, 9 und dem Stahlguß 12 wegen ihrer Härtebarkeit Schwierigkeiten, ist aber auch eben wegen dieser Härtebarkeit und Anlaßbeständigkeit, besonders bei den Stählen 9 und 12, nicht erforderlich. Als Aufschweißlegierungen werden bei Flugmotoren der für die Auslaßventil-Sitzflächen gebräuchliche Stellite (s. Zahlentafel 2) sowie besonders der härtere Stellite 13 in Zahlentafel 5 verwendet. Der letzte dient auch zum Aufschweißen der Sitzringe schwerer Fahrzeugmotoren. Auch hier können, wie bei den Ventilen, die Aufschweißlegierungen ohne oder mit geringem Kobaltgehalt¹⁵⁾ in Betracht gezogen werden.

Die Zahlentafel 7 enthält geeignete Zusammenstellungen von Auslaßventilen und Sitzringen für Flugmotoren, z. T. nach²¹⁾, wobei an die Stelle des Stahles 11a—c für das Ventil auch der Stahl 12 (Zahlentafel 1) oder der austenitische Chrom-Mangan-Stahl u. a. treten kann.

Zahlentafel 7. Zusammenstellung von Grund- und Aufschweißwerkstoffen¹⁾

Ventil und Sitz		Ring und Sitz
Stahl 12 (Zahlent. 1)	Stellit	Stahl 9 (Zahlent. 5)
Stahl 11 a—c (Zahlent. 1)	Stellit	Stahl 9 (Zahlent. 5)
Stahl 11 a—c (Zahlent. 1)	Stellit	Stahl 10 (Zahlent. 5)
Stahl 11 a—c (Zahlent. 1)	Stellit	Stahl 10 Stellit (Zahlent. 5)
Stahl 11 a—c (Zahlent. 1)	Stellit	Stahl 11 a—c ²⁾ (Zahlent. 1)
Stahl 11 a—c (Zahlent. 1)	Stellit	Stahl 11 a—c Stellit (Zahlent. 1)
Stahl 11 a—c (Zahlent. 1)	Brightray	Stahl 8 (Zahlent. 5)
Stahl 11 a—c (Zahlent. 1)	Brightray	Stahl 11 a—c ¹⁾ (Zahlent. 1)

1) Nach Motortech. Z. 2 (1940) S. 277; vgl. Autom. Ind. 82 (1940) Nr. 6. — 2) Entspricht Stahl 11 in Zahlentafel 5.

Ventilführung

Die Ventilführung wird durch die Reibung mit dem Ventilschaft auf Verschleiß beansprucht. Dabei ist die Schmierung meist unzureichend, da die Temperatur erhöht ist und bei innengekühlten Auslaßventilen, deren Schaft durch das Kühlmittel viel Wärme aus dem Teller zugeführt wird, im geführten Teil des Schaftes noch über 450° liegen kann. Wichtig für die Erzielung einer langen Lebensdauer ist eine hohe Oberflächengüte der Führung und des Ventilschaftes. Hohe Oberflächengüte bedingt einen kleinen Einlaufverschleiß und ermöglicht die Beibehaltung eines kleinen Spieles, das schon für den Wärmeübergang vom Ventil zur Führung vor allem bei innengekühlten Auslaßventilen wesentlich ist. Die Entwicklung einer Druckschmierung der Ventilführungen von Flugmotoren hat Colwell⁶⁾ vorgeschlagen. Wegen der niedrigeren Betriebstemperaturen sind die Beanspruchungen der Einlaß-Ventilführungen kleiner als die der Auslaß-Ventilführungen.

Als Werkstoff für die Ventilführungen der Verbrennungsmotoren kann perlitisches Gußeisen (z. B. 3,4 % C, 2,6 % Graphit, 1,6 % Si, 0,7 % Mn, 0,5 % P, Brinellhärte 230) verwendet werden, das sich selbst für die Auslaßventilführungen von Flugmotoren bewährt hat. Die Gefahr des Wachsens besteht besonders dann, wenn die Gußeisenführung in den Auslaßkanal hineinragen sollte. Das Wachsen führt dann zu einer trichterförmigen Aufweitung der Führungsbüchse. Der weit aus vorherrschende Werkstoff für Ein- und Auslaßventilführungen bei Hochleistungsmotoren ist jedoch Phosphorbronze, die neben hohem Zinngehalt weitere Zusätze von Nickel (und Blei) aufweisen kann (84 bis 89 % Cu, 12 bis 9 % Sn (vereinzelt 5 % Sn), 3,5 bis 0 % Ni, (2,5 bis 0 % Pb) und 0,4 bis 0,7 % P; Brinellhärte 110 bis 125). Auch Aluminiumbronze ähnlich der in Zahlentafel 5 angegebenen ist von Bedeutung²⁰⁾.

Zusammenfassung

Es wird ein Ueberblick über die Fragen gegeben, die bei der Werkstoffwahl besonders für die Ein- und Auslaßventile sowie für die Ventilsitze und Ventilführungen von Verbrennungsmotoren eine Rolle spielen. Die zur Zeit wichtigen Werkstoffe und einige ihrer Eigenschaften werden angegeben.

Zu besonderem Dank für Hinweise zu dem vorliegenden Bericht bin ich Herrn Dipl.-Ing. Stein verpflichtet. Mein verbindlicher Dank für weitere Hinweise gilt auch den Herren Dipl.-Ing. H. Caroselli, Direktor Dr.-Ing. H. Juretzek und Dr.-Ing. G. Riedrich.

Umschau

Ein wirtschaftliches Verfahren zur Herstellung von einschlussfreien Stählen

So nennt G. Ranque eine umfangreiche Arbeit¹⁾, bei der es dem einzelnen Stahlwerker auf Grund seiner eigenen Erfahrungen überlassen bleiben möge zu beurteilen, inwieweit es sich um neue Wege handelt. Jedenfalls stellen die Ausführungen eine sehr gute Zusammenfassung des Problems der nichtmetallischen Einschlüsse dar und verdienen wegen der oft eigenartigen Betrachtungsweise des Verfassers über die für jeden Stahlwerker wichtige Frage allgemeiner Beachtung.

Der erste Teil der Arbeit beschäftigt sich eingehend mit den physikalisch-chemischen Vorgängen zwischen Bad und Schlacke, während das daraus abgeleitete Betriebsverfahren, das nach den Angaben von Ranque zu ganz besonders reinen, den alten Tiegelstählen ähnlichen Stählen führen soll, in einem zweiten Teil geschildert wird.

G. Ranque macht bei seinen theoretischen Untersuchungen den Versuch, dem Stahlwerker in leichtfaßlicher Form einen Einblick in die grundsätzlichen Zusammenhänge zu geben, die bei der Entstehung von Einschlüssen im Stahl maßgebend sind, ohne daß seine Ausführungen, wie er selbst angibt, immer einer streng wissenschaftlichen Betrachtung standhalten könnten.

Da von deutscher Seite über die Theorie der Bad-Schlacken-Gleichgewichte eingehende Untersuchungen vorliegen²⁾, möchte sich der Berichterstatter, ohne im einzelnen mit der Auffassung von Ranque immer gleicher Meinung zu sein, auf die für den Stahlwerker besonders wichtigen Ergebnisse beschränken, in denen auch der eigentliche Wert der Arbeit liegt.

Es sei zum besseren Verständnis vorausgeschickt, daß der Verfasser seine Betrachtungen zwar grundsätzlich auf die Vorgänge am Elektroofen bezieht, jedoch seine Gedankengänge auch auf alle anderen stahlerzeugenden Verfahren ausgedehnt wissen möchte. Darüber werden am Schluß noch einige Worte gesagt.

G. Ranque beginnt seine Arbeit mit einer kurzen Betrachtung über die Abscheidung von nichtmetallischen Einschlüssen im flüssigen Stahl. Ihre physikalische Grundlage bildet die Stokesche Formel, die jedoch in ihrer Anwendung auf den flüssigen Stahl einigen Einschränkungen unterworfen werden muß. Immerhin läßt sich größenordnungsmäßig mit ihrer Hilfe die Abscheidungsgeschwindigkeit von nichtmetallischen Einschlüssen rechnerisch festlegen, wie Ranque es in Bild 1 getan hat. Man kann aus ihr schließen, daß sich praktisch in Stahlblöcken niemals größere Einschlüsse als von einem halben Millimeter Durchmesser finden dürften. Das Antreffen von wesentlich größeren Einschlüssen zwingt zu der Annahme, daß der Stahl nicht mehr ganz flüssig war, als sich derartige Einschlüsse gebildet haben oder eingeführt worden sind.

Grundsätzlich unterscheidet man nun stahleigene (endogene) und Fremdeinschlüsse (exogene), die nach Art ihrer Entstehung eine getrennte Behandlung notwendig machen.

¹⁾ Rev. Métall. 39 (1942) S. 331/44 u. 360/69; 40 (1943) S. 25/29.

²⁾ Schenck, H.: Arch. Eisenhüttenw. 3 (1929/30) S. 685/92 (Stahlw.-Aussch. 184); Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 953/66 (Stahlw.-Aussch. 188). Körber, F., u. W. Oelsen: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 14 (1932) S. 181/204. Kraeber, L.: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 15 (1933) S. 161/66. Körber, F., u. W. Oelsen: Mitt. K.-W.-Inst. 15 (1933) S. 271/309. Bardenheuer, P., u. G. Phanheiser: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 16 (1934) S. 189/200. Körber, F., u. W. Oelsen: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 17 (1935) S. 39/61. Bardenheuer, P., u. E. Brauns: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 17 (1935) S. 127/32. Körber, F., u. W. Oelsen: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 17 (1935) S. 231/45. Schenck, H., u. E. O. Brüggemann: Arch. Eisenhüttenw. 9 (1935/36) S. 543/53 (Stahlw.-Aussch. 307). Schenck, H., u. W. Rieß: Arch. Eisenhüttenw. 9 (1935/36) S. 589/600 (Stahlw.-Aussch. 309). Oelsen, W., u. G. Kremer: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 18 (1936) S. 89/108. Körber, F., u. W. Oelsen: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 18 (1936) S. 109/30.

Bedingungen der Bildung und Beständigkeit von stahleigenen Einschlüssen im Stahl im Ofen

Die Bedingungen der Bildung und Beständigkeit von stahleigenen Einschlüssen im Stahl im Ofen erfordern zweifellos die größte Aufmerksamkeit. Zur Entstehung von Einschlüssen müssen zwei Voraussetzungen gegeben sein:

1. die Anwesenheit von im Bade gelösten einschluss-erzeugenden Elementen;
2. die Gleichgewichtsbedingungen des Bades entwickeln sich so, daß die Lösung der einschluss-erzeugenden Elemente unbeständig wird.

Sauerstoff, Schwefel und Stickstoff sind bei der Edeltahlgewinnung als einschluss-erzeugende Elemente anzusehen, die sich mit bindenden Elementen, wie Eisen, Mangan, Chrom, Silizium, Aluminium usw. zur Bildung von Einschlüssen verbinden. Eine bestimmte Einschlussart kann daher nur dann auftreten, wenn im Bade gleichzeitig das erzeugende und das bindende Element vorhanden ist. Einschlüsse anderer Zusammensetzung als der im Stahl vorhandenen Elemente müssen also exogener Natur sein, z. B. Tonerdesilikate, die in Stählen, in die kein Aluminium gelangte, auftreten.

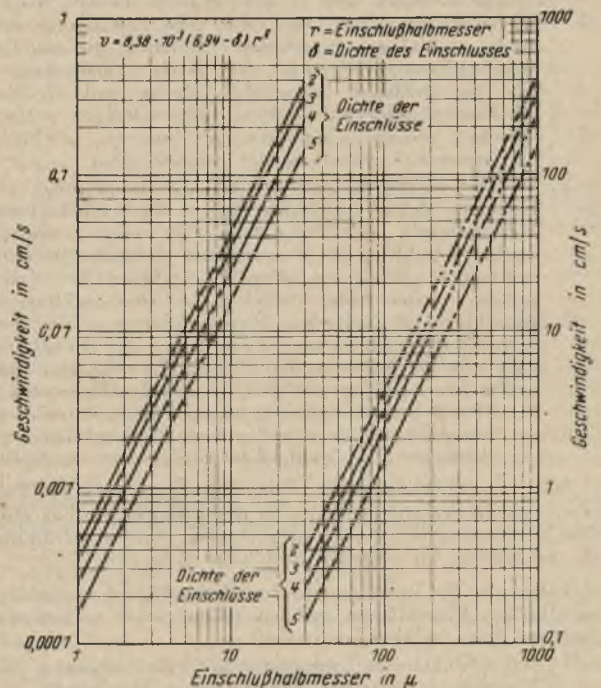


Bild 1. Absetzgeschwindigkeiten von Einschlüssen im flüssigen Stahl (nur gültig für Geschwindigkeiten unterhalb 10 cm/s).

