

BIBLIOTHEKA DE. A. B. H.
P. 770/44

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE
EISENHÜTTENWESEN



HEFT 11 16. MÄRZ 64. JAHRG.

VERLAG STAHL EISEN M. B. H. DÜSSELDORF

40 Jahre
Schleifstein
 1896--1936

Das Vertrauen,
 dessen sich unsere Erzeugnisse
 erfreuen, ist ein Beweis für ihre
 Güte, Zuverlässigkeit
 und Lebensdauer.

Erfahrung im Bau von
Walzwerkhilfsmaschinen
Blechbearbeitungsmaschinen

Scheren, Doppler, Block-
 drücker, Blechputz-Wasch-
 und -Trockenmaschinen,
 Beizmaschinen, Draht-
 schrottwickelmaschinen,
 Blecheinfettmaschinen,
 Friktions-Kümpelpressen,
 Exzenterpressen, Bördel-
 maschinen, Biegemaschinen



Grobbledschere
 2800 x 30 mm

6744

Schleifenbaum & Steinmetz



Maschinenfabrik



POUPLIER
EDELSTAHL

Schnellarbeitsstahl · Silberstahl · Legierte
 Dauerstähle · Gußstahldrähte · Edelband-
 stahl · Rostfreie Stähle „Karoni“
 Widerstandsmaterial „Chronika“
 Schnellautomatenstahl „AWA“

STAHLWERK KABEL C. POUPLIER JR. / HAGEN i. WESTF.

Elektrotiegelstahlwerk / Präzisionsziehereien / Walz- und Hammerwerke

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Sachverzeichnis zum Anzeigenteil

Dieser Bezugsquellen-Nachweis ermöglicht ein schnelles Auffinden geeigneter Bezugsquellen aller in diesem Heft angebotenen Erzeugnisse. Die Zahlen hinter den Stichwörtern geben an, auf welchen Seiten des Anzeigenteils Bezugsquellen für ein gesuchtes Erzeugnis zu finden sind. Da in jedem Heft, wenigstens teilweise, die anbietenden Firmen wie auch die angebotenen Erzeugnisse wechseln, ist es zweckmäßig, stets in mehreren aufeinanderfolgenden Heften nachzuschlagen.

Abschreckenanlagen 10	Erze 28	Kupolöfen 25	Schiffswellen 9
Aluminium und Aluminiumguß 22	Exzenterpressen U. 2	Laboratoriumsgeräte und -einrichtungen 26	Schmelzöfen 7, 9
Antriebe 23, 24	Federherstellungs- maschinen 10	Laufkrane 8	Schmiedemaschinen 24
Austragebänder 12	Ferngasversorgung und -verwendung 20	Legierte Stähle U. 2, 3, 11, 28	Schmiedeöfen 7, 13
Automatenstahl U. 2, 3	Ferrolegierungen U. 3	Lokomotiven (alle Bau- arten) 26	Schmiedestücke 9, 11, 12
Bagger 15	Fettpumpen 25	Magnesit 19	Schmierpumpen 25
Bandeisen und -stahl U. 2, 3	Feuerfeste Erzeugnisse 19	Magnesitsteine 19	Schnellarbeitsstähle, Schnellstähle, Schnell- drehstähle U. 2
Baustähle, legiert und unlegiert 3	Flanschen und Bunde 22	Magnete U. 4	Schrittmacheröfen U. 4
Behälter und Apparate für die chemische Industrie 13	Flüssigkeitsgetriebe 20	Metalle und Legie- rungen 22, U. 3	Schutzsalben 25
Beizbedarf (Säuren, Sparbeizen) 26	Flußstahl, unlegiert (Thomas- und SM-Stahl) 27	Metallschmelzkessel 6	Schweißdraht und Elektroden 11
Beizmaschinen U. 2	Fördereinrichtungen und -geräte 21	Mikroskopische Einrich- tungen 25	Schwingsiebe U. 3
Bekohlungsanlagen 21	Form- und Aufschweiß- pressen 26	Mischmaschinen und -anlagen 12	Siebgewebe U. 3
Benzin- und Benzol- gewinnungsanlagen 2	Fräsmaschinen 10	Mörteldichtungsmittel 22	Siemens-Martin-Stahl 27
Bergwerksanlagen und -maschinen 10	Friktionspressen U. 2	Muldenöfen 24	Silberstahl U. 2
Beschickungsmaschinen und -vorrichtungen 10	Gasbrenner 7, 13, 17	Nahtlose Rohre 12	Silverschlüsse 12
Blankgezogener Stahl 3	Gaserzeuger 17, 19, 24	Nichtrostende Stähle U. 2	Spannvorrichtungen für Stumpfschweiß- maschinen 17
Blankglühöfen 23	Gas- reinigungsanlagen 17, 19	Normalglühöfen 13	Spills 10
Blecbearbeitungs- maschinen U. 2	Gebälse 26	Oberbaumaterial 10	Spitzendrehbänke 10
Blechbiegemaschinen U. 2	Getriebe 20	Oelbrenner 7, 13	Stahl U. 2, 3, 11, 27, 28
Blechdoppler U. 2	Glühöfen 17, U. 3	Oel- und Benzingefäße 27	Stahlguß 8
Blecheinfettmaschinen U. 2	Granalien 22	Pfannenstopfen und -ausgüsse 19	Stahlwerksöfen 13
Blechkonstruktionen 22	Graphit 19	Phosphatierungs-Ver- fahren 21	Steinkohle 3, 4, 28
Blechreinigungs- maschinen U. 2	Griß 22	Pressen U. 2, 2, 16, 26	Stoßmaschinen 10
Bleipfannen 6	Härteöfen 7, 10, U. 3	Pumpen aller Art 20, 23, 26, 27	Tank- und Behälter- bau 27
Blockdrücker U. 2	Härteerzubehör 10	Radsatzbearbeitungs- maschinen 10	Temperaturregelanlagen 7
Blöcke 22	Hebezeuge 10	Reinigungsanlagen 2	Temperguß 8
Blockwarmscheren 14	Hohlkörper, Stahl- 12	Rekupерatoren 17	Thomasstahl 27
Bördelmaschinen U. 2	Hubbalkenöfen 13	Richt- und Biegepressen 2	Tiegelöfen 25
Brenner 7, 13	Hüttenwerksanlagen und -einrichtungen 14	Roheisen 3, 28	Transportanlagen 12
Brennöfen 13	Hydraulische Pressen 16	Roheisenmischer 14	Trommelöfen 25
Chromguß 8	Industrieöfen 7, 9, 10, 13, 17, 23, 24, 25, 26, U. 3, U. 4	Rohre, nahtlose Stahl- 12	Turbogebälse 26
Dampfmaschinen 11	Kalkschachtöfen 26	Rohrformstücke 22	Umsteuerungen für Regenerativöfen 18
Destillationsanlagen für Teere und Oele 2	Karusseldrehbänke 5	Rohrleitungen 22, 26	Vergüteöfen 7, U. 3, U. 4
Draht U. 2	Kesselböden 22	Rollenlager 7	Verladeanlagen 10, 12
Drahtgewebe und Draht- geflechte U. 3	Kesseltrommeln 28	Rührwerke 19	Verladebrücken 21
Drahtschrott-Wickel- maschinen U. 2	Kläranlagen 6	Sägen 5	Verzinkungs- und Ver- zinnungspfannen 6
Drehbänke, alle Bau- arten 5, 10	Kohlenwäschen 12	Salzbadöfen 10	Walzen 4
Drehscheiben 10	Kohlenwertstoffanlagen 18	Salzbadpfannen 6	Walzenbearbeitungs- maschinen 10
Druckwasseranlagen 16	Kokereianlagen und -maschinen 10, 18	Salzbadtiegel 10	Walzendrehbänke 10
Edelstähle U. 2, 11, 28	Kolbenpumpen 23	Schalt- und Regel- anlagen 10	Wälzlager (Rollens-, Kugellager) 7
Elektroden 11	Kompressoren (Luft und Gas) 16	Schaltgeräte, elektrische 27	Walzwerksanlagen und -einrichtungen U. 2, 14
Elektromagnetische Auf- spannapparate U. 4	Kondensationsanlagen 2	Schamottesteine 19	Walzwerksöfen 13
Elektroöfen 9, 23	Krane 8, 10, 21	Scheren U. 2, 14	Wärmöfen 7
Elektrostahlguß 8	Kreiselpumpen 23	Schiebeebühnen (Eisenbahn) 10	Wasseraufbereitung 6
	Kreiselwäscher 19	Schieberumsteuerungen 18	Weichen und Kreuzungen 10
	Kugellager 7	Schienen 10	Werkzeug- maschinen 2, 5, 10
	Kühlanlagen 10		Widerstandsmaterial U. 2
	Kümpelpressen U. 2		Winden 10

KOPPERS *baut für die*

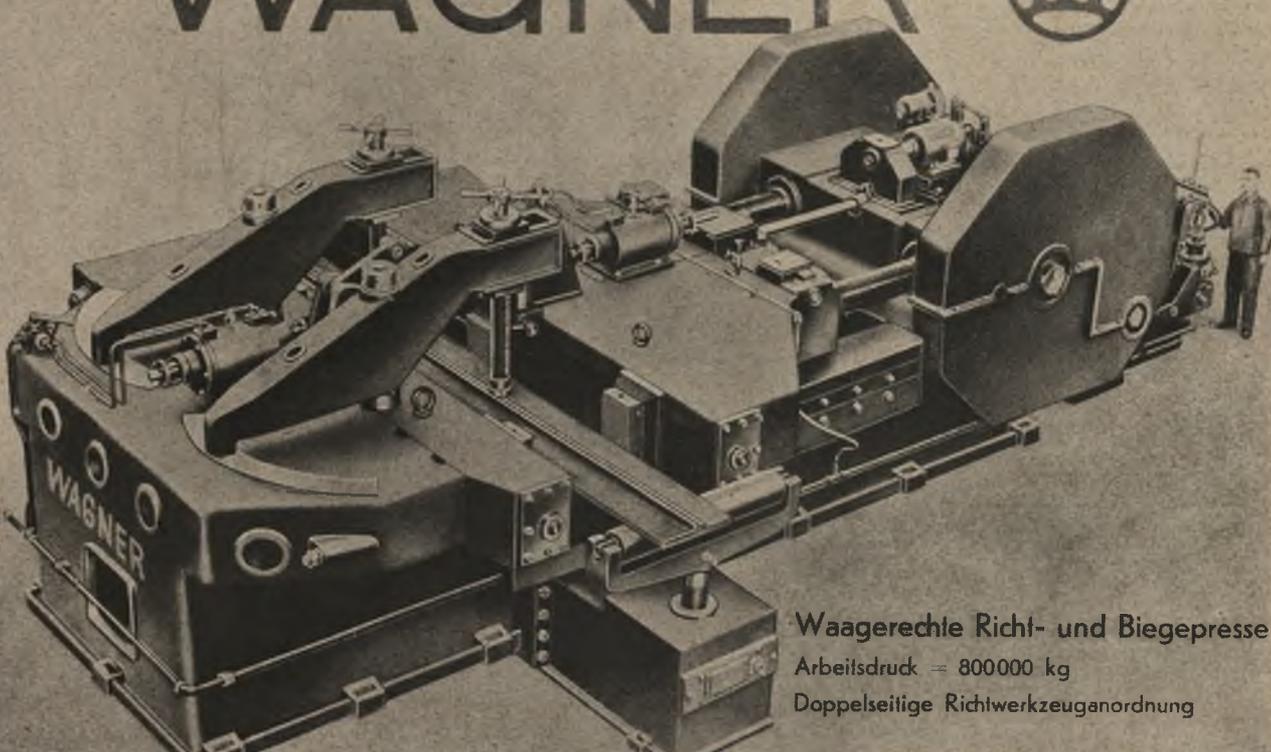
Stein- und Braun-
Kohlenindustrie
Hydrierung
Benzinsynthese
nach Fischer-Tropsch
Erdölindustrie

vollständige Anlagen zur
Kondensation
Destillation
Raffination
Stabilisation
Benzin- und
Benzolgewinnung