Bei den Ursachen, die zum Auftreten von endogenen Einschlüssen führen, müssen zwei Fälle ins Auge gefaßt werden:

1. Temperaturschwankungen des Bades und der Schlacke.
2. Zusammensetzungsschwankungen des Bades und der Schlacke.

In der Schlacke unterscheidet Ranque zwischen aktiven bindenden Elementen, die mit dem einschluss-erzeugenden Element aktive Verbindungen, und den passiven bindenden Elementen, die mit den erzeugenden Elementen Verdünnungen ergeben.

Die aktiven bindenden Elemente der Schlacke sind diejenigen, die im Gleichgewichtssystem im Stahlbad in beträchtlicher Menge vorhanden sind;

die passiven bindenden Elemente der Schlacke sind diejenigen, die im Gleichgewichtssystem im Stahlbad nicht in merklicher Menge vorhanden sind.

Die Einordnung der Elemente in eine dieser Gruppen hängt von den jeweiligen Umständen ab; so rechnet Ranque Magnesium und Kalzium stets zu den passiven Bindeelementen, während das gleiche nicht unbedingt für Titan oder Aluminium

gilt. Silizium soll bei der Herstellung besonders weicher basischer Stähle als passives Bindeelement angesehen werden, wird aber zum aktiven Element sowohl beim basischen als auch beim sauren Herstellungsverfahren, sobald der Stahl ein wenig hochgekohlt ist. Chrom und Mangan zählen wohl stets zu den aktiven bindenden Elementen. Zu den verdünnenden Elementen im flüssigen Stahlbad rechnen im laufenden Stahlwerksbetrieb für Sonderstähle Nickel, Kupfer, oft auch Molybdän.

Das Phasengesetz lehrt nun, daß die Konzentration des verdünnenden Elements in der Schlacke oder im Bad einer der Gleichgewichtsgrößen von gleichem Range ist wie Konzentrationen der aktiven Elemente. Durch Ueberlegungen kommt Ranque dann zu folgender allgemeinen Regel: Sobald die Schlacke kein verdünnendes Element aufweist, läßt jede Abkühlung des Systems Bad—Schlacke im Bad stahl-eigene Einschlüsse entstehen, die etwa die Zusammensetzung der Schlacke aufweisen.

Der Verfasser beschäftigt sich anschließend eingehender mit dem Begriff der „freien“ und „gebundenen“ Anteile der Schlacke und seinen Beziehungen zum Bad über den Nernstschen Verteilungssatz. Zusammenfassend ergibt sich aus diesen Untersuchungen:

1. Sobald sich das einschlußerzeugende Element im System Bad—Schlacke in genügend großer Menge befindet, daß in der Schlacke freie Verbindungen auftreten, läßt jede Abkühlung des Bades stahl-eigene Einschlüsse entstehen, die als Zusammensetzung diejenige der freien Verbindungen und der Schlacke haben. Die Menge und die Beschaffenheit dieser Einschlüsse hängen nur in zweiter Ordnung von der Gesamtkonzentration des einschlußerzeugenden Elements in der Schlacke ab.
2. Ist das einschlußerzeugende Element nicht in so genügender Menge vorhanden, daß in der Schlacke freie Verbindungen auftreten, dann läßt eine genügend starke Abkühlung des Systems Bad—Schlacke sie dort erscheinen. In diesem Augenblick, wenn die Temperatur weiter fällt, entstehen im Bad stahl-eigene Einschlüsse der gleichen Zusammensetzung wie die der freien Verbindungen. Ist indessen der Gehalt an dem einschlußerzeugenden Element so niedrig, daß er der Löslichkeitsgrenze des erzeugenden Elements im Metall am Erstarrungspunkt entspricht, dann erscheinen durch Abkühlung weder freie Verbindungen in der Schlacke noch stahl-eigene Einschlüsse im Stahl.

Nur das Vorhandensein von Verdünnungselementen in geeigneter Menge in der Schlacke vermag also eine Abkühlung des Bades zu gestatten, ohne die Bildung von endogenen Einschlüssen nach sich zu ziehen.

Faßt man die Bedingungen der Beständigkeit von nicht-metallischen Einschlüssen, falls sie schon vorher aufgetreten sind, ins Auge, so kann man sagen:

1. Jedes Senken der Temperatur unter Bedingungen, die Einschlüsse entstehen lassen, kann die bereits bestehenden Einschlüsse nur vergrößern.
2. Sobald im Stahl freie Verbindungen vorhanden sind, kann eine Erhöhung der Temperatur eine Wiederauflösung der bereits im Bade vorhandenen Einschlüsse nur dann hervorrufen, wenn sie rasch genug vor sich geht, um das Gleichgewicht zwischen Bad und Schlacke zu unterbrechen, wobei diese nicht mehr die Zeit findet, die überschüssigen freien Verbindungen durch die einzige Kontaktfläche Bad—Schlacke an das Bad abzugeben.
3. Beim Fehlen von freien Verbindungen in der Schlacke dürften die im Bade vorhandenen Einschlüsse dazu neigen, sich bei gleichbleibender Temperatur wieder aufzulösen, und dies um so mehr bei zunehmender Temperatur.

Der einzige Weg, um die Zusammensetzung des Bades oder der Schlacke rasch abzuändern, ist die Zugabe von Zusätzen. Die umfangreichen Ueberlegungen von Ranque über die Auswirkung von Schlacken-zusätzen lassen sich in dem wichtigen Satz zusammenfassen: Bei gleichbleibender Temperatur vermag nichts von allem, was man der Schlacke zusetzen kann, endogene Einschlüsse im Bad hervorzurufen. Bei gleichbleibender Temperatur ist keiner der möglichen Zusätze zur Schlacke fähig, bereits im Bad bestehende Einschlüsse zu entwickeln. Bei gleichbleibender Temperatur

kann man die mehr oder weniger vollständige Auflösung der in einem Bad vorhandenen aktiven Einschlüsse erreichen, indem man der Schlacke genügend große Mengen eines passiven bindenden Elements, eines aktiven bindenden Elements oder eines verdünnenden Elements zusetzt.

Es verbleibt nun noch die Wirkung der metallischen Zusätze unmittelbar ins Bad. Ohne im einzelnen den Ueberlegungen des Verfassers nachzugehen, lassen sich für die Praxis folgende Schlüsse ziehen: Jeder Zusatz eines passiven bindenden Elements in ein unvollständig desoxydiertes Bad erzeugt notwendigerweise unlösliche stahl-eigene Einschlüsse (passive Einschlüsse). Zusätze eines aktiven bindenden Elements in ein unvollständig desoxydiertes Bad können, wenn das Bad wenig oxydiert ist, keine endogenen Einschlüsse erzeugen. Von einem bestimmten Oxydationsgrad des Bades an — im übrigen aber unterhalb der Sättigung — erzeugt jeder Zusatz eines aktiven bindenden Elements aktive stahl-eigene Einschlüsse. Bei Fehlen anderer Reaktionen müssen sich diese Einschlüsse langsam auflösen, wenn nicht, nach Rückkehr zum Gleichgewicht, freie Verbindungen in der Schlacke bestehen, sonst lösen sie sich nicht auf. Ueber den Einfluß von metallischen Zusätzen auf schon im Bad vorhandene Einschlüsse läßt sich sagen: Jeder Zusatz, der in der Lage ist, in einem Bade stahl-eigene Einschlüsse entstehen zu lassen, kann unter den gleichen Bedingungen nur Einschlüsse weiterentwickeln, die sich bereits im Bade befinden. Jeder Zusatz eines bindenden Elements in ein Bad, der in der Lage ist, die freien Verbindungen der Schlacke zum Verschwinden zu bringen, muß auf Grund dieser Tatsache die Wiederauflösung der aktiven Einschlüsse hervorrufen, die vorher im Bade vorhanden und vorübergehend vermehrt gewesen sein können. Ist das Zusatzelement ein aktives bindendes, dann müssen alle Einschlüsse mehr oder weniger langsam verschwinden. Ist es ein passives bindendes Element, dann setzt es sofort passive unlösliche Einschlüsse an Stelle der vorher vorhanden gewesenen aktiven löslichen Einschlüsse.

Damit im Verlauf der Abkühlung des Systems Bad—Schlacke keine Einschlüsse frei werden, ergeben sich drei Mittel:

1. Senken der Temperatur des Bades, während man der Schlacke entweder ein passives bindendes Element hinzufügt, das zu einer vollständigen Desoxydation führt.
2. Hinzufügen eines aktiven bindenden Elements, das eine um so vollständigere Desoxydation herbeiführt, je mehr sich seine Eigenschaften denen eines passiven bindenden Elements nähern, das aber teilweise in das Bad eingeht.
3. Zusatz eines verdünnenden Elements, ein Vorgang, der indessen viel weniger wirksam und in seiner Anwendung begrenzt ist.

Alle bisher gefundenen Ergebnisse sind zur besseren Uebersicht in *Zahlentafel 1* zusammengefaßt.

Auftreten und Entstehung der Einschlüsse in dem aus dem Ofen kommenden Stahl

Drei Einflüsse bestimmen die Entstehung stahl-eigener Einschlüsse im Stahl außerhalb des Ofens:

1. Die metallischen Zusätze in die Pfanne oder in die Kokille.
2. Die Berührung mit der Luft.
3. Die Abkühlung und Erstarrung des Stahles.

Enthält ein Stahl aktive Elemente in Lösung, was immer mehr oder weniger der Fall ist, so rufen, wie schon ausgeführt, metallische Zusätze an passiven bindenden Elementen in den flüssigen Stahl unweigerlich stahl-eigene Einschlüsse hervor. Man kann daher sicher sein, daß jeder Zusatz in die Pfanne von Kalzium, Aluminium oder Titan, einzeln oder in Legierung, endogene Einschlüsse in einer Menge erzeugt, die um so größer ist, je mehr der Stahl oxydiert war. Für aktive Elemente wie Silizium oder Mangan gilt das gleiche, wenn der Oxydationsgrad des Stahles ausreicht. Nur bei sehr wenig oxydiertem Stahl erzeugen sie keine Einschlüsse; doch wären sie dann auch nutzlos, weil der Stahl auch ohne sie beruhigt wäre.

Der mit der Luft in Berührung gebrachte flüssige Stahl muß Sauerstoff lösen; es handelt sich also um den unmittelbaren Zusatz eines einschlußerzeugenden Elements zu einem Bade, von dem wir wissen, daß bei gleichbleibender Temperatur dieser Zusatz keinen Einschluß erzeugen kann.