HEINRICH KOPPERS G.M.B.H. ESSEN

WAGNER

Waagerechte Richt- und Biegepresse
Arbeitsdruck = 800000 kg
Doppelseitige Richtwerkzeuganordnung

WAGNER & CO. WERKZEUGMASCHINENFABRIK M. B. H. · DORTMUND



WOHLE EISEN STAHL

**VEREINIGTE STAHLWERKE
AKTIENGESELLSCHAFT**

BLANKE STÄHLE

kaltgewalzt, hotgewalzt oder gedreht

BANDEISEN blankgewalzt, risse- und porenfrei, lackiert, verzinkt und verzinkt, bis 420 mm Breite

BANDSTAHL gehärtet und ungehärtet, unlegiert und legiert, grau, poliert, gelb oder blau angelassen, bis 300 mm Breite

AUTOMATENSTÄHLE geseigert und uneseigert, für Einsatzhärtung und Vergütung, für höchste Schnittgeschwindigkeiten

LEGIERTE BAUSTÄHLE nach DIN- und Fliegnormen, sowie in Austauschqualitäten

**Blanke und warmgewalzte Stähle
in vergüteter Ausführung**

Fordern Sie unsere Druckschriften



» **WURAG** « **EISEN- UND STAHLWERKE A.-G.**

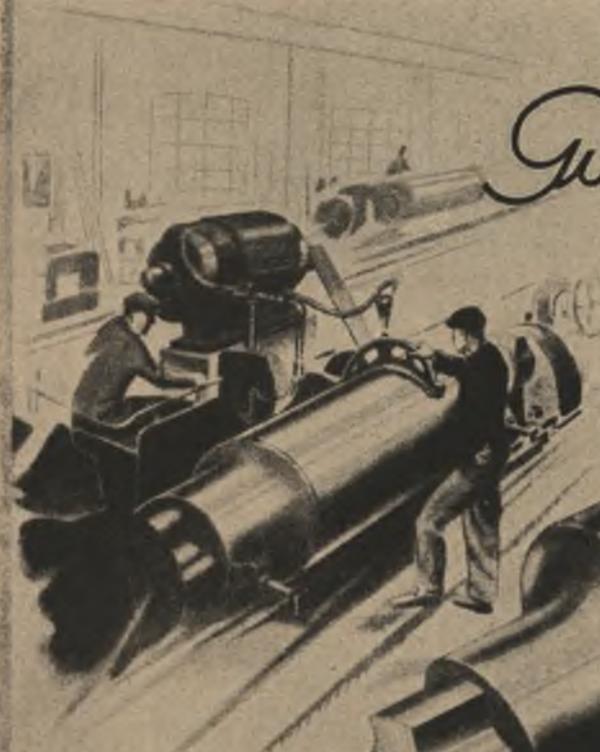


STEINKOHLE
 AUS DEN BERGBAUGEBIETEN
Ruhr · Aachen · Saar
 FÜR INDUSTRIE, GEWERBE U.
 HAUSBRAND

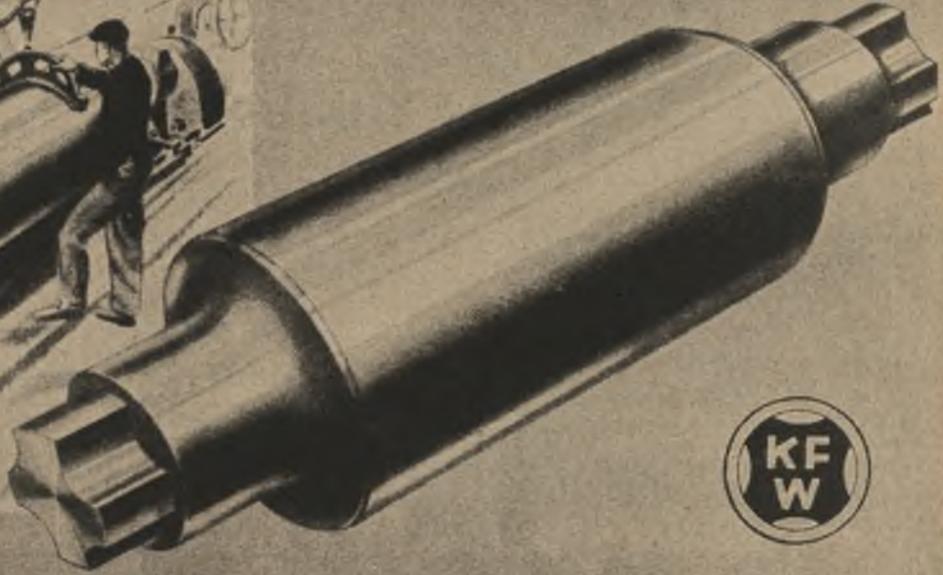
Rheinisch-Westfälisches
 Kohlen-Syndikat, Essen



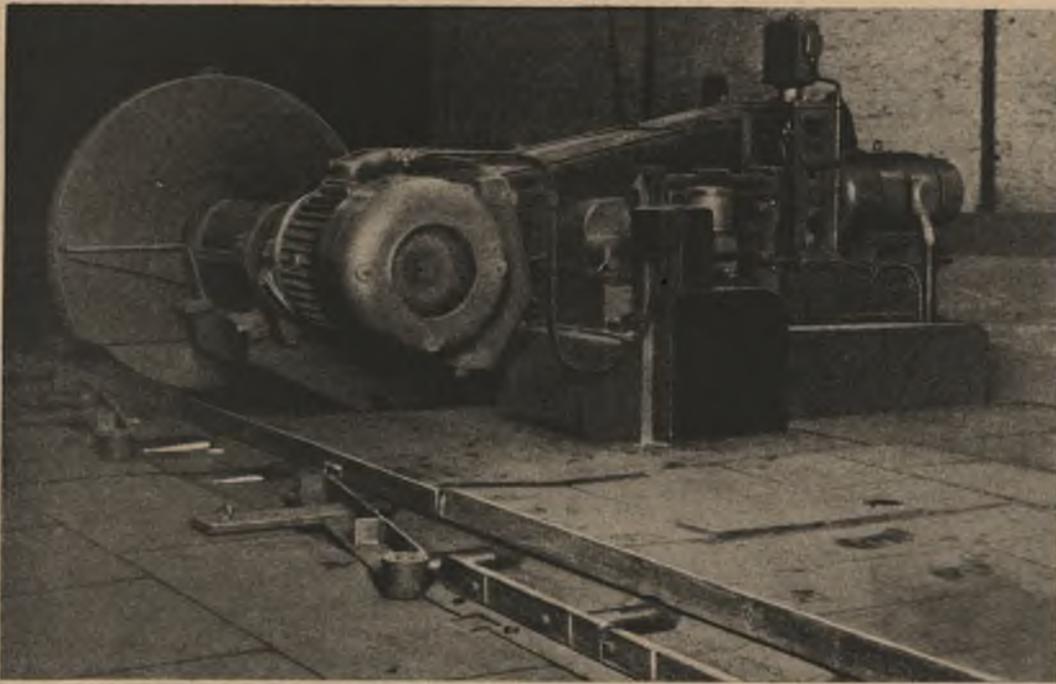
103



Gusseiserne Walzen




KÖLSCH-FÖLZER-WERKE A.-G.



Warm-Schlittensäge mit geneigtem Bett, 1750 mm Blattdurchmesser, direktem Motorantrieb des Sägeblattes und elektr. Spezial-Regelvorschub.

SCHLOEMANN
AKTIENGESELLSCHAFT · DUSSELDORF

DÖRRIES-NEMA

M A S C H I N E N F A B R I K G. M. B. H.

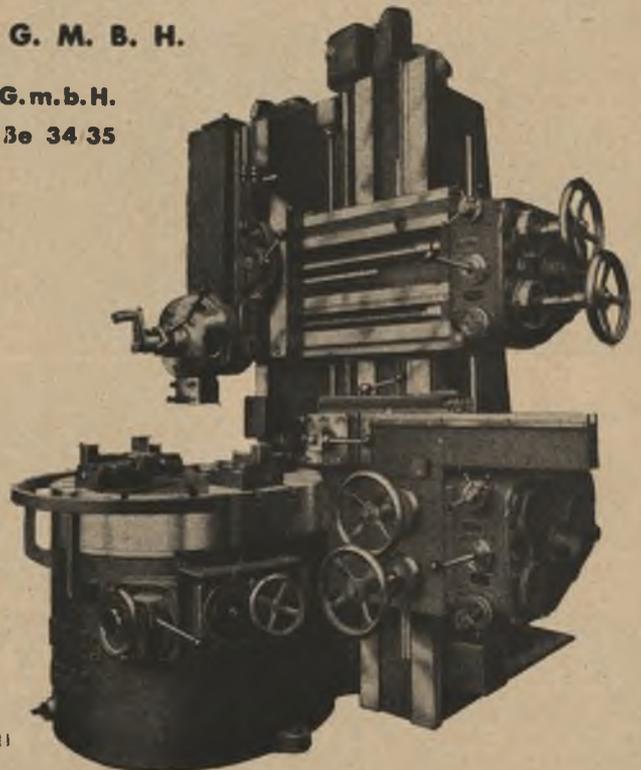
Vertreter: Dörries-Nema Maschinenfabrik G.m.b.H.

Büro Berlin: BERLIN W 15, Bleibtreustraße 34 35

Die

Einständer- Karussell-Drehbank

mit **stufenlos regelbarem** Antrieb
und **automatischer** Drehzahlregelung
bei Planarbeiten



Modell EKS 11

Für beide Gebiete

**WASSER-
AUFBEREITUNG**

**ABWASSER-
KLÄRUNG**

BAMAG

BAMAG-MEGUIN AKTIENGESELLSCHAFT BERLIN

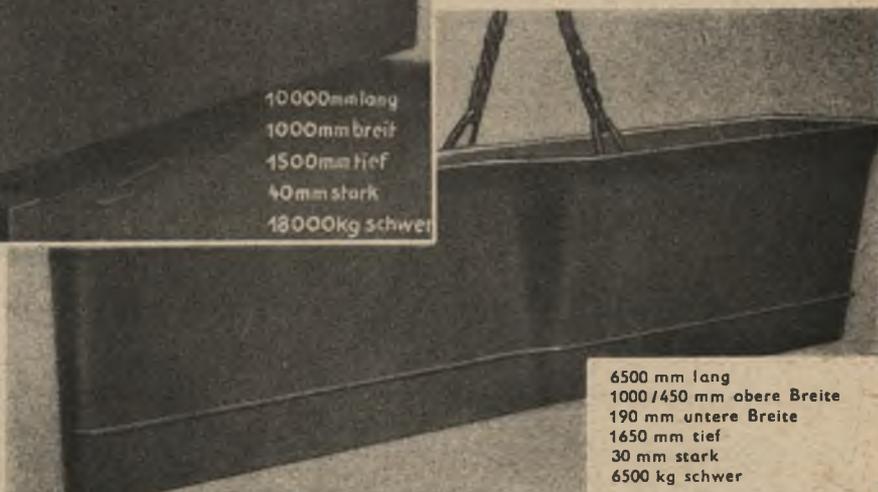


Verzinkungspfannen
Verzinnungspfannen
Bleipfannen
Salzbadpfannen

Metallschmelzkessel

spezialgeschweißt,
aus Sonderstahl

liefert als langjährige Spezialität
nach fast allen Ländern

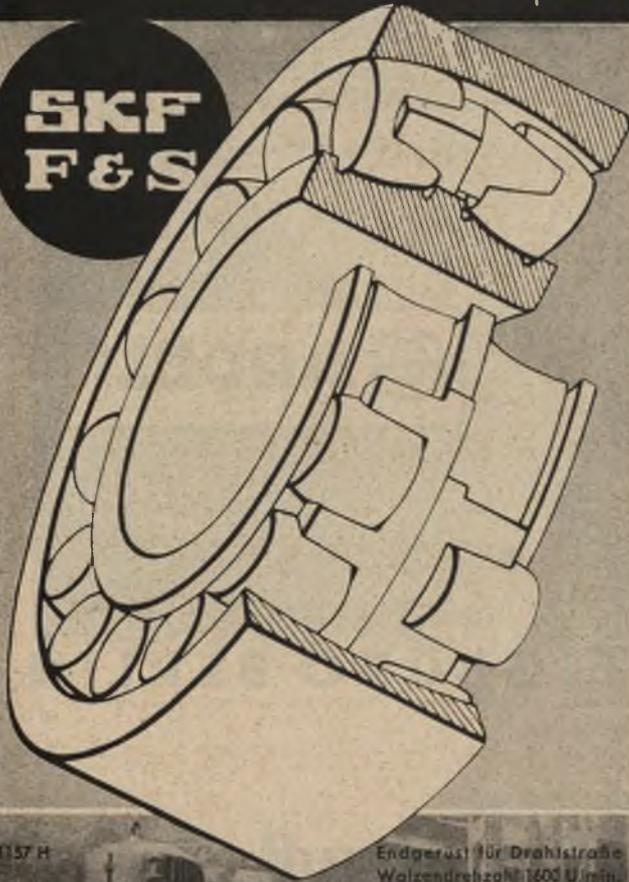


GEBRÜDER SCHUSS K.G.

KESSELSCHMIEDE · APPARATEBAU · SCHWEISSWERK

Wälzlager in Walzwerken

**SKF
F&S**



1157 H

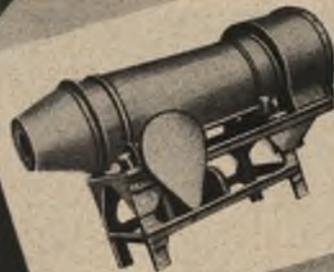
Endgerüst für Drehstraße
Walzendrehzahl 1600 U/min.



**VEREINIGTE
KUGELLAGERFABRIKEN
AKTIENGESELLSCHAFT**

SELAS

INDUSTRIEÖFEN
SIND WÄRMEMASCHINEN HÖCHSTER LEISTUNG

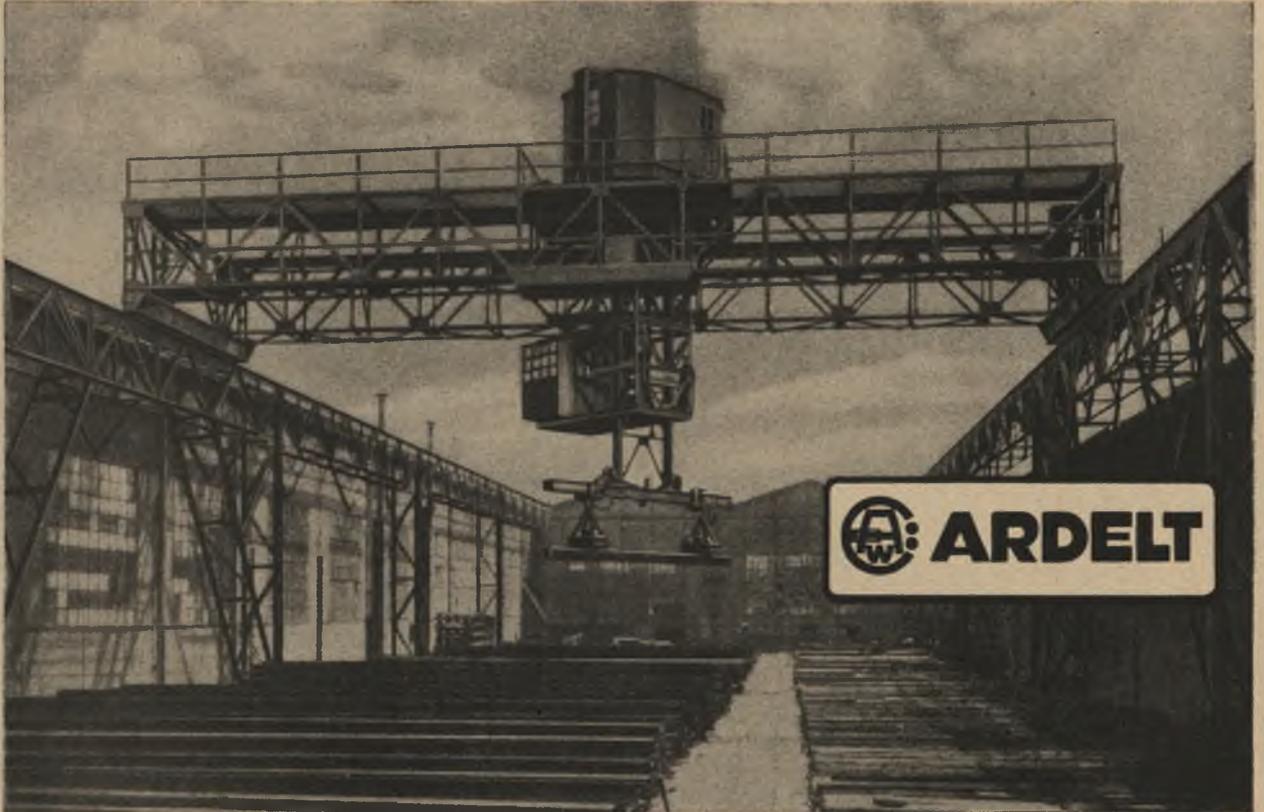


Vergüteeinrichtungen, Wärmöfen,
Härtereianlagen, Schmiedöfen,
Metallschmelzöfen, Heizgas-
Umwälzöfen, Sonderanlagen,
Gasbrenner, Ölbrenner, Selas-
Gas-Luft-Mischmaschinen,
Automatische Temperaturregel-
anlagen, Sicherheitsvorrichtun-
gen gegen Gas- und Strommängel

SELAS

INDUSTRIEOFENBAU · WERNER SCHLEBER

BERLIN

LAUFKRANE FÜR LAGERPLÄTZE

ARDELT
ARDELTWERKE ZWEIGBÜRO BERLIN**Chromguß**

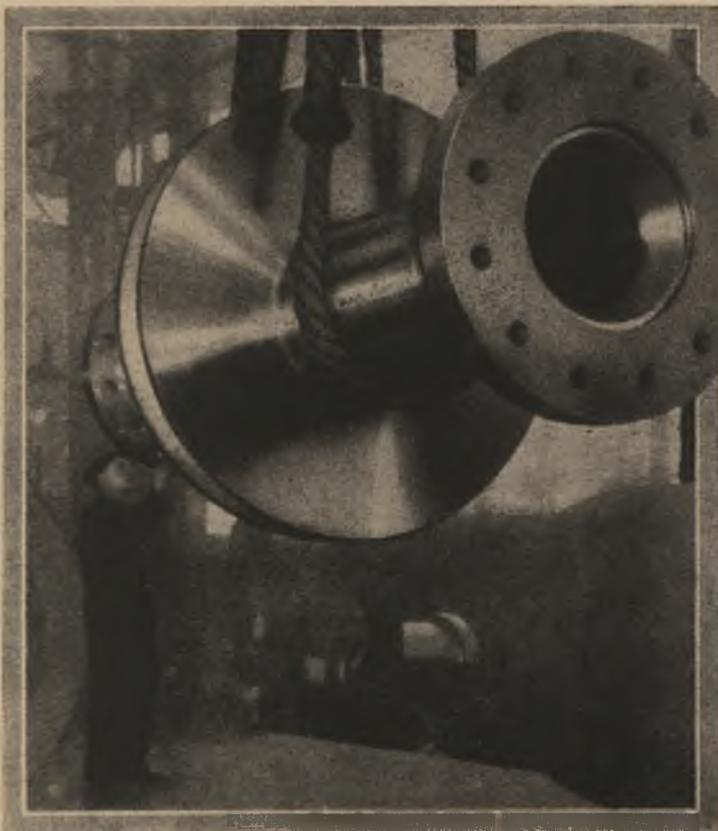
hochhitzebeständig „Pyroduer“
 hochsäurebeständig „HSB“
 rostfrei „Spiegelguß“

Elektro-Stahlguß

legiert und unlegiert

Temperguß

**BERGISCHE
 STAHL-INDUSTRIE
 REMSCHEID**



Schmiedestücke

Seit 1852 schon schmiedete Alfred Krupp gewaltige Schiffswellen; nur Krupp konnte damals die schweren Blöcke dazu gießen u. schmieden. Viele ausländische Werke, u. a. englische Schiffahrtsgesellschaften, machten den Fabriken und Werften die Verwendung Kruppscher Wellen, Kurbelachsen usw. in dieser Zeit zur Bedingung. Inzwischen sind fast 100 Jahre vergangen, Jahrzehnte weiterer großer und größter Kruppscher Erfolge in der Herstellung von Schmiedestücken jeder Art und Größe für alle Welt.

*

Bild: Eine aus dem Ausland bestellte Druckwelle aus hochwertigem Sonderstahl. Durchmesser der Druckscheibe 1680 mm, Fertiggewicht 10 200 kg.



FRIED. KRUPP

2286 e

220

Hohe Anforderungen

beim Umschmelzen von legiertem und unlegiertem Stahl erfüllt der auch in schwierigen Sonderfällen bewährte

JUNKER

Grafitstab-Schmelzofen

mit elektrischer Widerstandsheizung

Baugrößen für 30 ... 1000 kg Einsatz



OTTO JUNKER, AACHEN · Fernschreiber: 038 76

Gas-, Öl- und elektrisch beheizte

Durferrit Salzbadöfen und Industrieöfen

für alle Zwecke der Glüh- und Härtetechnik

Ferner:

Abschreck-, Kühl- und Reinigungsanlagen. Selbsttätige Beschickungsvorrichtungen. Schalt- u. Regelanlagen. Härtereizubehör. Salzbadtiegel. Planung und Einrichtung vollständiger Härtereien.