Zahlentafel 1. Erzeugung und Beständigkeit von stahleigenen Einschlüssen

Art der zugesetzten Elemente	Nach Zusatz in die Schlacke		Nach Zusatz in das Bad	
	Keine freien Verbindungen in der Schlacke	Freie Verbindungen in der Schlacke	Un-gesättigtes Bad	Gesättigtes Bad
Einschluß-erzeugende Elemente O—S—N	L = O G nimmt zu Keine Er-zeugung v. Einschlüss. Wiederauflösung ver-langsamt	L nimmt zu G max. Keine Er-zeugung v. Einschlüss. Wieder-auflösung keine	L = O G nimmt zu Keine Er-zeugung v. Einschlüss. Wieder-auflösung ver-langsamt	L nimmt zu G max. Keine Er-zeugung v. Einschlüss. Wieder-auflösung keine
Lebende Elemente				
Passive Mg Ca Al Ti	Verdünnende	L = O G nimmt ab Keine Einschlüsse Wiederauflösung be-schleunigt	L nimmt ab G max. Keine Einschlüsse Wiederauflösung keine	
		Nicht gebundene	L = O G nimmt ab Keine Einschlüsse Wiederauflösung be-schleunigt	L nimmt ab G max. Keine Einschlüsse Wieder-auflösung keine
Aktive Si Mn Cr Fe	Gebundene		L = O G nimmt zu Keine Einschlüsse Wieder-auflösung langsam	L nimmt zu G max. Keine Einschlüsse Wieder-auflösung keine
		Nicht gebundene	L = O G nimmt ab Keine Einschlüsse Wiederauflösung be-schleunigt	L nimmt ab G max. Keine Einschlüsse Wieder-auflösung beschleunigt
Temperatur-senkung	Zustand der Schlacke neigt zu →		L nimmt zu	Zustand des Bades neigt zu → Wiederauflösung ver-langsamt

Bemerkung:

G = Gehalt des Bades an gelösten aktiven Verbindungen
L = Gehalt der Schlacke an freien aktiven Verbindungen

G. Ranque beschäftigt sich sodann eingehend mit den Vorgängen bei der Oxydation des flüssigen Stahles an der Luft, wobei er vor allem die Verhältnisse bei der Löffelprobe beleuchtet. Er mißt dabei der Zeit bis zum Auftreten des Oxydschleiers in einem nicht mit Schlacke bedeckten Probelöffel besondere Bedeutung bei, sucht nach ihrer theoretischen Erklärung und glaubt, hieraus Nutzen zur Kennzeichnung des Stahlzustandes vor dem Abstich zu ziehen. Da der Verfasser diese Art Löffelprobe in seinem später vorgeschlagenen Verfahren als wichtiges Hilfsmittel mit einbaut, sei etwas näher auf sie eingegangen. Hauptsächlich wird das Auftreten des Oxydschleiers vom Desoxydationszustand des Bades bestimmt. Bei der Annahme einer gleichbleibenden Lösungsgeschwindigkeit des Sauerstoffs im Bade werden bei einem Stahl mit fortschreitender Desoxydation die Zeiten bis zum Auftreten des Schleiers ständig wachsen. Gibt man einen Uberschuß an Desoxydationsmitteln, so sinkt die Zeit plötzlich wieder ab. An Oxyden gesättigte Stähle bilden augenblicklich einen Schleier. Erfahrungsgemäß weiß überdies jeder Stahlwerker, daß die Flüssigkeit eines Stahles³⁾ neben anderen Größen auch merklich von der Menge der Einschlüsse abhängt. Ranque kommt damit zu dem weiteren Schluß: Für den gleichen Desoxydationsgrad und die gleiche chemische Zusammen-

setzung ist die Zeit des Auftretens des Schleiers um so kürzer, je mehr der Stahl mit Einschlüssen beladen ist.

Die Vorgänge mit dem Stahl zwischen Ofen und Pfanne und zwischen Pfanne und Kokille können nur untergeordneter Natur sein. Allgemein ist selbstverständlich zu sagen, daß der Stahlwerker bestrebt sein muß, die Berührungsfläche und die Zeitdauer der Berührung des ungeschützten Stahles mit der frischen Luft auf ein Mindestmaß herabzusetzen.

Grundsätzlich ist zur Erstarrung des Stahles in der Kokille oder Form zu sagen: Um Einschlüsse zu vermeiden, die allein auf Abkühlung zurückzuführen sind, muß das Bad vor dem Gießen auf höchsten Grad desoxydiert und eine Rückoxydation im Laufe des Gießens soweit als möglich vermieden werden. Werden diese Bedingungen nicht erfüllt, dann treten Erscheinungen auf, über die besonders berichtet werden soll⁴⁾. Friedrich Eisermann.

[Schluß folgt.]

Zur Entwicklung der Luftvorwärmer

E. L. Hopping und D. F. Schick jr.¹⁾ nehmen Bezug auf eine Arbeit von N. E. Funk²⁾ über verschiedene Bauformen von Luftvorwärmern an Dampfkesseln und wendet sich anschließend den Betriebserfahrungen zu, die mit diesen Luftvorwärmern in den Jahren 1926 bis 1941 gemacht worden sind. Weitere Einzelheiten über Auswahl, Anfassungen, ihre Verhütung, Reinigungsfragen und Betriebsstörungen werden behandelt.

Es werden zwei Bauformen, nämlich Rekuperativ- und Regenerativ-Luftvorwärmer, unterschieden. Zu den ersten gehören Röhren- und Plattenvorwärmer, bei denen die Wärme über ein Uebertragungsglied (Röhren oder Platten) in ständigem Austausch vom warmen zum kalten Teil geleitet wird. Die zweite Bauform ist gekennzeichnet durch Kammern, die abwechselnd mit Luft oder Rauchgas gefüllt werden. Sie sind unter dem Namen Ljungström-Luftvorwärmer bekanntgeworden.

Für die richtige Auswahl und Bemessung von Luftvorwärmern sind wirtschaftliche Gründe maßgebend; sie führen wegen des günstigeren thermischen Wirkungsgrades zu immer größeren Abmessungen und größtmöglicher Heizfläche. Die Begrenzung der Heizfläche nach oben ist durch die Forderung gegeben, daß die Rauchgase nicht zu stark abgekühlt werden dürfen, da sonst Schwefelanfressungen die Folge sind. Sinken die Rauchgas-temperaturen bis auf den Taupunkt des Säureanteils der Rauchgase, so ist die anfressende Wirkung des niedergeschlagenen Säurefilms besonders groß. Entsprechend dem hohen Siedepunkt der Schwefelsäure können geringfügige Mengen von Säuredampf einen hohen Taupunkt des Rauchgasgemisches zur Folge haben.

Die Temperatur der zu erwärmenden Luft begrenzt die Größe der Lufterhitzer nach der anderen Seite. Kessel mit Rostfeuerung lassen nur Lufttemperaturen von 150 bis 200°, dagegen mit Kohlenstaub, Öl oder Gasen beheizte Kessel solche von 260 bis 315° zu. Für die endgültige Bemessung sind außerdem noch Strömungsverluste im Gas- und Luftstrom, Platz-, Reinigungs- und Instandhaltungsfragen zu berücksichtigen.

Untersuchungen der Babcock & Wilcox Company wegen der Anfressungserscheinungen stellten eindeutig einen Zusammenhang zwischen Metalltemperaturen und Schwefelgehalt des Brennstoffes fest, wobei allerdings auch der Feuchtigkeitsgehalt des Brennstoffes eine Rolle spielt. So liegt der Grenzwert der erhöhten Anfressungsgefahr für Kohlenstaub mit 2% Gewichtsanteilen Schwefel bei 71°, für solchen mit 5% Schwefelgehalt bei 121°. Bei Kohlenstaubbrennern erzielt man vollständigere Verbrennung und dementsprechend geringere Anfressungen. Andere Untersuchungen zeigten ein ähnliches Ergebnis.

Mittel, um die luftenangssseitigen Metallteile vor zu starker Abkühlung zu bewahren und damit den Feuchtigkeitsniederschlag zu verringern, bestehen darin, eine Umleitung zu schaffen, die den Luftstrom aufteilt oder einen Teil der Luft über den Lüfter erneut dem Vorwärmer zuführt. Wo besonders schwierige Verhältnisse vorliegen, werden für die gefährdeten Erhitzer-Bauteile Sondermetalle verwendet. In anderen Fällen werden die gefährdeten Luftenangss-

⁴⁾ Stahl u. Eisen demnächst.

¹⁾ Trans. Amer. Soc. mech. Engrs. 64 (1942) S. 219/25.

²⁾ Trans. Amer. Soc. mech. Engrs. 48 (1926) S. 337/56; vgl. Stahl u. Eisen 46 (1926) S. 1031.

³⁾ Ruff, W.: Carnegie Schol. Mem. 25 (1936) S. 1/39; Z. Metallkde. 29 (1937) S. 238/41. Eisermann, F.: Stahl u. Eisen 59 (1929) S. 857/61 (Stahlw.-Aussch. 256).

röhren und Platten mit erhöhter Wandstärke ausgeführt. Ljungström-Lufterhitzer werden mit leicht auswechselbaren Teilen ausgerüstet. Längere Lebensdauer kann auch bei ihnen durch besondere Legierungen oder feuerverzinkten Stahl erzielt werden. Da sich Anfrassungen vor allem dort auswirken, wo die Kammern verstopft sind, ist aus diesem Grunde die Anfrassungsgefahr ebenfalls bei Rostfeuerung größer als bei Kohlenstaubfeuerung.

Von größtem Wert für die Lebensdauer der Luftvorwärmer ist eine regelmäßige Reinigung. So werden für die Ljungström-Luftvorwärmer in manchen Fällen besondere Rußgebläse verwendet, die Heizkammern und Läuferflügel ausblasen. Für die Luftseite wird zur Reinigung warmes Wasser benutzt; Abflußmöglichkeit muß vorhanden sein. Antriebsdrehzahl des Läufers muß während des Ausblasens und Auswaschens über ein Untersetzungsgetriebe stark vermindert werden. Die Säuberung von Röhrenlufterhitzern der Rekuperativ-Bauform ist bedeutend schwieriger. Doch wird auch hier Wasser und Preßluft zur Reinigung mit Erfolg angewendet.

Eine Zusammenstellung von Störungen an Luftvorwärmern aller Bauarten kennzeichnet die Anfrassungen als das größte Uebel, zumal bei tiefen Temperaturen und an der Kaltseite des Luftvorwärmers.

Es folgen sodann Zahlen und Zusammenstellungen von ausgeführten Kesselanlagen, ihrer Größe, ihren Luftvorwärmern, Baumaße, Blechstärken und Betriebstemperaturen. Die Lebensdauer der einzelnen Anlagen ist sehr unterschiedlich. Bei der Richmond-Anlage z. B. brauchten sämtliche Röhren erst nach 12 Jahren ausgewechselt werden, wogegen nach Angaben von N. E. Funk bei der Chester-Anlage bereits nach zwei und vier Jahren die Lebensdauer beendet war.

Die Instandhaltungskosten sind verhältnismäßig niedrig gegenüber dem Anschaffungspreis. So liegen nach einer Zusammenstellung der Luftvorwärmer-Gesellschaft die jährlichen Erneuerungskosten für sämtliche Bauteile der in den Jahren 1931 bis 1940 in Betrieb befindlichen Ljungström-Vorwärmer zwischen 1% und 3% des Neuwertes.

Einige Tafeln geben Aufschluß über die Größe und Heizfläche der neuerrichteten Kesselhäuser, den Wirkungsgrad eingebauter Luftvorwärmer und deren Luft- und Rauchgastemperaturen. Sie lassen außerdem erkennen, daß für größere Kesselanlagen von über 230 t stündlicher Dampfleistung der Ljungström-Vorwärmer vorherrscht, während sich für kleinere unter 135 t/h der Röhren-Lufterwärmer behauptet hat. Bei mittleren Kesselanlagen hält sich die Zahl der Ljungström- und Röhren-Luftvorwärmer etwa das Gleichgewicht. Deutlich ist das Streben nach Oel-, Gas- oder Kohlenstaubfeuerung erkennbar, während die Rostfeuerung in den letzten Jahren immer mehr zurücktritt.

Eine Aussprache erbrachte noch einige erwähnenswerte Betriebserfahrungen mit Luftvorwärmern. So ist es z. B. unzweckmäßig, den Lufterhitzer außerhalb des Kesselhauses anzubringen, da es dann leicht zur Bildung von säurehaltigem Kondenswasser kommt, das bei nicht vorhandener Abflußmöglichkeit den Luftvorwärmer bald zerstört. Stromunterbrechungen an Ljungström-Lufterhitzern, d. h. bei Stillstand des Läufers, können leicht zur Selbstentzündung der Schwefel- und Rußablagerungen führen. Wichtig ist ferner, daß die Reinigung von Luftvorwärmern unmittelbar nach dem Stillsetzen eines Kessels zu erfolgen hat, um zu verhindern, daß die schwefelhaltigen Ablagerungen Luftfeuchtigkeit aufnehmen. Damit wird gleichzeitig die erhöhte Anfrassungsgefahr während der Stillstandszeit des Kessels ausgeschaltet.
Friedrich Wiese.

Ermittlung der Formziffer der auf Verdrehung beanspruchten abgesetzten Welle mit Hilfe von Feindehnungsmessungen

Die spannungserhöhende Wirkung von Kerben kann man näherungsweise durch Rechnung, durch Modellversuche oder aus Feindehnungsmessungen ermitteln. A. Wie-gand¹⁾ bestimmte mit einem Feindehnungsmesser nach E. Lehr und Granacher²⁾ (Meßstrecke 1,3 mm) die Spannungsverteilung von abgesetzten Wellen aus Stahl St C 45.61 nach DIN 1661 unter Verdrehungsbeanspruchung.

¹⁾ Luftf.-Forschg. 20 (1943) S. 217/19.
²⁾ Forschg. Ing.-Wes. 7 (1936) S. 66/74.