D E G U S S A

ABTEILUNG INDUSTRIEOFENBAU • FRANKFURT AM MAIN



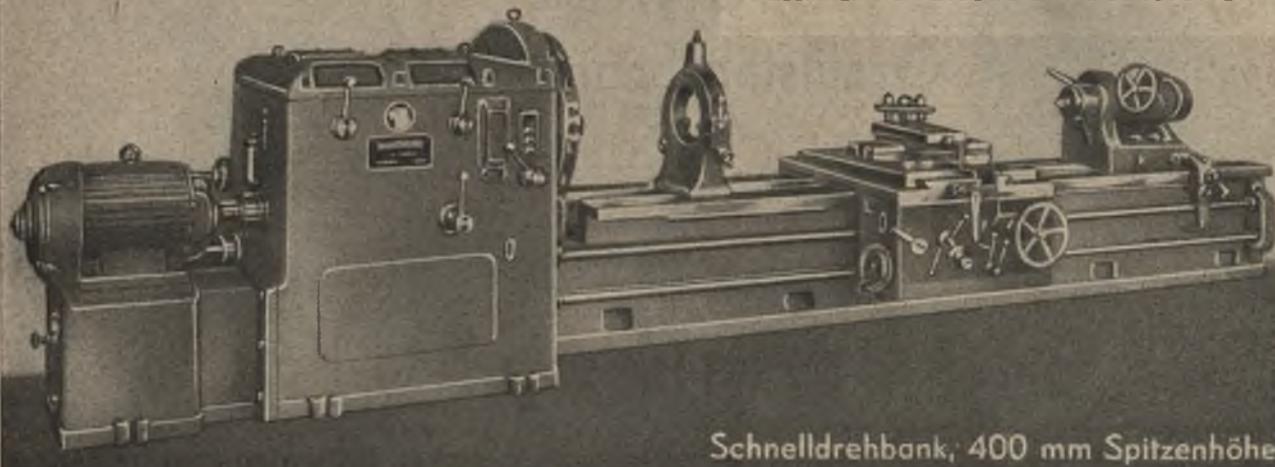
Gegründet 1872

Schwerwerkzeugmaschinen in Sonderausführungen

Drehbänke, Walzdrehbänke, Stoßmaschinen, Bohr- und Fräswerke, Biegemaschinen

Maschinen für Radsatzbearbeitung

Maschinen für Eisenbahnwerkstätten



Schnelldrehbank, 400 mm Spitzenhöhe

MASCHINENFABRIK DEUTSCHLAND G. M. B. H. DORTMUND

Krane, Hebevorrichtungen jeder Art, Drehscheiben, Schiebebühnen, preßluft-hydraul. Aufgleisgeräte, Weichen, Kreuzungen / Schwerwerkzeugmaschinen: Drehbänke, Maschinen für Radsatzbearbeitung

Stahlguß

In Siemens-Martin- und Elektro-Qualität, roh u. bearbeitet

Schmiedestücke

für den Schiffs- und Maschinenbau aus SM-Stahl nach den Vorschriften der Reichsmarine und sämtlicher Abnahmegesellschaften

Edelstahl

und SM-Stahl, geschmiedet, warm- und kaltgewalzt, gezogen

Elektroden

und Schweißdrähte für normale und hochbeanspruchte Schweißungen



OBERHÜTTEN

VEREINIGTE OBERSCHLES. HÜTTENWERKE AG



350 PS Gleichstrom-
Kapseldampfmaschine
n = 500/min.

GLEICHSTROM- KAPSEL- DAMPFMASCHINEN

D. R. P.

ergeben beste Ausnutzung der Dampfwärme bei allen vorkommenden Betriebsverhältnissen. Die Maschinen zeichnen sich durch besondere Konstruktion und Werkstoffgüte und damit durch hohe Zuverlässigkeit und Lebensdauer aus.



MASCHINENFABRIK MEER



**GESELLSCHAFT FÜR FÖRDERANLAGEN
ERNST HECKEL M.B.H.
SAARBRÜCKEN**

baut für den Hüttenbetrieb:

Transport- und Verladeanlagen aller Art

Siloverschlüsse / Austragebänder

Kohlenmischanlagen

Kokskohlenwäschen

785

PRESS- UND WALZWERK
AKTIENGESELLSCHAFT DÜSSELDORF



**NAHTLOSE ROHRE UND HOHLKÖRPER
SCHMIEDESTÜCKE**

GROSS-ANLAGEN UND APPARATE FÜR DIE CHEMISCHE INDUSTRIE

Waschturm aus Kesselblech III, elektrisch geschweißt, 2 500 mm ä. Ø, 30 000 mm ganze Höhe, für 18 atü Betriebsdruck, 25 mm Wandstärke im Mantel, 26 bzw. 28 mm in den Böden, spannungsfrei geglättet, Gesamtgewicht etwa 60 t



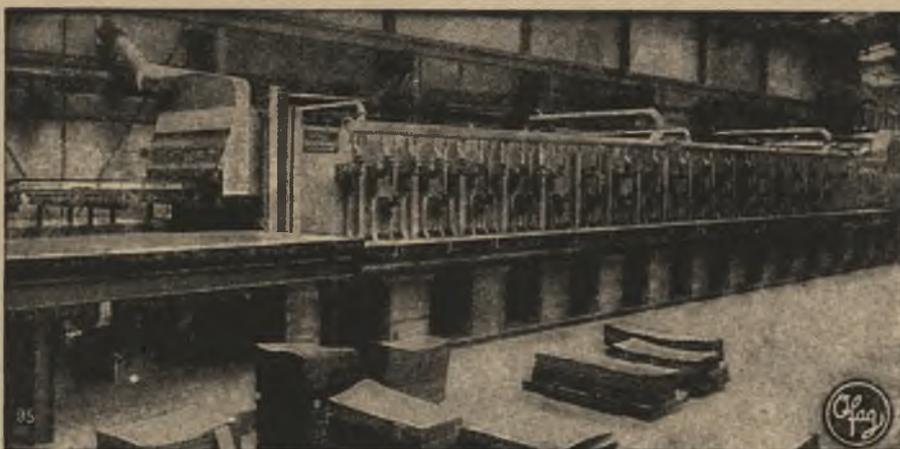
BERATUNG UND TECHNISCHE AUSKUNFT
DURCH UNSER WERK BORSIG BERLIN

RHEINMETALL-BORSIG

AKTIENGESELLSCHAFT



Industrieöfen



Feinblech-Normalsierofen mit Doppelhubbalkenherd

Wir bauen:

Sämtliche Öfen
für Stahlwerke, Walzwerke
und Schmieden

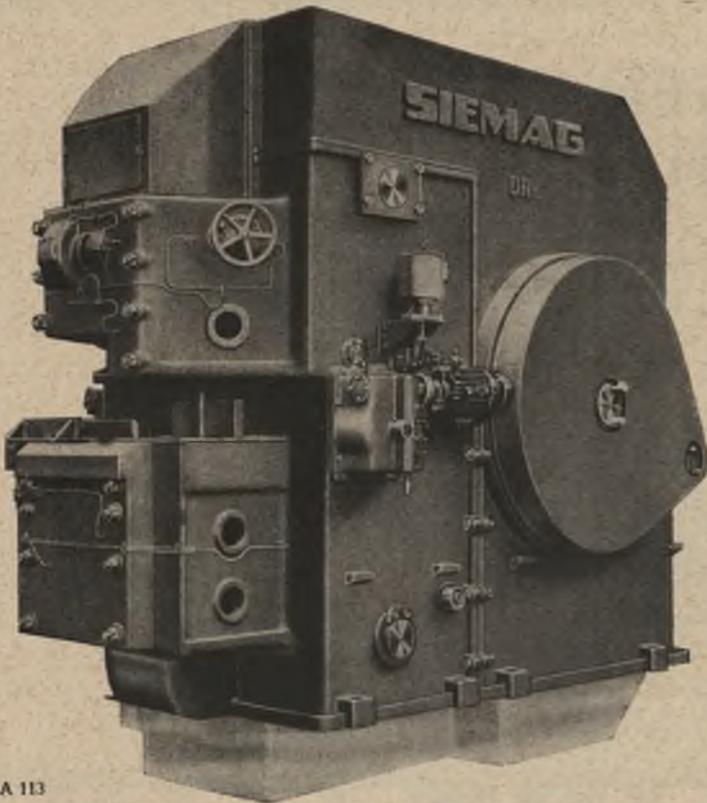
Spezialöfen
für die Leichtmetallindustrie

Kontinuierlich arbeitende
Öfen mit Hubbalkenherd

Brenner
für sämtliche Brennstoffe

»Oflag« Ofenbau AG., Düsseldorf

Fernruf Sa.-Nr. 36036 • Drahtwort: Oflag

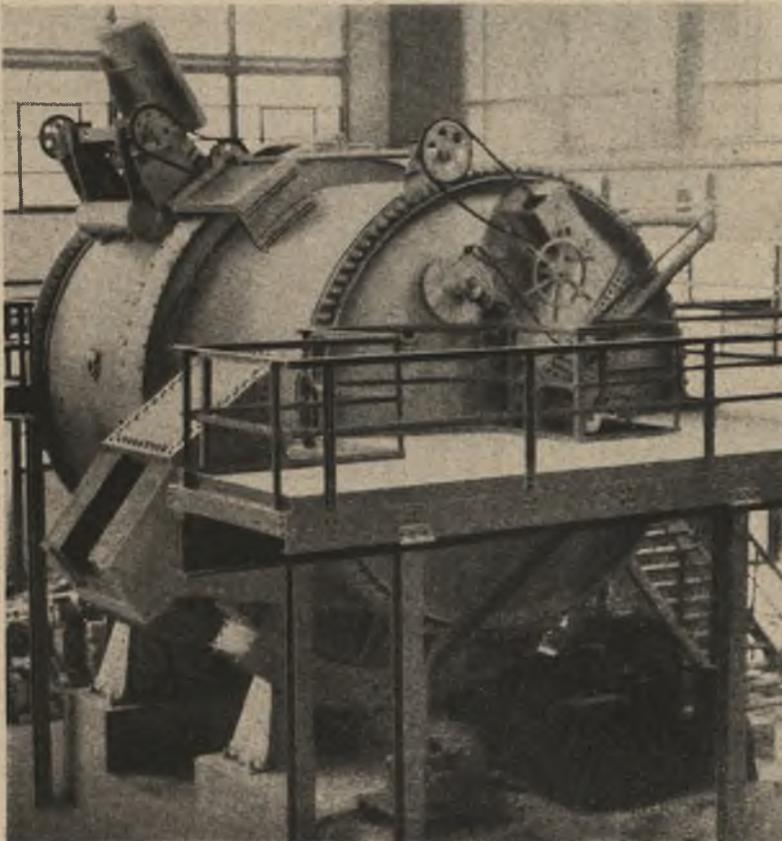


A 113

499

Wir bauen
**Walzwerks-
Hilfsmaschinen**
jeder Art und Größe

Aus unserem
großen Arbeitsprogramm
zeigt das nebenstehende Bild eine
**Block-Warmschere
Modell S Bur 250 (DRP.)**
von unten schneidend, mit beweg-
lichem Ober- und Untermesser,
schwungradlosem Antrieb durch
Umkehrmotor, zum Schneiden
von Blöcken bis 250x250 mm.

SIEMAGBüro Berlin W 9
Bellevuestraße 12a**HÜTTENWERKSBAU**

Gesamtanlagen
Einzeleinrichtungen
für die Roheisen- und
Stahlerzeugung

200-t-Roheisenmischer
für ein Siemens-Martin-
Stahlwerk im Ausland

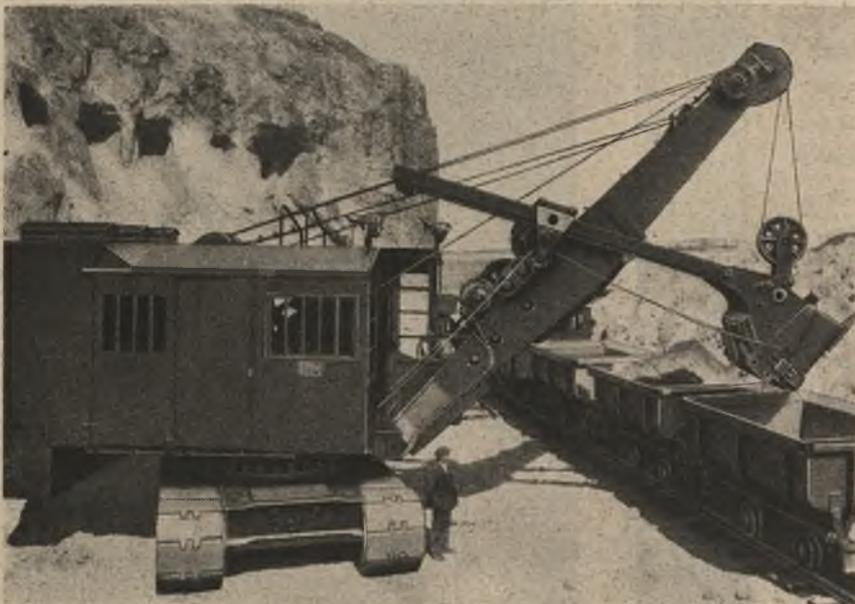
GHH

**GUTEHOFFNUNGSHÜTTE
OBERHAUSEN - R.H.L.D.**

KLÖCKNER SONDER-ERZEUGNISSE

bekannt
und
bewährt

W E S E R H Ü T T E



Nr. 2013

Elektro-Universalbagger mit 1²/₄ cbm Hochlöf- in einem Kaikbruch

Die leistungsfähigen

WESERHÜTTE- Universalbagger

zu verwenden als

Hochlöf-
Tietlöf-
Schleppschaufelbagger,
Greifer,
Stampfer,
Kran,
Ramme oder
Schrapper

WESERHÜTTE OTTO WOLFF G.M.B.H.

Büro Berlin: Berlin-Wilmersdorf, Pfalzburger Straße 17

Vorbeugen
besser

als

reparieren

Durch Kühlwassermangel können starke Schäden an Maschinen, z. B. an Kompressoren eintreten. Schützen Sie daher gerade jetzt Ihre hochwertige

DEMAG

KOMPRESSORANLAGE gegen solche Schadensfälle durch Einbau einer Sicherheitseinrichtung, die bei Kühlwassermangel die Anlage selbsttätig stillsetzt.



Wir liefern hydraulische Pressen und Kraftwasseranlagen aller Größen und für jede Leistung in der weltbekannten Werkstattausführung unserer Gesellschafter Rheinmetall-Borsig A.G., Berlin-Tegel und Demag A.G., Duisburg

HYDRAULIK
G · M · B · H · DUISBURG



9.770/44

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 11

16. März 1944

64. Jahrgang

	Seite		Seite
Auftreten, Prüfung, Ursache und Behebung von Schienenfußbrissen. Von Reinhold Kühnel	169	beheizung. — Fortschritte auf dem Gebiete des Gußeisens in den Jahren 1940 bis 1943 (Fortsetzung von Seite 167). — Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung.	
Der kernlose Induktionsofen in der Stahlgießerei. Von Fritz Harms	175	Wirtschaftliche Rundschau	184
Umschau	179	Buchbesprechungen	184
Einrichtung eines Sturzenwärmofens mit Brennern für Zweigas-		Vereinsnachrichten	184

Auftreten, Prüfung, Ursache und Behebung von Schienenfußbrissen

Von Reichsbahndirektor Dr.-Ing. Reinhold Kühnel

[Bericht Nr. 640 des Werkstoffausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.*)]

(Statistische Ergebnisse über das Auftreten von Schienenfußbrissen. Statische und dynamische Schienenfuß-Biegeversuche. Magnetpulverprüfung und Bruchgefüge-Beurteilung von alten und neuen Schienen aus Thomas- und Siemens-Martin-Stahl. Bedeutung von Gefügeungleichmäßigkeiten für die Fußbrüßbildung.)

Der Schienenfußriß als Ursache von Schienenbrüchen ist der Deutschen Reichsbahn seit langem bekannt; es bedurfte aber eines sehr langen Studiums zusammen mit den Schienenerzeugern, ehe man ausreichend mit seinem Wesen und seiner Entstehung vertraut wurde. Schon vor mehr als 20 Jahren zeigten sich ausgedehnte Randblasen bei Schienen, die in Ostpreußen in einem kalten Winter gebrochen waren; man führte die Brüche aber zunächst auf andere Ursachen zurück, die gleichfalls damals vorlagen.

Zu einer weitergehenden Erkenntnis konnte man erst kommen, nachdem eine Art Normung in dem Bruchaussehen der Schiene eingeführt war. Hierzu waren langjährige Untersuchungen der Mechanischen Versuchsanstalt des Reichsbahn-Zentralamtes nötig, und erst 1932 konnten entsprechende Unterlagen veröffentlicht werden¹⁾. Diese Schienenbruchbild-Normung wurde nun in verkürzter Form vom Reichsbahn-Zentralamt in eine Anweisung²⁾ verarbeitet, die den Bahnmeistern einen Anhalt für ihre Meldungen zur Schienenbruchstatistik der Deutschen Reichsbahn gab. Die hierauf erstatteten Meldungen gaben dem Reichsbahn-Zentralamt neue Unterlagen für die Erkenntnis über die Ursachen der Fußrißbrüche. Man stellte bald fest, daß sie in kalten Wintern einen recht beträchtlichen Anteil der Schienenbrüche ausmachten³⁾. Ueber Ergebnisse des gemeinschaftlichen Studiums der Reichsbahn und der Hüttenwerke über die Schienenfußrisse wurde auch 1935 berichtet⁴⁾.

Nach diesen Berichten war das Wesen der Fußrisse bekannt. Statische und dynamische Fußbiegeversuche waren vereinzelt schon durchgeführt, und ein Walzwerk hatte schon versucht, durch Aenderung der Kalibrierung die Fußrisse zu bekämpfen. Es waren besonders ältere und querschnittsgeschwächte Schienen, die in kalten Wintern durch Brüche ausgeschaltet wurden, und es bestand Hoffnung, daß die neue Schiene S 49 und überhaupt die veränderte Schienenherstellung

seit 1930 dazu führen würde, das Auftreten von Fußrisse wesentlich zu vermindern. Jedoch erbrachte der Winter 1939/40 ein wesentliches Ansteigen dieser Brüche. Damit war Veranlassung gegeben, sich dieser Frage erneut zuzuwenden, und es wurde ein besonderer Ausschuß zum Studium der Schienenfußbrüche und ihrer Ursachen gegründet⁵⁾.

Das Studium dieser Frage war inzwischen um so dringlicher geworden, als sich herausstellte, daß gelegentlich auch Schienen neuerer und neuester Lieferung, wenn auch vereinzelt, zu Bruch gingen. So brach aus Lieferungen von 1930 eine Thomasstahlschiene bei -10° im Gleis Magdeburg/Braunschweig in 30 Bruchstücke und führte zur Entgleisung eines Zuges. Eine 1940 von einem Siemens-Martin-Stahlwerk gelieferte Schiene brach beim ersten Befahren bei Hofgasteln. Zwei 1941 gelieferte Schienen, darunter eine verschleißfeste, brachen ebenfalls nach ganz kurzer Liegedauer bei Frankfurt a. d. Oder und bei Hof. In allen Fällen wurde eindeutig als Ursache ein Fußriß ermittelt.

Bild 1 zeigt das Aussehen von Schienenfußbrissen von unten, Bild 2 den Auslauf eines Fußrisses an vier nebeneinanderliegenden Fußdruckproben. Man erkennt in Bild 2, wie eine nach unten durchtretende Randblase noch außerhalb des eigentlichen Bruches — links im Bild — weiter verläuft und oxydiert ist. Probe 1 links ergab eine Drucklast von 8 t, 2 eine von 16, 3 eine von 15 und 4 rechts eine von 24 t. Die Bruchlast steht im Zusammenhang mit der Größe des Anrisses. Ein besonders kennzeichnendes Bruchbild, wie es meistens auftritt, zeigt Bild 3. Man sieht den durch die Randblase bedingten geradlinigen Anbruch, der schließlich, meist an einer Auflage (Schwelle), seitlich in einen frischen Bruch ausspringt. Gelegentlich ist auch ein Teil dieses seitlich ausspringenden Bruches noch oxydiert.

Im Schrifttum waren außer den erwähnten neuere oder ältere Arbeiten über Schienenfußrisse kaum festzustellen. Da nicht anzunehmen ist, daß derartige Schäden bei anderen Bahnen nicht auftreten, so

⁵⁾ Diesem „Engeren Ausschuß für Schienenprüfung“ gehörten von der Deutschen Reichsbahn die Herren O. Herwig (später Meier) und R. Kühnel (Obmann), von den Eisenhüttenwerken die Herren W. Dick, K. H. Eichel (später H. R. Eickhoff), H. Hauttmann, H. Hoff, W. Jäniche, F. Kaufmann, A. Koegel (später O. Zettwitz), W. Lückerrath, H. Schneider, R. Walzel und E. Weichhardt an.

* Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahl Eisen m. b. H., Pörsneck, Postschließfach 146, zu beziehen.

¹⁾ Kühnel, R.: 2. Int. Schienentagung Zürich, Juni 1932. Zürich 1933. S. 1/44.

²⁾ Merkblatt für die Unterscheidung der Schienenbrüche. Drucksache Nr. 89 941 der Deutschen Reichsbahn (1939).

³⁾ Siehe auch Pusch, R.: Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 1022/33 (Werkstoffaussch. 609).

⁴⁾ Kühnel, R.: 3. Int. Schienentagung Budapest, September 1935. Budapest 1935. S. 19/20.

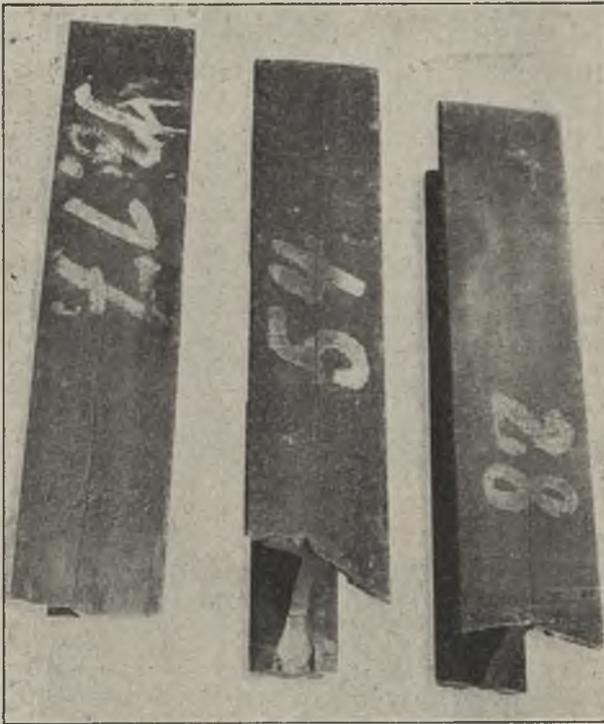


Bild 1. Schienenfußbrisse von unten.

muß das Fehlen von Veröffentlichungen wohl darauf zurückgeführt werden, daß das Wesen des Fußbrisses und seiner erheblichen Beteiligung an der jährlichen Schienenbruchzahl noch nicht genügend erkannt war. Eine Ausnahme macht eine im Jahre 1942 erschienene Arbeit von E. v. Pistohlkors⁹⁾ über den Einfluß der Richtwalzen auf die Schienenbruchgefahr. Auf Grund der Wahrscheinlichkeitsrechnung kommt Pistohlkors zu dem Schluß, daß die Schienenbrüche durch Einflüsse des Richtwalzwerkes entstanden sind. Der Einfluß läßt sich in der Weise erklären, daß der konkav gewalzte Fuß beim Auftreten einzelner Blasen unfehlbar in Mitleidenschaft gezogen wird, wenn die Schiene durch die Richtwalze läuft, während beim Richten unter der Presse diese schädliche Einwirkung nur zustande kommt, wenn sich der Stempel gerade an einer solchen fehlerhaften Stelle aufsetzt.