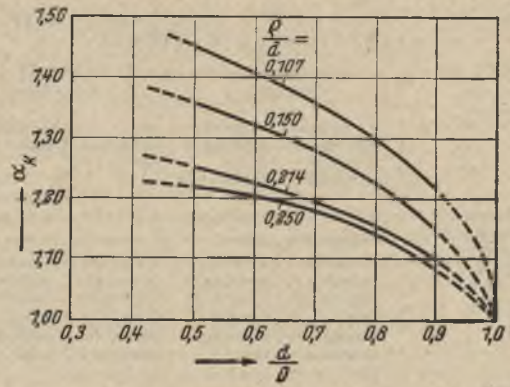


Bild 1. Formziffer α_K in Abhängigkeit von d/D .
(d = Durchmesser im dünneren Teil der abgesetzten Welle, D = Durchmesser im dickeren Teil.)

Die Versuchsanordnung wird so gewählt, daß auf die Prüfwelle ein reines Verdrehmoment wirken soll; die Versuchsergebnisse lassen jedoch vermuten, daß zusätzlich noch ein geringes Biegemoment wirksam war. Zum Ausgleich dieses Fehlers und der durch die Kleinheit der Meßstrecke bedingten Ungenauigkeiten wurden die beiden Hauptdehnungen ϵ_1 und ϵ_2 auf drei um 90° gegeneinander versetzten Mantellinien gemessen. Aus dem Mittel dieser drei Meßwerte wird aus der bekannten Gleichung der Elastizitätslehre die Schubspannung zu

$$\tau = \frac{E}{1 + \mu} \cdot \frac{\epsilon_1 + \epsilon_2}{2}$$

errechnet, wobei

$$\mu = \frac{1}{2} \frac{E}{G} - 1$$

durch einen Versuch zu bestimmen ist. Für den Fall einer abgesetzten Welle mit kreisförmigem Uebergang ($D = 100$ mm, $d = 70$ mm, $\rho = 7,5$ mm) ergibt sich, daß die Schubspannung, die im glatten Teil der Welle im wesentlichen gleich ist, kurz vor dem Uebergang anzusteigen beginnt und innerhalb des ersten Drittels der Hohlkehle auf den 1,38fachen Betrag der Nennspannung anwächst. Dieses Ergebnis bestätigt die Folgerungen, die sich aus der Theorie von A. Föppl³⁾ ergeben. Die Bilder 1 und 2 zeigen

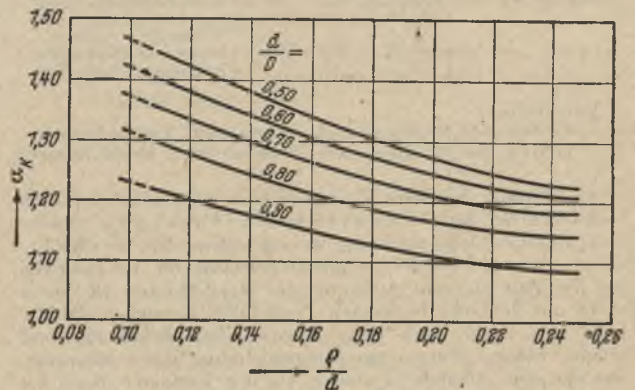


Bild 2. Formziffer α_K in Abhängigkeit von ρ/d .
(ρ = Abrundungsradius am Uebergang vom dickeren zum dünneren Teil der Welle.)

die Abhängigkeit der auf ähnliche Weise bestimmten Formziffern $\alpha_K = \frac{\tau_{max}}{\tau_0}$ von $\rho : d$ und $d : D$ für $0,1 \leq \rho/d \leq 0,25$ sowie $0,5 \leq d/D \leq 0,9$. Ein Vergleich dieser Werte mit solchen, die aus einer Näherungsformel von R. Sonntag⁴⁾ errechnet wurden, ergab eine ausreichende Uebereinstimmung.
Kurt Dies.

³⁾ Vorlesungen über techn. Mechanik. 4. Aufl. Bd. 5. S. 183. Leipzig u. Berlin 1922. A. und L. Föppl: Drang und Zwang, Bd. 2 (1928) S. 103. Siehe auch Deutler, H., u. A. Havers: Jb. Dtsch. Luftf.-Forschg. 1937. Ausg. Triebwerk. S. 132/36.
⁴⁾ Z. angew. Math. Mech. 9 (1929) S. 1/22.

Wirtschaftliche Rundschau

Die Edeltahlerzeugung in den Vereinigten Staaten von Amerika

Wie das American Iron and Steel Institute mitteilt, erreichte die Erzeugung der Vereinigten Staaten an legierten Stählen im Jahre 1943 einen Stand von 11,9 Mill. t, verglichen mit 10,5 Mill. t im Vorjahr und nur 1,5 Mill. t im Jahre 1938. Die Steigerung der amerikanischen Legierstahlerzeugung im Krieg ist um so bemerkenswerter, als die Versorgung mit gewissen Stahlveredlern erhebliche Schwierigkeiten bot. So wurde z. B. das chinesische Wolframangebot, das früher rund die Hälfte der Weltgewinnung zu decken pflegte, seit Anfang 1942 infolge der Besetzung Birmas durch Japan praktisch vollständig unterbunden. Zum Teil beruht die erhöhte Erzeugung an Edelstahl tatsächlich auf der Entwicklung neuer Legierungen, in denen der Anteil an Legierungsbestandteilen wesentlich unter dem vor dem Krieg üblich gewesen liegt. Zum Teil wurden auch knappe Stahlveredler durch weniger knappe ersetzt. Dennoch sind genügende amtliche Angaben vorhanden, um nachzuweisen, daß das Angebot an Stahlveredlern, einschließlich Chrom, Molybdän, Vanadin, Wolfram, Kobalt und Nickel, in diesem Krieg eine starke Steigerung erfahren hat. Für einige Stahlveredler, wie Nickel, Kobalt, Vanadin und Molybdän, wurden gewisse Schritte zur Verminderung der alliierten Käufe bereits kurz vor der letzten Jahreswende eingeleitet. Für Wolfram stehen

entsprechende Maßnahmen unmittelbar bevor. Das amerikanische Kriegserzeugungsamt hat Anfang März 1944 amtlich mitgeteilt, daß es am 30. April 1944 sein Prämiensystem für die nationalen Wolframgruben beenden und gleichzeitig eine entsprechende Herabsetzung der Ankaufspreise für ausländisches Wolfram durchzuführen werde. Unter dem amerikanischen Prämiensystem hatten die nationalen Erzeuger seit 1942 zur Sicherstellung der höchstmöglichen Gewinnung 30 \$ je Einheit Wolfram erhalten, obwohl der amerikanische Marktpreis nur 24 \$ betrug. Ähnliche Ueberpreise waren auch an die Gruben im Ausland gezahlt worden. Da die bevorstehenden Schritte zur Verminderung des Angebots ausdrücklich auf einem echten Ueberangebot beruhen (die amtliche Mitteilung des Kriegserzeugungsamtes stellt fest, daß die Regierung über Vorräte im Umfang eines Jahresbedarfs verfügt, und daß das laufende Angebot weiterhin wesentlich über dem laufenden Bedarf liegt), ist es offensichtlich, daß die Förderung von Wolfram außerhalb Chinas im Krieg eine starke Steigerung erfahren hat. Das chinesische Vorkriegsmonopol dürfte somit tatsächlich durchbrochen sein. Die chinesische Regierung beabsichtigt daher, die Wolframherzeugung der Nachkriegszeit durch ein Quotensystem zu regeln. Diese Entwicklung ist im Hinblick auf die kurzfristige Preispolitik des chinesischen Wolframmonopols vor dem Kriege, die häufig die Versorgungslage belastete, von besonderer Bedeutung.

Vereinsnachrichten

Ehrung

Unser Mitglied Direktor Max Langenohl wurde vom Führer durch Verleihung des Ritterkreuzes zum Kriegsverdienstkreuz mit Schwertern besonders ausgezeichnet.

Von unseren Hochschulen

Unser Mitglied Dr.-Ing. habil. Helmut Kirchberg, der im Dezember 1943 vertretungsweise das Institut für Aufbereitung und den Lehrstuhl für Bergbaukunde und Aufbereitung an der Technischen Hochschule Breslau übernommen hatte, ist nunmehr zum ordentlichen Professor ernannt und gleichzeitig zum Direktor des Instituts bestellt worden.

25 Jahre Energie- und Betriebswirtschaftsstelle des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.

Am 19. Juni 1944 konnte die Energie- und Betriebswirtschaftsstelle des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT., weit über die Reichsgrenzen hinaus bekannt als „Wärmestelle Düsseldorf“, unter Leitung von Professor Dr.-Ing. Kurt Rummel auf eine 25jährige erfolgreiche Tätigkeit zurückblicken. Aus diesem Anlaß kam ein engerer Kreis aus Mitgliedern unseres Vorstandes, früheren Mitarbeitern der Wärmestelle, nahestehenden Fachleuten und sonstigen Freunden unter dem Vorsitz von Dr.-Ing. W. Rohland zusammen, um sich in einer Rückschau Rechenschaft abzulegen über den Weg, den die Energie- und Betriebswirtschaft bei unseren Hüttenwerken in dieser Zeitspanne genommen hat und in einer Vorausschau die Linien für die weitere Entwicklung aufzuzeigen.

Geboren aus der Kohlennot, die der unglückselige Versailler Vertrag verursachte, einer Not, die damals zum Stillstand unserer Hüttenwerke zu führen drohte, hat sich die auf Anregung des damaligen Vorsitzenden unseres Vereines Albert Vögler ins Leben gerufene „Wärmestelle Düsseldorf“ als gemeinnütziger Selbstverwaltungskörper der Eisen schaffenden Industrie mit ihren Zweigstellen in Oberschlesien, im Südwesten und Südosten des Reiches der Erfahrungssammlung und Erfahrungsausbreitung sowie durch eigene Forschung aller Gebiete der Brennstoff- und Energiewirtschaft, ferner der Leistungssteigerung der Werke und schließlich des betrieblichen Rechnungswesens mit großer Tatkraft angenommen. Die Erfolge ihrer in einem Vierteljahrhundert geleisteten Arbeiten sind so vielfältig und unumstritten, daß nicht nur die Werke der Eisen schaffenden Industrie, sondern auch die anderer Industriegruppen sich ihrer bei einschlägigen Fragen gerne bedienen. Die ihr zuteil gewordene Anerkennung kommt auch darin zum Ausdruck, daß die maßgebenden Amts-

stellen und behördlichen Organe sie in die Durchführung der gerade in der Gegenwart so besonders wichtigen Aufgaben zur Brennstoffeinsparung und besten Brennstoffausnutzung verantwortlich eingeschaltet haben. Dr. Rohland als Leiter der Veranstaltung ließ diese Gedankengänge in seiner Begrüßungsansprache durchklingen, in der er auch die Größe des zu seinem Bedauern an der Teilnahme verhinderten Vereinsvorsitzenden Professor Dr. P. Goerens überbrachte.

Wie im einzelnen diese Erfolge erreicht wurden und welche Meilensteine auf dem Wege der Energie- und Betriebswirtschaftsstelle zu verzeichnen sind, schilderte anschließend Direktor E. Golbers, der derzeitige Leiter des Ausschusses für Betriebswirtschaft des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.

Den Hauptvortrag hielt Professor Dr.-Ing. K. Rummel, der an dem Erinnerungstage der Wärmestelle auch sein eigenes 25jähriges Dienstjubiläum als Leiter dieser Stelle beging, zu dem Thema „Entwicklungslinien der Wärme- und Energiewirtschaft in Vergangenheit und Zukunft“. Der Vortragende ging dabei aus von dem gewaltigen Umschwung, der sich ergab durch Steigerung aller Drücke, Spannungen, Temperaturen, Geschwindigkeiten, Vergrößerung der Ofeneinheiten, Maschinen, Werke, Verwaltungskörper und Erzeugungsmengen bis zur heutigen betriebswirtschaftlichen und schließlich staatspolitischen Gesamtplanung, der eine geplante Großraumwirtschaft des neuen Europas folgen muß. Seine Darlegungen „Aus dem Leben eines Wärmehingewiegers“ führten zu dem Schluß, daß Brennstoff und Energie in näherer und fernerer Zukunft zwar immer teurer werden würden, daß aber ein Mangel an Energie für die Versorgung der Menschheit niemals, auch nicht nach Erschöpfung der Kohlen- und Erdölvorkommen, eintreten werde.

Anschließend sprach der Ehrenvorsitzende unseres Vereines A. Vögler. Mit beredten Worten sagte er dem Jubilar Dank für das in seiner Lebensarbeit zum Nutzen der Gemeinschaft Geschaffene. Unter stärkstem Beifall der Anwesenden überreichte er ihm die Carl-Lueg-Denkmedaille, die höchste Auszeichnung, die der Verein Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT. für besondere technische Leistungen zu vergeben hat.

Aenderungen in der Mitgliederliste

Baukloh, Walter, Dr.-Ing. habil., Professor, Dozent, Storkow (Mark), Hindenburgdamm 29 009
 Blumenfeldt, Harry, Dipl.-Ing., Oberingenieur, Rodingen (Moselland), Luxemburger Str. 15 41 111
 Carli, Adriano, Dr.-Ing., Voghera (Italien), Via XXII Marzo n. 54 30 019

<i>Ferrari, Ettore</i> , Ingenieur, Genua (Italien), Piazza Leopardi 16	12 025	<i>Kosmider, Hans</i> , Dipl.-Ing., Assistent, Berlin-Dahlem, Im Dol 51	42 037
<i>Gumann, Eugen</i> , Dipl.-Ing., Bergrat, Budapest XI (Ungarn), Boesckay-ut 21 I 1	27 092	<i>Kötzschke, Paul</i> , Dr.-Ing., Oberstingenieur u. Abt.-Chef, Berlin-Lichterfelde-West, Tulpenstr. 5	27 138
<i>Hottelmann, Waldemar</i> , OBERINGENIEUR, Hagen (Westf.), Södingstr. 13	23 079	<i>Kowarsch, Georg</i> , Direktor, Hagen (Westf.), Funckestr. 10 a	12 066
<i>Hugo, Heinrich</i> , Direktor, Schwerte (Ruhr), August-Häßler-Str. 26	05 019	<i>Langlotz, Josef</i> , Ingenieur, Graz, Parkstr. 11	40 089
<i>Jung, August</i> , Ingenieur, Magdeburg, Goethestr. 8	35 252	<i>Leder, Georg</i> , Stahlwerkschef i. R., Brandenburg (Havel), Magdeburger Landstr. 71	04 032
<i>Kihlander, Helge Oskar</i> , Dipl.-Berging., AB. Bofors (Schweden)	21 057	<i>Lueg, August</i> , Dipl.-Ing., Direktionsassistent, Lebenstedt (Braunschw.), Saldersche Str. 34	39 350
<i>Komposch, Leo</i> , Dipl.-Ing., Direktor, Hochdahl, Hüttenstraße 10	20 067	<i>Lux, Hans-Joachim</i> , Dipl.-Ing., Hochofenchef, Bobrek Karf 1 über Beuthen (Oberschles.), Eichendorffstr. 12	36 262

Robert Martin †

Ein beklagenswertes Geschick hat dem Leben des Hauptmanns a. D. Robert Martin ein vorzeitiges Ende gesetzt. In fast 25jähriger Tätigkeit hat er der Saarländischen Wirtschaft, vor allem der Eisen schaffenden Industrie des Saarlandes, treu gedient und sich um ihre Entwicklung besondere Verdienste erworben.

Robert Martin ist als Sohn eines deutschen Arztes am 30. September 1888 in Niederländisch-Indien geboren worden und hat seine Jugendzeit am Ammersee in Oberbayern verlebt. Nach dem Besuch höherer Schulen schlug er die Laufbahn eines Berufsoffiziers ein und wurde Artillerist. Er gehörte zu der kleinen Schar tapferer Streiter, die im Weltkrieg 1914 Tsingtau gegen die japanische Uebermacht zu verteidigen hatte. In Anerkennung seiner kriegerischen Leistungen wurde ihm das Eisenerz Kreuz II. und I. Klasse verliehen. Er geriet in japanische Gefangenschaft und wurde auf Formosa bis in das Jahr 1919 festgehalten. Nach seiner Rückkehr nach Deutschland verblieb Martin zunächst bei der Reichswehr. Die Verkleinerung der deutschen Wehrmacht unter dem Versailler Diktat zwang, wie so viele andere tüchtige Offiziere, auch ihn, einen anderen Beruf zu ergreifen. Nach dem Studium der Volkswirtschaft an der Universität Würzburg entschloß er sich, eine Stellung als Sachbearbeiter für Zollwesen bei der Handelskammer Saarbrücken anzutreten. Bald erweiterte sich dort seine Tätigkeit. Unter den politischen Verhältnissen, wie sie sich durch die im Versailler Gewaltfrieden bestimmte Zuteilung des Saarlandes zum französischen Zollgebiet entwickelten, war es nicht leicht, die Handelskammeraufgaben zu erfüllen. Noch mehr gestört wurde die Tätigkeit Martins, als im Januar 1923 die Franzosen und Belgier zur Besetzung des Ruhrgebietes schritten und die Verbindung des Saarlandes mit dem Reichsgebiet erschwerten. Als 1925 eine besondere Regelung der Zollverhältnisse der Saar mit Deutschland notwendig wurde, hatte Martin in seiner gründlichen, zielsicheren Arbeit bereits so viel Erfahrungen gesammelt, daß er, der inzwischen zum zweiten Syndikus der Handelskammer Saarbrücken und zum zweiten Geschäftsführer des Vereins zur Wahrung der gemeinsamen wirtschaftlichen Interessen im Saargebiet berufen worden war, den Auftrag bekam, an den Verhandlungen zwischen der deutschen und französischen Regierung als Vertreter der Saarländischen Wirtschaft mitzuwirken. In gleicher Weise wurde er als Sachverständiger herangezogen, als im Anschluß an das Saarländische Abkommen die deutsch-französischen Handelsvertragsverhandlungen begannen, die 1927 zu einem Wirtschaftsfrieden zwischen Deutschland und Frankreich führten.

Nach der deutsch-französisch-belgisch-luxemburgischen Stahlverständigung in der Internationalen Rohstahlgemeinschaft erstrebte Martin in Verbindung mit vielen Freunden eine allgemeine politische deutsch-französische Verständigung zu dem Zweck, die Saarfrage einer gütlichen vorzeitigen Lösung zuzuführen und das Saarland möglichst bald in das Deutsche Reich zurückzugliedern. Wenn auch dieser Erfolg den Vorkämpfern des Saarlandes versagt geblieben ist, so gehörte doch der Abstimmungssieg der deutschen Saarbevölkerung zu den erhebendsten Erlebnissen Martins.

Weiterhin beschäftigten ihn die deutsch-französischen Wirtschaftsfragen u. a. in der Beziehung, daß er sich bereits 1925 an der Gründung des Pariser Büros der Handelskammer Saarbrücken maßgeblich beteiligte und sich später im Vorstand der Deutsch-Französischen Handelskammer in Paris betätigte.

Als im Dezember 1938 die Geschäftsführung der Bezirksgruppe Saar der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie neu zu besetzen war, fiel die Wahl auf Martin. Er hatte nach Kriegsausbruch im Jahre 1939 zunächst die wirtschaftliche Räumung des Saarlandes durchzuführen. Nach der Stilllegung der Saarindustrie wurde er als Wirtschaftsbeauftragter an das Armeekorps XII nach Wiesbaden berufen. Sobald Frankreich mit seinen Verbündeten im Frühjahr 1940 von der deutschen Wehrmacht niedergeworfen worden war, nahm Martin seine altgewohnte Tätigkeit in den Saarländischen Wirtschaftsorganisationen wieder auf. Nun galt sein Bemühen der Wiederherstellung der früheren Verbindung Lothringens mit der Saarindustrie. Die Zusammenführung der saarländischen und lothringischen Eisen schaffenden Industrie fand in der Erneuerung der Bezirksgruppe Südwest der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie ihren Ausdruck. Dadurch wurde überlieferungsgemäß eine Organisation wieder ins Leben gerufen, die innerhalb des Vereins Deutscher Eisen- und Stahl-Industrieller schon vor dem Weltkrieg jahrzehntelang bestanden hatte.

Es war für Martin eine große Genugung, in der neugeschaffenen Westmark die beiden großen Eisenindustrien wieder vereinigt zu sehen und diesen seine Dienste widmen zu können. Als nach der Gründung der Reichsvereinigung Eisen im Herbst 1942 die Außenstelle Südwest mit dem Sitz in Saarbrücken geschaffen wurde, übernahm er auch deren Geschäftsführung. Ferner stand er dem Reichsbeauftragten für Eisen und Stahl in den besetzten Gebieten, namentlich für den Bereich Meurthe et Moselle, unermüdet zur Seite. Außerdem wurde Martin mit der Errichtung der Gauwirtschaftskammer Westmark zu deren stellvertretendem Hauptgeschäftsführer berufen. Bis zu seinem Hinscheiden hat er zudem zwei Jahrzehnte lang die Geschäfte der Saarbrücker Flughafengesellschaft, des Automobil-Clubs des Saarlandes, des Vereins für das Bankgewerbe im Saargebiet und des Verbandes der Brauereien des Saargebiets geführt. Dabei fand der rührige, nimmermüde Mann, der ganz im Dienste der ihm anvertrauten Belange aufging, auch Zeit zu schriftstellerischer Betätigung in wirtschaftspolitischen Fragen.

Martin war mit einer Tochter des Generalleutnants Sederer verheiratet. Aus der Ehe ist ein Sohn hervorgegangen, der als Artillerist im Felde steht. In seinem mit einem Garten umgebenen Eigenheim am Winterberg und in seinem glücklichen Familienleben schöpfte Martin, der hin und wieder an einem Augenleiden litt, immer erneut die Kraft zu seinen hervorragenden Berufsleistungen.

Mit Robert Martin hat die Saarindustrie einen Mann mit vorbildlicher Pflichtenauffassung, steter Dienstbereitschaft, größter Zuverlässigkeit und Treue verloren. R.



Martin

Rollgangsmotoren.

Geschäftliche Mitteilung der AEG.

Im Walzwerk haben die Rollgänge die Aufgabe, das Walzgut dem Walzgerüst oder der Schere zuzuführen und nach der Bearbeitung dem Kühlbett oder dem Ofen zuzuleiten. Die Rollgänge unmittelbar vor und hinter dem Gerüst müssen den Block in rascher Folge nach jedem Stich abbremsen und in entgegengesetzter Richtung wieder beschleunigen. Durch diese Betriebsweise müssen die Antriebsmotoren dieser Rollgänge fortwährend umgesteuert werden. Schaltzahlen von 600/Minute und mehr bedingen eine besondere Auslegung dieser Maschinen.

Der Antrieb der Rollgänge erfolgt entweder über ein Getriebe, wobei jede Rolle über einen Kegelradsatz mit der gemeinsamen Getriebewelle verbunden ist, oder jede Rolle erhält ihren eigenen Motor, besitzt also Einzelantrieb im Gegensatz zum Gruppenantrieb.

Beim Einzelantrieb kann der Antrieb der Rolle entweder bei schnelllaufenden Motoren über ein Zwischengetriebe erfolgen, oder es werden als Motoren Langsamläufer gewählt, die direkt mit der Rolle gekuppelt sind. Die hierbei gebräuchlichste Drehzahl von etwa 200 U/min bedingt die Verwendung eines Motors mit 30 Polen.

Bei den direkt gekuppelten Motoren dürfen im allgemeinen ihre Durchmesser nicht größer sein als die der Rollen,

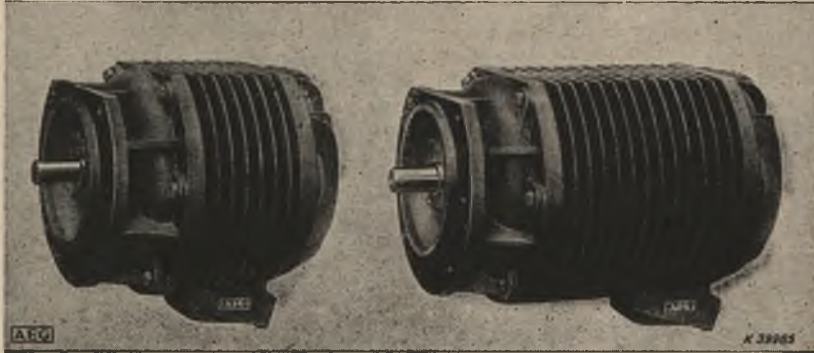
damit die Möglichkeit besteht, das Walzgut seitlich vom Rollgang abschieben zu können. Aus dieser Forderung ergibt sich für den Rollgangsmotor eine langbauende Form, die am Gehäuseoberteil meistens abgeflacht wird. Nur der einfache und robuste Drehstrommotor mit Kurzschlußläufer kommt für diese Antriebe in Frage. Die Bestimmung der Motorgröße

kann nicht nach der Leistung in kW erfolgen, sondern es kommt bei diesen Motoren auf die Beschleunigungsfähigkeit an.