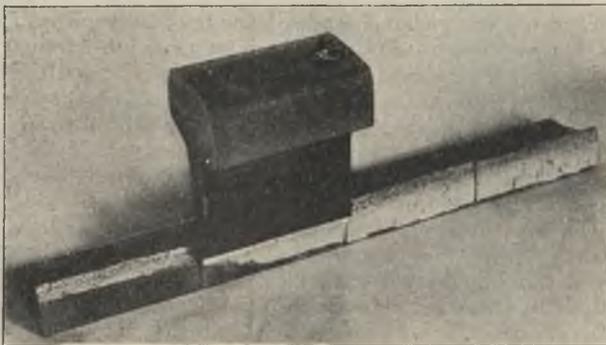


Bild 2. Auslaufender Fußriß.

(Aus der Schiene wurden vier Fußdruckproben entnommen und nach dem Bruch nebeneinandergestellt.)

Schienenbruchstatistik der Deutschen Reichsbahn

Eine der ersten Arbeiten, mit denen sich der Ausschuß befaßte, bestand nun in einer eingehenden Durchsicht der Statistik der Schienenbrüche. Das Reichsbahn-Zentralamt hatte es übernommen, die für Januar bis März 1941 und 1942 eingegangenen

Bruchmeldungen systematisch nach Lieferjahr und Lieferwerk durchzuarbeiten und sie außerdem nach der Gleisklasse, und zwar nach Sonderklasse, erste und zweite sowie dritte Ordnung, zu unterteilen. Da die Angaben nicht immer eindeutig waren, so mußte unterschieden werden erstens zwischen Meldungen, die einen Fußlängsbruch eingezeichnet enthielten, zweitens solchen, in denen er in der Zeichnung angedeutet war, und drittens solchen, bei denen ein Fußriß sehr wahrscheinlich war.

In *Zahlentafel 1* sind für acht Stahlwerke die statistischen Ergebnisse über das Auftreten von fußrissigen Schienen zusammengestellt. Beim Werk 1 ist die Gesamtbruchzahl der Statistik von 1941 (Spalte b) in den drei erfaßten Wintermonaten insgesamt 306, bei der Statistik von 1942 (Spalte c) 262. Die Anteile der einzelnen Lieferjahre sind von 1930 bis 1934 ziemlich regellos auf- und absteigend; ab 1935 mit Einführung eines neuen Walzverfahrens ändert sich das Bild, die Brüche hören fast völlig auf. Vergleichen wir nun diese Zahlen mit dem nächsten Werk, das ungefähr eine halb so hohe Liefermenge hatte, so zeigen die Gesamtzahlen 14 gegen 306 beim Werk 1 1941 und 5 gegen 262 für 1942 ganz wesentliche Unterschiede, auf die später noch einzugehen ist. Besonders bei der Statistik von 1942 finden sich hier fast keine Brüche. Ungefähr dieselben Liefermengen wie Werk 2 haben nun die Werke 3 bis 5. Beim Werk 3 liegen die Gesamtbruchzahlen 79 und 87 für 1941 und 1942 ungefähr auf der Hälfte von denen von Werk 1; in den Bruchzahlen

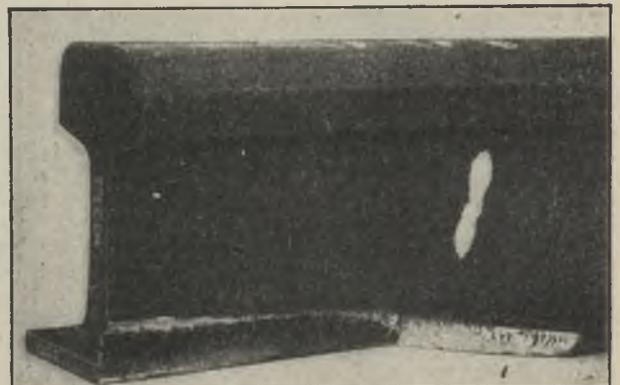


Bild 3. Seitliches Auspringen des Schienenfußbrisses, teilweise oxydiert.

ab 1930 bis 1934 liegt das Werk aber wesentlich niedriger als Werk 1 und entspricht eher dem Werk 2. Werk 4 entspricht ungefähr Werk 3, liegt aber in den Gesamtbruchzahlen wieder erheblich höher. Noch besser schneidet Werk 5 ab. Werk 6, ein Siemens-Martin-Stahlwerk, fällt durch hohe Gesamtbruchzahlen in der Statistik von 1942 auf, aber auch in den Einzeljahren 1930, 1934 und 1935 zeigen sich ziemlich hohe Bruchzahlen. Werk 8 hat verhältnismäßig hohe Gesamtbruchzahlen, auch noch im Einzeljahr 1930 höhere Bruchzahlen, dann aber fallen die Bruchzahlen stark ab. Werk 7 liegt etwa wie Werk 5.

Inwieweit bei den Unterschieden der Bruchzahlen das Walz- und Richtverfahren eingewirkt haben könnte, wird in einem späteren Bericht erörtert. Vorab ist jedenfalls festzustellen, daß bei dem Werk 1 die Aenderung des Walzverfahrens offensichtlich die Fußrißanfälligkeit der Schienen stark vermindert hat. Es entsteht hierbei allerdings noch die Frage, ob etwa zufällig Schienen eines Werkes in besonders hoch beanspruchten Strecken mit ungünstigem Klima gelegen haben könnten, während das bei anderen vielleicht nicht der Fall war. Bei der Vielzahl der in die Statistik verarbeiteten Bruchmeldungen hat eine solche Annahme nicht viel Wahrscheinlichkeit für sich.

⁹⁾ Gleistechn. u. Bahnbau 1942. Nr. 9/10, S. 38.

Zahlentafel 1. Statistische Ergebnisse über das Auftreten von Schienenfuß-Längsbrüchen

Lieferjahr	Werk 1			Werk 2			Werk 3			Werk 4			Werk 5			Werk 6			Werk 7			Werk 8		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Zwischen 1920 und 1940	—	306	262	—	14	5	—	79	87	—	133	174	—	21	16	—	87	220	—	61	17	—	202	185
1930	53	16	36	43	1	—	24	4	5	22	—	1	23	—	3	27	1	10	7	—	—	7	15	9
1931	75	13	18	34	2	—	33	1	4	35	3	3	19	—	1	14	3	7	11	3	3	7	1	1
1932	52	71	20	14	—	—	20	—	2	17	4	1	11	—	1	2	—	1	7	3	2	0,3	—	—
1933	57	35	54	30	1	—	23	1	3	26	2	1	27	—	1	5	2	4	8	—	1	2	—	—
1934	65	77	25	32	—	—	24	—	—	19	1	—	26	—	1	20	2	59	12	3	2	0,8	—	2
1935	21	6	3	35	—	—	22	—	2	12	—	2	15	1	1	15	3	12	5	5	1	0,09	—	—
1936	—	—	1	—	—	—	—	1	6	—	—	1	—	2	—	—	—	6	—	1	1	—	—	—
1937	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	3	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—
1938	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	2
1939	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1940	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

a = Liefermenge in 1000 t; b = Bruchzahl der Statistik von 1941; c = Bruchzahl der Statistik von 1942.

Insgesamt liegen nach der Statistik von 1941 und 1942 oberhalb von zehn Brüchen im Lieferjahr nur die Werke 1 (1941 und 1942) und 6 (1934 und 1935). Nach 1935 haben auch diese wie alle übrigen ab 1930 unter fünf Brüchen jährlich. Ob diese Zahlen bei weiteren Jahren sich noch erhöhen werden, steht zunächst dahin. Vorläufig muß man jedenfalls feststellen, daß die Mehrzahl der Werke sowohl mit kleinerer als auch mit größerer Liefermenge anteilig vor 1935 größere, danach alle ziemlich niedrige Bruchzahlen aufweisen, und so kann man hoffen, daß ein Ansteigen der Fußrißzahlen nicht zu befürchten ist, auch wenn noch weitere harte Winter bevorstehen sollten.

Prüfverfahren für fußrissige Schienen

Neben der Verfolgung der Statistik wurde die Untersuchung fußrissiger Schienen ausgiebig betrieben. Sowohl im Betriebe befindliche als auch den Oberbau lagern angelieferte noch nicht in Betrieb gewesene Schienen wurden von der Mechanischen Versuchsanstalt einer Untersuchung unterzogen, ebenso neue Schienen auf den Werken. Vorab prüfte der Ausschuß, welche Prüfverfahren vornehmlich für die Untersuchung solcher Schienen in Frage kämen und wie deren einzelne Versuchsbedingungen gegebenenfalls noch abzuändern wären. Es bestand kein Zweifel darüber, daß vorzugs-

gehende Beobachtung der Bruchbilder von Schienenfußbrüchen, sowohl der Schienen, die auf der Strecke gebrochen waren, als auch der, die bei Versuchen zu Bruch gegangen waren.

Statische Schienenfuß-Druckprüfung

Bei der Fußdruckprüfung ist die Gestaltung der Schienenfußauflage wichtig. Bild 4 zeigt die Möglichkeiten. Der Ausschuß entschied sich für die Halbzylindermatrize nach der Deutschen Reichsbahn (d), die von der Mechanischen Versuchsanstalt des Reichsbahn-Zentralamtes angewandt worden war. Gleichzeitig kam dabei die Messung der Durchbiegung und der Zustand der Fußfläche — bearbeitet oder unbearbeitet — zur Erörterung. Der Ausschuß beschloß, die Messung der Durchbiegung nach dem Verfahren von H. Hauttmann und W. Dick (Bild 5) zu empfehlen, jedoch andere einwandfrei arbeitende Verfahren, wie das nach Bild 4 d, nicht auszuschließen. Die Durchbiegung war auf die Stützweite zu beziehen. Eine Bearbeitung des Fußes wurde nicht vorgesehen, jedoch waren die Kanten schwach zu brechen.

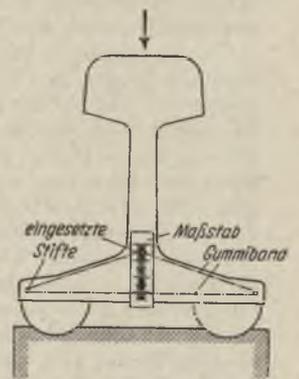


Bild 5. Messung der Durchbiegung bei Schienenfußbiegeversuchen (nach H. Hauttmann und W. Dick).