Die Erwärmung des Motors hängt von der Häufigkeit des Anlassens und von der Anlaufdauer ab. Die Anlaufzeit ist abhängig von der Schwungmasse, die

zu beschleunigen ist, und dem mittleren Beschleunigungsmoment des Motors. Für die Auslegung und vor allem für die Planung ist eine einfache charakteristische Größe für diese Rollgangsmotoren eingeführt, nämlich die „Beschleunigungskonstante B“, ein Produkt aus GD^2 und Schaltzahl/Minute. Auf dem Leistungsschild dieser Motoren wird von der AEG die Konstante „B“ und das „Maximalmoment“ an Stelle von kW angegeben.

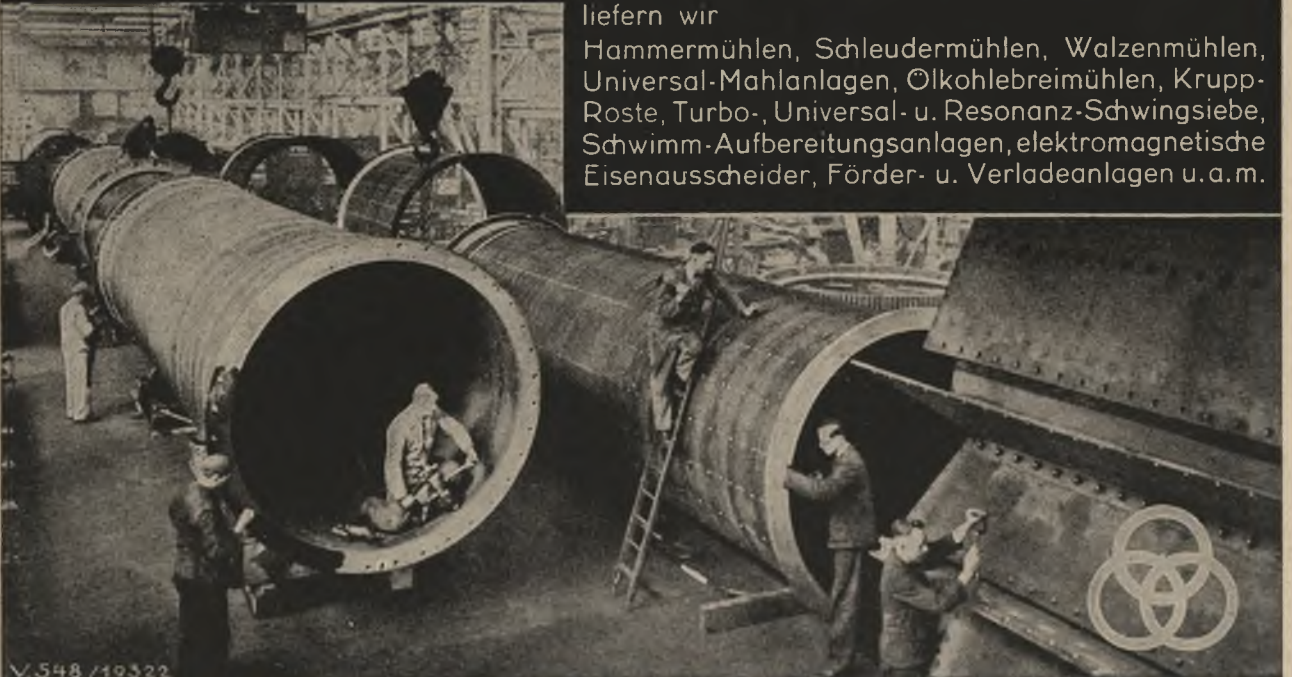
Die AEG hat im Laufe der Jahre viele Hunderte von dergleichen Rollgangsmotoren geliefert, die sämtlich die an sie gestellten Forderungen vollauf erfüllten.



FÜR DIE KOHLEVEREDELUNG

liefern wir

Hammermühlen, Schleudermühlen, Walzenmühlen, Universal-Mahlanlagen, Ölkohlebreimühlen, Krupp-Roste, Turbo-, Universal- u. Resonanz-Schwingsiebe, Schwimm-Aufbereitungsanlagen, elektromagnetische Eisenausscheider, Förder- u. Verladeanlagen u. a. m.



V. 548 / 19322

KRUPP-GRUSONWERK

FRIED. KRUPP GRUSONWERK AKTIENGESELLSCHAFT

Deutsche Magnesit Aktiengesellschaft

Deutsche Heraklith Aktiengesellschaft

Mærz Ofenbau G. m. b. H.

HAUPTVERWALTUNG MÜNCHEN, PETTENBECKSTRASSE 5

677



*Staubschutz-
Geräte*



Lix-Atemschützer / Kollix-Staubmasken / Kolloidfilter für Halb-
oder Vollmasken / Sandstrahlerhelm

Unverbindliche Beratung in allen Atemschutzfragen

AUERGESELLSCHAFT AKTIENGESELLSCHAFT

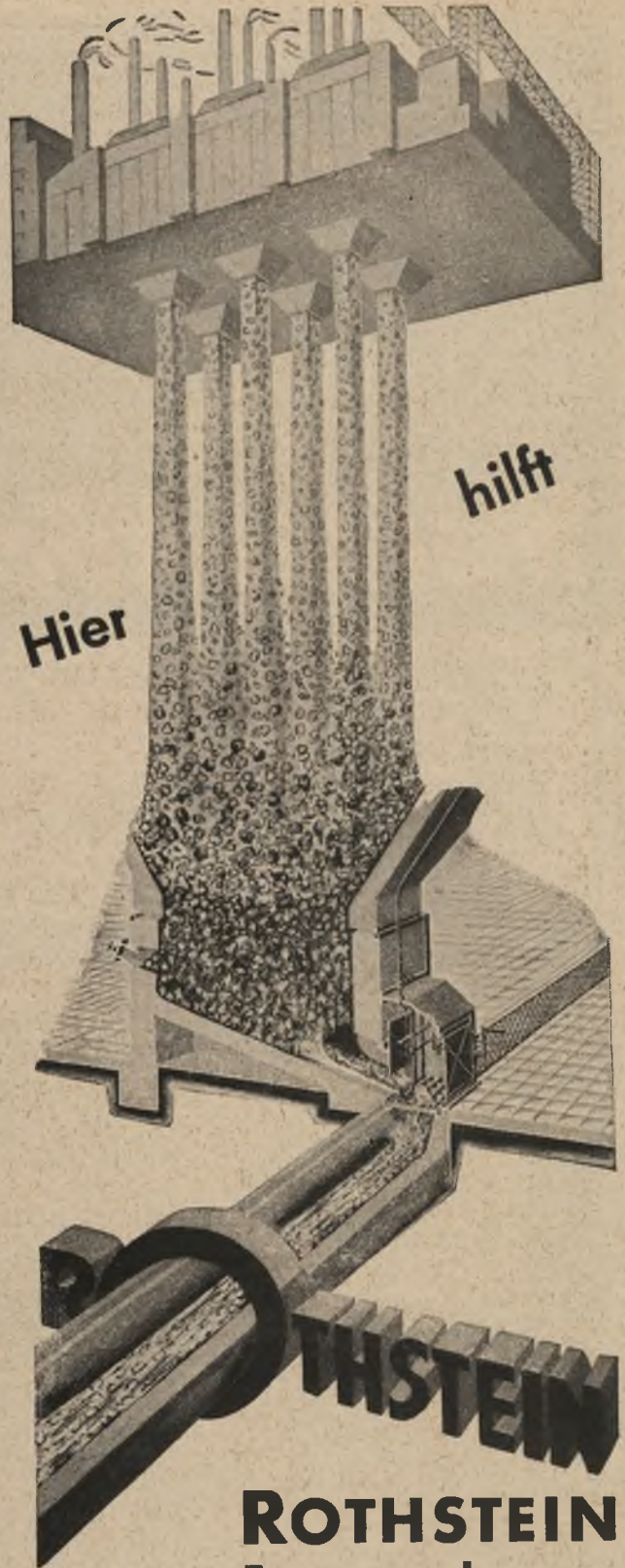
LINDEMANN

HYDRAULISCHE SCHROTPRESSE



LINDEMANN & SCHNITZLER

D Ü S S E L D O R F



ROTHSTEIN

Entaschung

Auch die größte und härteste Schlacke wird von meinen verschiedenen, jeder Schlacke angepaßten Brechwerken so zerkleinert, daß ein einwandfreies Fortschwemmen und Weiterleiten auf kilometerweite Entfernung erreicht wird.

ANTON ROTHSTEIN
Fabrik für zeitgemäße Kesselhausanrichtung
LEIPZIG

Ofenbau



BEHEIZUNG MIT
ELEKTRIZITÄT, GAS,
KOHLE, ÖL.
ZAHLEICHE NACHBESTELLUNG



R 24 Elektrisch beheizte Schachtofen

Walter Körner, Hagen



auch für empfindliche Werkstoffe
HENKEL & CIE. A-G · DUSSELDORF

Thale
Behälter und Apparate
für die chemische Industrie

**EISEN- UND HÜTTENWERKE
AKTIENGESELLSCHAFT**

BÜRO BERLIN · BERLIN W 62, BUDAPESTER STRASSE 14



Tonerde und alle anderen Produkte
für metallografische
**LABORATORIEN
JEAN WIRTZ**

Spezialhaus für Laboratoriums-Einrichtungen
Düsseldorf

Generalvertretung der Optischen Werke
C. Reichert

209

**Hochwertiger Eisenguß
mit Niederfrequenz-
Induktionsöfen Bauart Russ**



RUSS-ELEKTROOFEN K.G. KÖLN

XYLOLITH



*Fußboden-Platten
Kanal-Abdeckplatten
für staatliche und
industrielle Großbauten*

DEUTSCHE XYLOLITH-PLATTEN-FABRIK
OTTO SENING & Co. G.m.b.H.

Galvano-
**LP
W**
technik

HARTVERCHROMUNGS- ANLAGEN



*Erhöhte Lebensdauer
durch Hartverchromung*

Langbein-Pfanhauser Werke AG. Leipzig

Tunnelofen- und Gaserzeuger- Anlagen



**Keramische Industrie-
Bedarfs Kom. Ges.
PAUL GATZKE
BERLIN**

Ofenbau Lackner

olo
Seit **FEUER** 1906

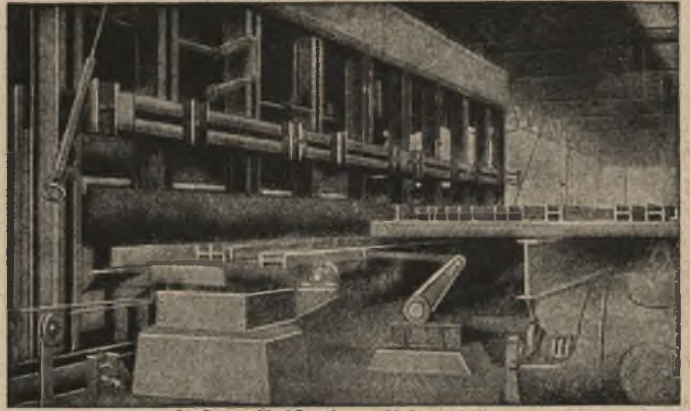
Dortmund
Fernsprecher 24839

INDUSTRIEÖFEN

für jede Warmbehandlung in der
Eisen-, Stahl- und Metallindustrie

neuzeitig und wirtschaftlich

506



Stoßöfen für 13 m lange Universalträger

STOTZ

Bessere
Brennstoff-
ausnutzung

Leichte und sichere
Betriebs-
überwachung

Schonung
der Kessel

mittels einer
STOTZ-
Kesselbekohlungs-
Anlage



A. STOTZ AG. STUTTGART

Eisengießerei · Maschinenfabrik **Postfach 215**



Pumpen- und Motoren-Fabrik

Anfragen erbeten an Verlag Stahleisen m. b. H., Pörsneck.

W Sinterdolomit **K**

in Stücken, gemahlen und in Teermischung

Stahlwerkskalk
ab rheinischen Versandstationen

Westdeutsche Kalk- und Portlandzement-Werke A.-G., Köln

Zentrale ausländischer Ingenieure

Spezialtechnische Übersetzungen aller Kultursprachen.
Broschüren, Werbeschriften, Aufsätze, Prospekte.
Einreichungsfertige Patentschriften.

Beschaffung in- u. ausländischer beglaubigter Dokumente.

Dr.-Ing. P. Sessler & W. Erselius · Berlin W 30
Bayreuther Straße 16 / Fernruf: 257291



Im Kampf für Deutschland verwundet!

Spenden und helfen ist hier unsere Kriegspflicht!

Kriegshilfswerk für Das Deutsche Rote Kreuz 1944.



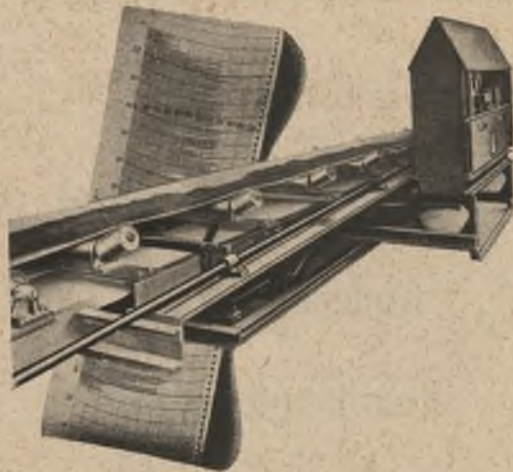
ERZE, MAGNESITE

LEGIERUNGEN

AUFKOHLUNGSMATERIALIEN

FEUERFESTE ERZEUGNISSE

HORBACH & SCHMITZ
KÖLN

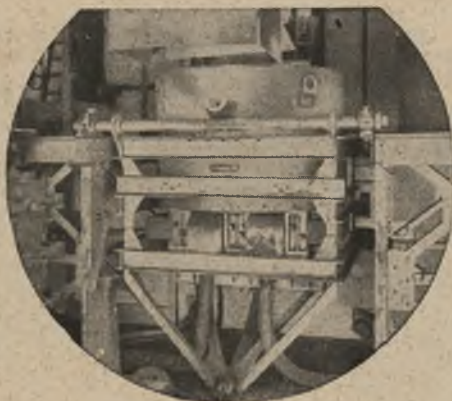


Ihr Kohlenverbrauch steht unter ständiger Überwachung

wenn Sie in die Bandanlage eine selbsttätige Transportbandwaage von Schenck einbauen. Diese Waage ermittelt und registriert während der Förderung das Gewicht der über sie geleiteten Kohlenmengen. Schreiben Sie wegen weiterer Einzelheiten an



Carl Schenck Maschinenfabrik Darmstadt GmbH.



**Jetzt
noch höhere Schmelz-Leistung
bei geringstem Abbrand**

Die folgerichtige technische Weiterentwicklung der bekannten SCHWEDLER-Induktionsöfen hat zu einer weiteren Leistungssteigerung dieser Ofen geführt. Ein 2000-kg-SCHWEDLER-Induktionsofen zum Schmelzen von Leichtmetallen leistet heute rund 16000 kg in 24 Stunden. Unsere Kunden geben hierbei einen in längerer Betriebszeit festgestellten Abbrand von 0,3 — 0,5% an. Eine wesentliche Erleichterung ist bei SCHWEDLER-Induktionsöfen die neue Reinigungsmöglichkeit der Ofenrinne ohne Ausgießen des Sumpfes. Verlangen Sie die Druckschriften!

Dr. SCHWEDLER

K.-G. für Elektroöfenbau • ESSEN, Kuriplatz 2

PAPIERE FÜR TECHNIKER

Der Ingenieur will Vollkommenes schaffen. Er ist es gewohnt, an sein Material hohe Ansprüche zu stellen. Schon beim Papierbogen, auf dem er seine Zeichnungen entwirft, läßt es an: hochtransparentfähig, er sein, dazu fest und widerstandsfähig:

SAFIR Pauspapier

Von solchen Zeichnungen dann Kopien auf

SAFIR

Lichtpauspapier

mit strichscharfen roten oder schwarzen Linien, die sich bequem und schnell mit Ammoniakgas oder durch Flüssigkeitsauftrag entwickeln lassen.

Papiere mit der „Safir“-Marke werden in großen Industriewerken des In- u. Auslandes ständig verarbeitet. Daher ihr guter Ruf.



Hervorragende
Lunkerverhütungsmittel

Abdeckmassen

Kokillenglasuren

Kokillenlacke

liefern

G. OHLER & Co.

Fernruf 25774 **HAGEN** Fernruf 25774

Chemische Fabrik für Gießerei-
und Stahlwerksbedarf

602

F. W. Kutzscher jun.

Werk für technische Metallwaren
Spezialabteilungen für Öl- und
Benzingefäße, Tank- und Behälterbau

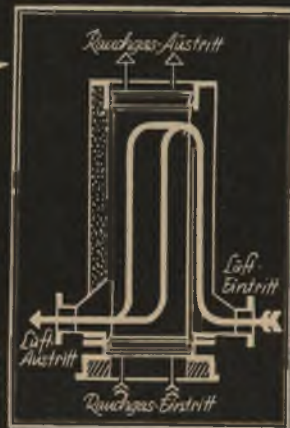
732



Holzgas-SCHNELLTRANSPORTER

HANOMAG

KLEINWEFERS



Nadel-Klein-Rekuperator.

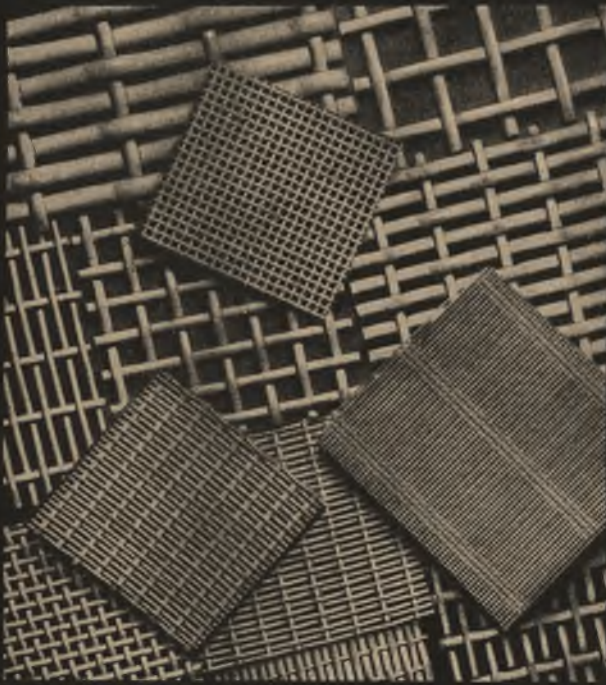
Dem Fortschritt dienen

**KLEINWEFERS
APPARATE**

Wärmeaustauscher für alle
industriellen Zwecke.
Großraumheizung „Liescotherm“.

JOH. KLEINWEFERS SÖHNE
KREFELD BÜROS IN BERLIN · WIEN · HAMBURG
Abt. Rekuperatoren — früher Liesen & Co.

NIASTAHL- hochverschleißfest
schwingungsfest
zum sieben und waschen **SIEBGEWEBE**
für Kohle, Koks, Erz, Sand, Kies, Schotter, Splitt



HAYER & BOECKER

DRAHTGEWEBE NIAGARA-SCHWINGSIEBE



Alte Merck'sche Apotheke

Tradition und Leistung sind die Grundlage unüberwindlicher deutscher Wirtschaftskraft. Sie schufen auch den Weltruf der deutschen Arzneimittel und Chemikalien.

EMerck

Stetige Förderer
ortsfest und fahrbar
Gurtförderer
Kasten- u. Plattenbänder
Stapler
Bekohlungsanlagen

Fließfertigungsanlagen
für ununterbrochenen
Betrieb u. Taktbetrieb

Seilstreckenförderanlagen
Kettenbahnen
Handhängebahnen
Rangieranlagen
Stahlbau

MACKENSEN

A. W. MACKENSEN GMBH • MAGDEBURG

100% ige Ausnutzung der Rotorwerkzeuge ermög-
lichen Mehrdrehzahlmaschinen, 500-50.000
Umdr./Min. sind mit einer Maschine erreichbar.
Rotor- Werkzeug- Maschine und -Zubehör
sind, aus einer Erzeugungsstätte kommend,
aufeinander abgestimmt. Hierin liegt der Vor-
teil für Sie. Katalog Nr. 128 gibt Aufschluß

August Rüggeberg
Büro Berlin: Berlin-Lichtenrade
Fürther Straße 4

Industrieöfen

für alle Beheizungsarten und jeden Verwendungszweck



Elektrisch beheizter 5-Zonen-Muldenofen
Anschlußwert 230 kW, 5 m lichte Länge

DIPL.-ING. OTTO

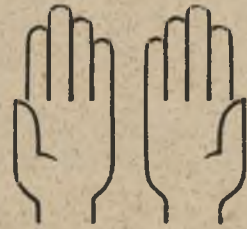
MICHAELIS GLÜH- UND HÄRTETECHNIK

DÜSSELDORF

Drahtanschrift: Michaelis

Fernruf 71 1944

544



SCHUTZ DEN HÄNDEN!

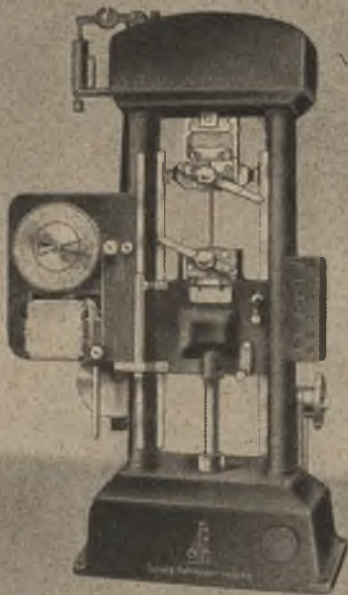
Hautschäden an Händen und Unterarmen sind die Werkstätigen fast aller Berufe ausgesetzt. Häufig treten lästige Ekzeme auf, deren Ausheilung langwierig ist. Durch rechtzeitig einsetzende Vorsorge können solche Störungen der Gesundheit und der Arbeit verhütet werden. Als Hautschutz und zur Hautpflege bewähren sich immer wieder

FISSAN - Schutzsalbe - Fetthaltig
- Schutzsalbe - Fettfrei

die von führenden Industrien gegen Hautschäden verwendet werden

Aufklarendes Schriftgut durch
DEUTSCHE MILCHWERKE · ABT. BERLIN NO 69

Werkstoffprüfung



Louis Schopper, Leipzig

Fabrik f. Werkstoffprüfmaschinen u. wissenschaftliche Apparate

Sparbeize Adacid

der hochwertige Beizzusatz für alle Säuren und Stahlwerkstoffe selbst
höchster Säureempfindlichkeit



Dr. Keller & Bohacek

Rostschutz-Gesellschaft

Halle a. d. Saale 10

Postfach 10

Kostenlose Beratung in allen Fragen der Beiztechnik
und des Oberflächenschutzes in wässrigen Lösungen

**SCHMIEDEÖFEN
GLÜHÖFEN
WÄRMÖFEN
STAHL-REKUS**

G. LUFT, Bonn a. Rh.

Industrie-Ofenbau
787

Keramaghaus



J G E M A



Speisewasser-Regler

J.G. MERCKENS K.G. AACHEN

Wasserstandanzeiger mit Glimmer oder Glas-Wasserstand - Fernanzeiger - Abdampfentöler - Zugmesser

**Freiform-
Schmiede-
stücke**

und geschmie-
dete Stäbe

In allen Abmes-
sungen und Ge-
wichten, in jeder
gewünschten
Qualität, roh und
fertig bearbeitet.



Hammerwerk Carl Vorlaender & Cie.

Anfragen zu richten an Verlag Stahl Eisen m. b. H., Pörsneck.

Feuerverzinkereien

Neubau und Beratungen

Arthur Roller, Pforzheim

Kronprinzenstraße 83. Telephon 5007
Telegr.-Adresse: Rollerzinkbau Pforzheim

550



Wir reinigen seit über 35 Jahren mit unserem
ROHRREINIGER „MOLCH“
verkrustete Rohrleitungen aller Art.

Wir liefern zur Reinigung von Rohrsystemen
aller Art unseren bewährten
KESSELROHRREINIGER „MOLCH“

**GES. FÜR ROHRREINIGUNG
LANGBEIN & CIE.** 485

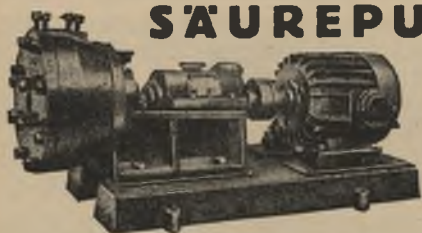
Anfragen erbitten wir an den Verlag dieser Zeitschrift

**Hochwertige Chamottesteine
Feuerfeste Materialien**
für Eisen- und Stahlgießereien
STAHLFORMSCHLICHTE „SCHWALBE“

liefern
Chamotte-Industrie

Hagenburger-Schwalb AG.