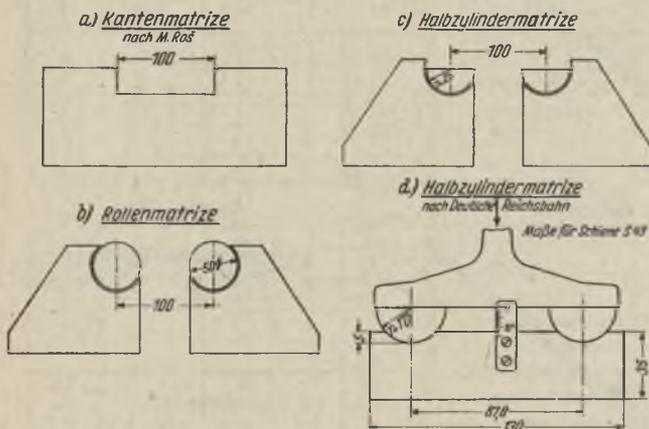


Bild 4. Durchführungsarten des Schienenfuß-Biegeversuchs.

weise die statische und dynamische Fußdruckprüfung Ergebnisse versprach, gegebenenfalls waren hier außerdem Beziehungen zu anderen Prüfverfahren zu suchen. Neu entwickelt war seit 1938 noch besonders die Magnetpulverprüfung. Dazu kam weiterhin die ein-

Zu klären war der Einfluß der Länge (Dicke) des Probenabschnittes. Hier waren bisher stets 100 mm vorgesehen, aber nicht alle Werke hatten hierfür geeignete Pressen, so daß auch der Versuch mit 50 mm dicken Proben ermöglicht werden mußte. Somit galt es zunächst einmal, überschläglich zu prüfen, welche Beziehungen zwischen den Ergebnissen an einer 100 und einer 50 mm langen Probe vorlagen. Diese Versuche haben H. Hauttmann und W. Dick sowohl für Thomas- als auch für Siemens-Martin-Stahl an A-, B- und Z-Schienen durchgeführt. Nach ihren Ergebnissen (Bilder 6 und 7) steigt bei Thomasstahl die Bruchlast der 50 mm breiten Probe von etwa 20 t bei der A-Schiene auf etwa 21 t bei der B-Schiene und 22 t bei der Z-Schiene, beim 100 mm breiten Abschnitt von etwa 39 t bei der A-Schiene auf etwa 41 t bei der B-Schiene und etwa 42 t bei der Z-Schiene. Die Bruchlast steigt also, wie zu erwarten war, linear mit der Breite an und verbessert sich gleichzeitig von der A-

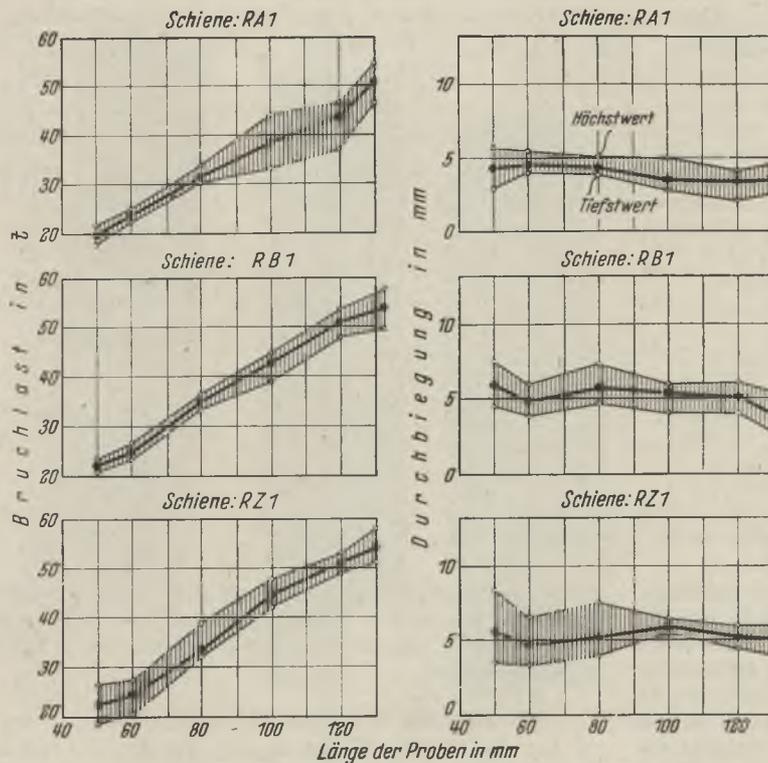


Bild 6. Schienen aus Thomasstahl.

über die B- zur Z-Schiene um Beträge von etwa 1 bis 2 t. Bei der Durchbiegung fanden Hauttmann und Dick keine Zusammenhänge mit der Probenbreite; die A-Schiene ergibt in etwa gleicher Höhe Durchbiegungen von etwas unter 5 mm und etwa 5 mm bei der B- und Z-Schiene. Bei Siemens-Martin-Stahl liegt für die 50 mm breite Probe die A-Schiene bei einer Bruchlast von etwa 29 t. Sie ergibt etwa die gleichen Beträge für die B- und Z-Schiene. Bei der 100 mm breiten Probe liegen die Werte etwa bei 60 t für alle drei Schienenabschnitte. Der Anstieg ist hier auch linear, aber steiler als bei der Thomasstahlschiene. Die Durchbiegung ändert sich auch hier bei wechselnder Probenbreite nicht, ebenso nicht für den Schienenabschnitt A, B oder Z. Sie liegt dreimal so hoch wie beim Thomasstahl. Die Zugfestigkeit der beiden untersuchten Schienen lag bei 78 bis 79 kg/mm².

Da weitere Versuche sowohl mit 50 als auch mit 100 mm breiten Proben vorliegen, so ergeben sich Vergleichsmöglichkeiten, auf die im folgenden einzugehen ist. Für 50 mm breite Proben aus Siemens-Martin-Stahl hat H. Schneider, auch gruppiert nach A-, B- und Z-Schiene, die Beziehungen zwischen Durchbiegung und Belastung untersucht (Bild 8). Er fand Bruchlasten von 20 bis 45 t und geringe Unterschiede zwischen A-, B- und Z-Schiene. Im Vergleich zu den vorher beschriebenen Versuchsergebnissen von Hauttmann und Dick liegen deren Werte mit 40 t wesentlich höher am oberen Teil der Kurve nach Schneider. Mit steigender Bruchlast steigen auch die Durchbiegungen, die zwischen 1 und 3 mm liegen und sich etwa in dem Be-

reich halten, den Hauttmann und Dick für Thomasstahl feststellten.

Schneider hat nun seine Ergebnisse noch in Häufigkeitskurven für Bruchlast und Durchbiegung unterteilt. Nach Bild 9 liegt der Höchstwert der Bruchlast für die 50 mm breite Probe aus Siemens-Martin-Stahl bei 40 t; Werte unter 30 und über 45 t kommen weniger vor. Die Durchbiegungskurve hat einen Höchstwert bei 4 mm.

R. Walzel hat ebenfalls einige seiner Versuchsergebnisse nach A-, B- und Z-Schienen für die Durchbiegung gruppiert, bei 50 mm langen Abschnitten aus Siemens-Martin-Stahl. Es wurden rd. 1000 Schienen S 49 a der laufenden Fertigung ohne besondere Auswahl einbezogen. Die Durchbiegung wurde auf eine Sehnenlänge von 125 mm gemessen. Je etwa zur Hälfte stammen die Probenabschnitte vom blockkopfseitigen Ende von A-Schienen oder vom blockfußseitigen Ende von Z-Schienen. Der Häufigkeitshöchstwert liegt bei 3,5 mm Durchbiegung, der Mittelwert hingegen höher, nämlich bei 4,9 mm. Bei der Trennung zwischen A- und Z-Schienen zeigt sich ein erheblicher Unterschied

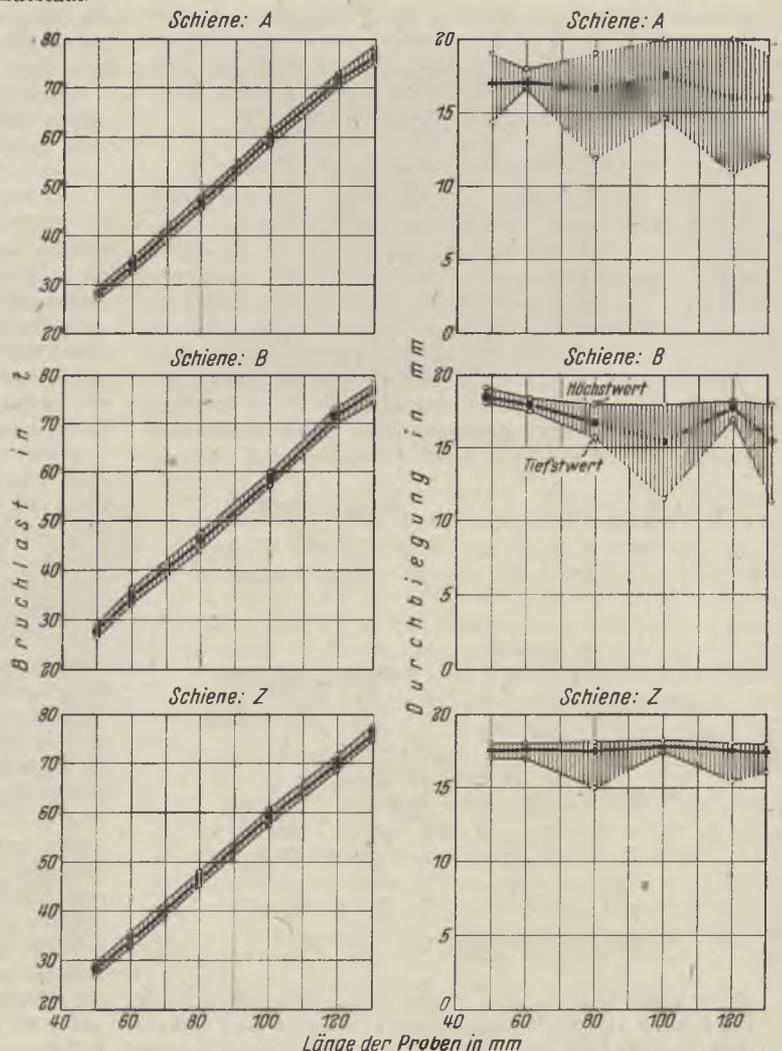


Bild 7. Schienen aus Siemens-Martin-Stahl.

Bilder 6 und 7. Einfluß der Probenlänge auf das Ergebnis des Schienenfuß-Biegeversuchs (nach H. Hauttmann und W. Dick).

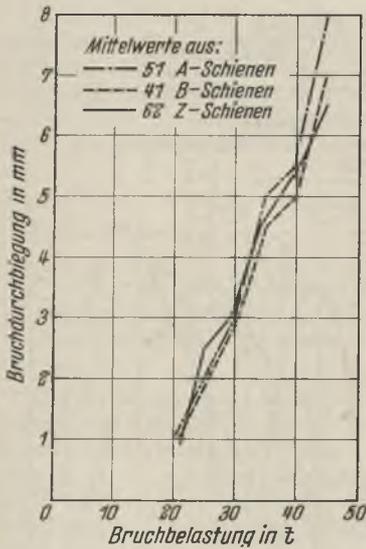


Bild 8. Beziehungen zwischen Bruchbelastung und Bruchdurchbiegung beim Schienenfuß-Biegeversuch an 50 mm langen Schienenabschnitten S 49 aus Siemens-Martin-Stahl (nach H. Schneider).

zwischen 1 und 15 mm. Lückerath hat in diesem Zusammenhang noch Beziehungen zwischen Sehnenlänge und Durchbiegung festgestellt (Bild 12). Für A-Schienen mit 100 mm breiten Probenabschnitten aus Thomasstahl liegen Ergebnisse für Bruchlast und Durchbiegung von H. Hoff vor (Bild 13). Bei der Bruchlast kommt Hoff zu Streubereichen zwischen 40 und 130 t und Durchbiegungen zwischen 1 und 19 mm mit einem Höchstwert von 8 mm.