Anfragen zu richten an Verlag Stahl Eisen m. b. H., Pörsneck.



SÄUREPUMPEN

1000 fach bewährt
Stopfbüchslös u.
mit Stopfbüchse
f. Säuren u. Laugen
aus KUNSTSTOFF

WERNERT
Telefon 429 27
Mülheim-Ruhr 15

Industrie-Ofenbau
G. SCHMID, SOLINGEN

Kohlenstaub- feuerung

bewährt zum Betrieb von:

Walzwerksöfen (auch für hochwertigste Edelstähle) • Schmiedeöfen (auch für hochwertigste Edelstähle) • Stahlausglüh- und Vergüteöfen • Härte- und Anlaßöfen Rollöfen • Paketschweißöfen • Puddelöfen • Wärmeöfen mit ausfahrbarem Herd • Temperöfen • Herdflamöfen für Walzenguß • Rotierende Schmelzöfen für Grau- und Temperguß • Kupferaffinieröfen • Preßwerksöfen • Durchstoßöfen • Metallverhüttungsöfen

**Billig im Betrieb • Betriebssicher
Vollautomatisch • Einfache Schlackenführung • Geringer Verschleiß
Immer betriebsbereit • Arbeitet mit
geringstem Abbrand • Hält gleichmäßige Temperatur • Auch in Kombination mit Gasfeuerung**

*Kohlenstaubmühlen • Kohlentrockner
Kohlenstaub-Zuteilapparate • Großstaub-
bunker • Pneumatische Fördereinrichtungen
für Kohle, Kohlenstaub und Asche • Rohr-
leitungen • Kohlenstaubbrenner*

Jahrzehntelange Erfahrung

Ofenbaugesellschaft

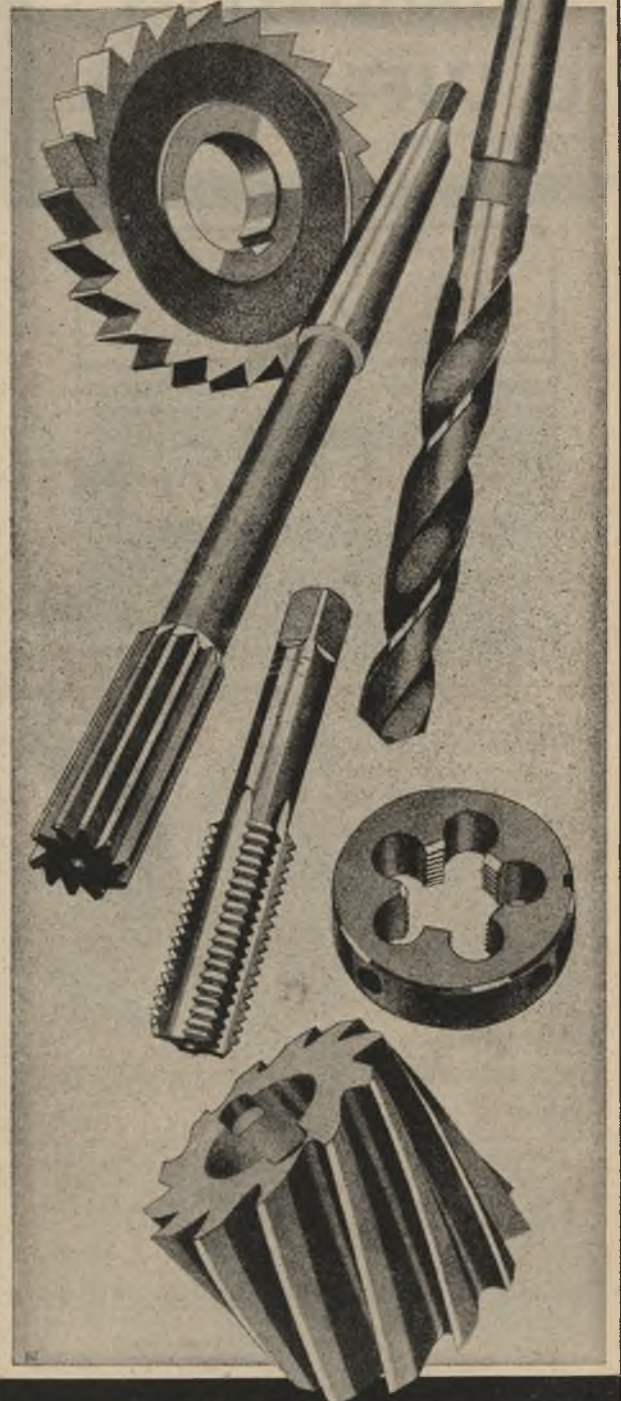
BERG & CO.

Köln

Schließfach 96

643

STOCK WERKZEUGE

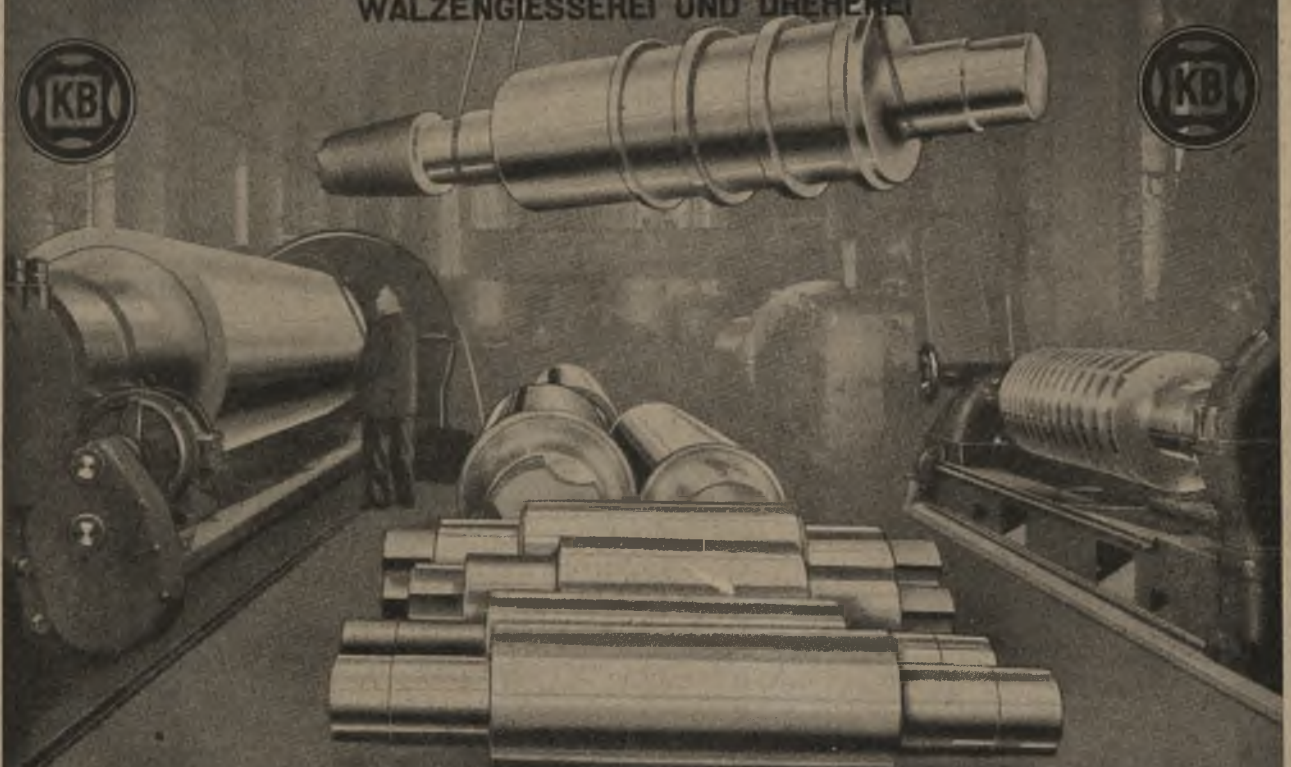


R. STOCK & CO.

SPIRALBOHRER-, WERKZEUG- UND MASCHINENFABRIK
AKTIENGESELLSCHAFT • BERLIN

KARL BUCH G. M. B. H.

WALZENGIESSEREI UND DREHEREI



Gusseiserne **WALZEN** jeder Art u. Größe bis zu 60 to Stückgewicht
Blick in einen Flügel der Walzendreherei



Harkort-Eicken-Stahl

EDELSTAHLBLECHE

für alle

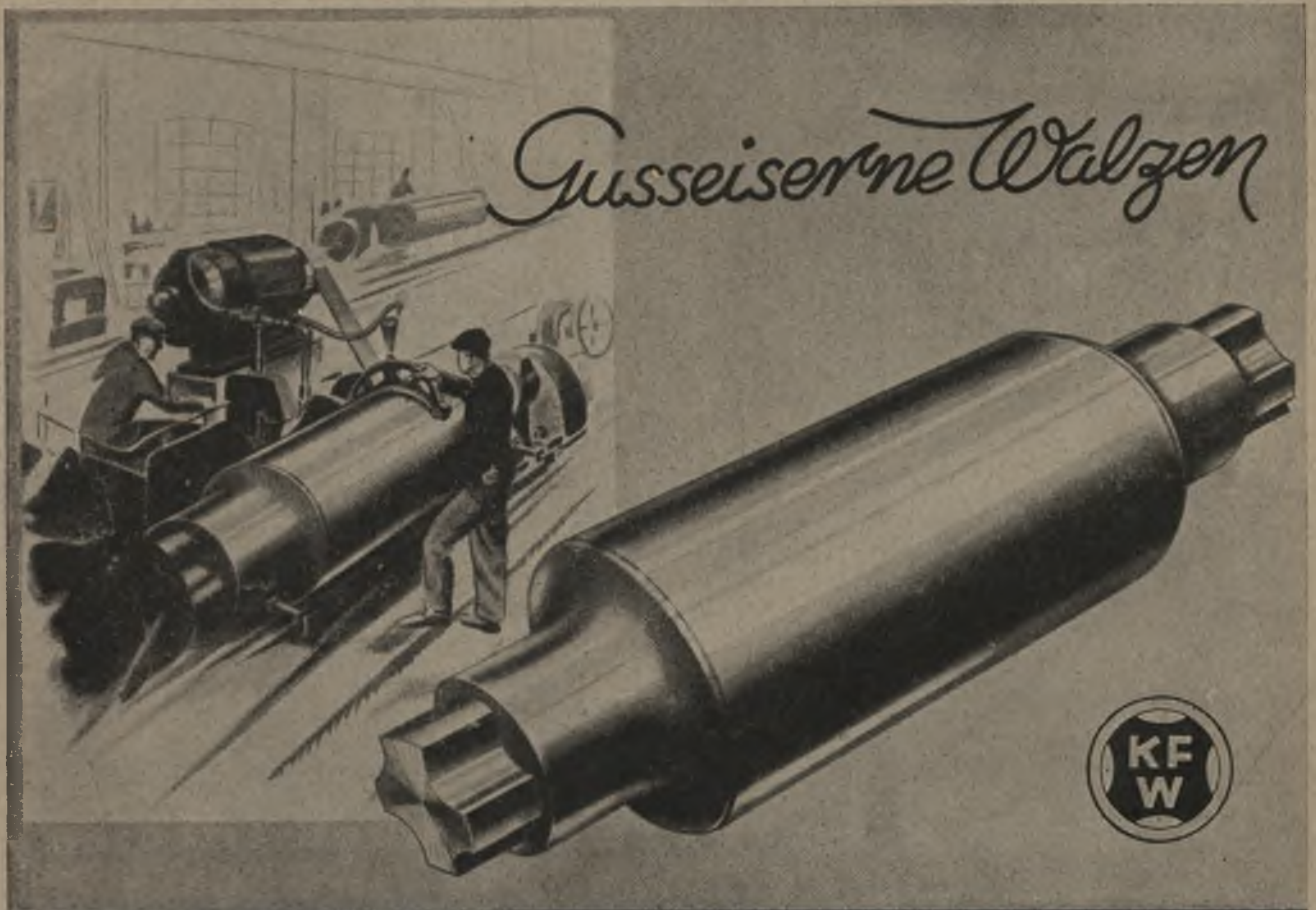
Verwendungsgebiete

1904

HARKORT-EICKEN EDELSTAHLWERKE

Gesellschaft mit beschränkter Haftung

H A G E N (WESTF.)



Gusseiserne Walzen

KÖLSCH-FÖLZERWERKE A.-G.



ELMAG *Thomasgebläse*

VON 5100 PS

02

ELMAG-WERKE ELSASS-MASCHINENBAUGES. M.B.H. MÜLHAUSEN ELSASS