A. Koegel und W. Jäniche haben ebenfalls die Bruchlast und Durchbiegung an 100 mm breiten Proben aus Thomasstahl ermittelt und in Beziehung zueinander gebracht.

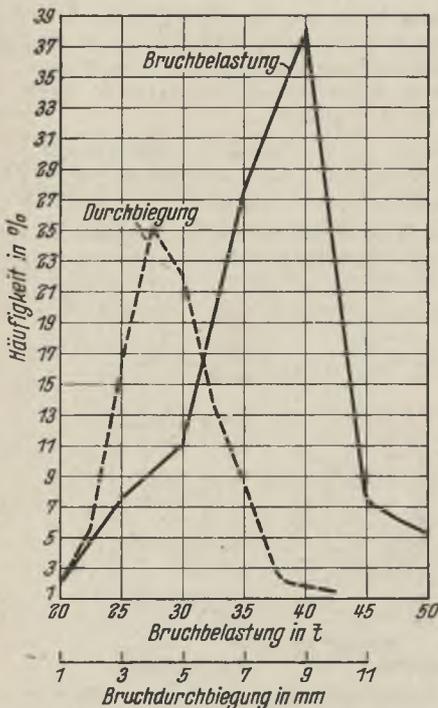


Bild 9. Häufigkeitskurven (153 Werte) für Bruchlast und Durchbiegung bei Schienenfuß-Biegeversuchen an 50 mm langen Schienenabschnitten S 49 aus Siemens-Martin-Stahl (nach H. Schneider).

zugunsten der Z-Schienen (Bild 10). Der Häufigkeitshöchstwert der Durchbiegung liegt für die A-Schienen bei 2,7 mm, für die Z-Schienen hingegen bei 5,6 mm; die Mittelwerte der Durchbiegung betragen für die A-Schienen 3,7 mm, für die Z-Schienen 5,7 mm.

Von W. Lücke-rath liegen Häufigkeitskurven für die Bruchlast für Thomasstahl und 100 mm breite Proben vor. Er fand Bruchlasten von 70 bis 105 t mit einem Höchstwert von 91 t (Bild 11). Die Durchbiegungswerte streuten zwischen

1 und 15 mm. Lückerath hat in diesem Zusammenhang noch Beziehungen zwischen Sehnenlänge und Durchbiegung festgestellt (Bild 12). Für A-Schienen mit 100 mm breiten Probenabschnitten aus Thomasstahl liegen Ergebnisse für Bruchlast und Durchbiegung von H. Hoff vor (Bild 13). Bei der Bruchlast kommt Hoff zu Streubereichen zwischen 40 und 130 t und Durchbiegungen zwischen 1 und 19 mm mit einem Höchstwert von 8 mm.

1 und 15 mm. Lückerath hat in diesem Zusammenhang noch Beziehungen zwischen Sehnenlänge und Durchbiegung festgestellt (Bild 12). Für A-Schienen mit 100 mm breiten Probenabschnitten aus Thomasstahl liegen Ergebnisse für Bruchlast und Durchbiegung von H. Hoff vor (Bild 13). Bei der Bruchlast kommt Hoff zu Streubereichen zwischen 40 und 130 t und Durchbiegungen zwischen 1 und 19 mm mit einem Höchstwert von 8 mm.

fundenen Werte nach dem Bruchgefüge unterschieden. Wiederum ergibt sich eine Häufung der mit gutem Bruchgefüge beurteilten Proben im Bereiche der besten Durchbiegungen, während sich die Bruchgefüge mit unverschweißten Randblasen wesentlich geringeren Durchbiegungen zuordnen und Bruchgefüge mit verschweißten Randblasen zwischen den beiden vorgenannten Bruchgefügearten liegen.

Walzel hat zur Beseitigung der starken Streuungen der Durchbiegungswerte vorgeschlagen, einen größeren Anteil des Fußabschnitts der Durchbiegung zu unterziehen. Das setzt voraus, daß Kopf und Steg abgearbeitet werden. Die Versuche laufen noch.

Insgesamt ist zu sagen: Die Bruchlasten der Schienenfuß-Biegeversuche an wahllos entnommenen Abschnitten der Schiene liegen bei 100 mm Probenlänge zwischen 40 und 120 t, bei 50 mm Probenlänge zwi-

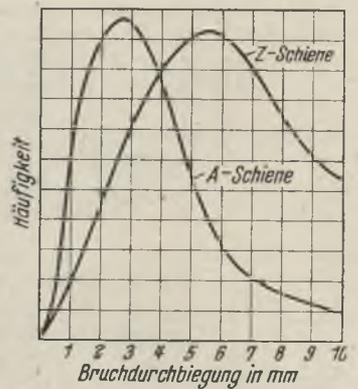


Bild 10. Häufigkeitsverteilung (993 Werte) der Bruchdurchbiegung bei Schienenfuß-Biegeversuchen an 50 mm langen Abschnitten von A- und Z-Schienen S 49 aus Siemens-Martin-Stahl (nach R. Walzel).

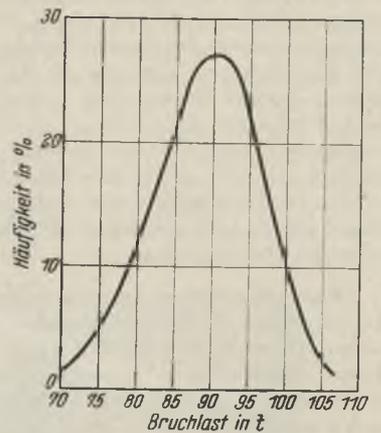


Bild 11. Häufigkeitsverteilung der Bruchlast bei Schienenfuß-Biegeversuchen an 100 mm langen Schienenabschnitten S 49 aus Thomasstahl (nach W. Lückerath).

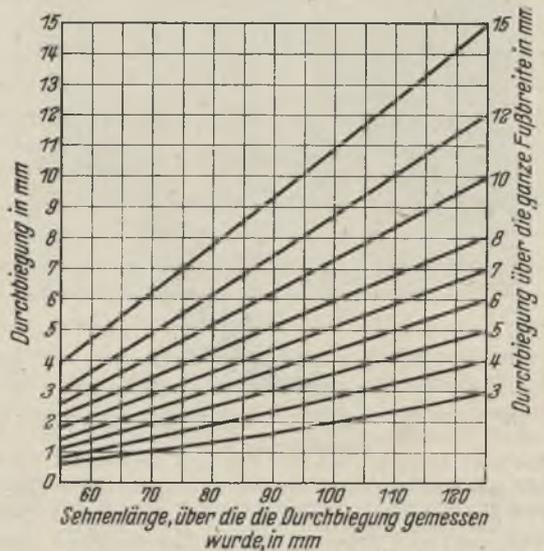


Bild 12. Abhängigkeit der Durchbiegung von der bezogenen Sehnenlänge bei Schienenfuß-Biegeversuchen an Schienenabschnitten S 49 mit 125 mm Fußbreite aus Thomasstahl (nach W. Lückerath).

sehen 20 und 50 t. Die Durchbiegungen streuen zwischen 0,5 und 12 mm, teilweise noch darüber, mit Höchstwerten der Häufigkeit etwa bei 4 bis 5 mm. Teilweise fanden sich bei Anwendung verschiedener langer

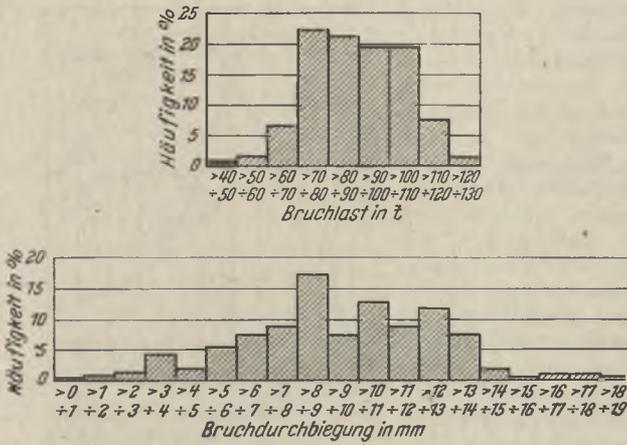


Bild 13. Häufigkeitsverteilung der Bruchlast und Durchbiegung bei Schienenfuß-Biegeversuchen an 100 mm langen Schienenabschnitten S 49 aus Thomasstahl (nach H. Hoff).

Proben keine Unterschiede, teilweise waren die Durchbiegungen bei der 50 mm langen Probe größer. Im allgemeinen steigt die Durchbiegung verhältnismäßig mit der Bruchlast, wenngleich die Durchbiegung im einzelnen größere Streuungen aufweist. Zwischen A-, B- und Z-Schienen sind keine wesentlichen Unterschiede vorhanden, eine Gütesteigerung nach den Z-Schienen hin mit 1 bis 2 t in der Bruchlast und einige Millimeter in der Durchbiegung findet sich jedoch. Je besser das Bruchgefüge, desto höher liegt die zugeordnete Bruchlast und Durchbiegung.

Waren die bisher beschriebenen Versuchsergebnisse an einzelnen beliebig entnommenen Fußdruckproben ermittelt, so war weiterhin zu prüfen, inwieweit bei hintereinander aus den gleichen Schienen entnommenen Fußdruckproben sich mehr oder weniger große Streuungen ergaben. R. Walzel hat aus zwei Schmelzen I und II jeweils vom blockkopfseitigen Ende einer A-Schiene, vom

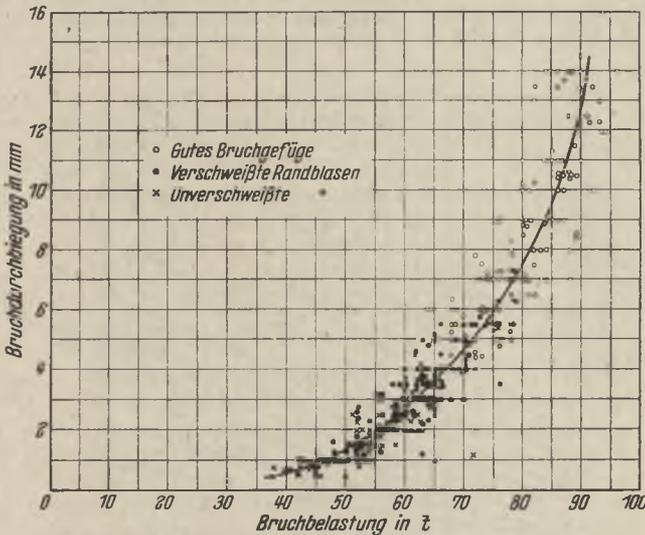


Bild 14. Beziehung zwischen Bruchlast und Bruchdurchbiegung bei Schienenfuß-Biegeversuchen an 100 mm langen Schienenabschnitten S 49 aus Thomasstahl (nach A. Koegel und W. Jäniche).

blockfußseitigen Ende einer B-Schiene und vom blockfußseitigen Ende einer Z-Schiene einen Probenabschnitt von etwa 6 m Länge entnommen. Diese Probenabschnitte wurden in unmittelbar aneinander schließende Probestücke von 50 mm Länge zerteilt und mit ihnen Schienenfuß-Biegeversuche durchgeführt. Der Vergleich lehrte erstens eine starke Streuung der Durchbiegungs-

werte über die Länge der Schienen, zweitens ein durchschnittlich günstigstes Verhalten der Z-Schiene, weniger günstiges der B-Schiene und ungünstigstes der A-Schiene sowie drittens ein im ganzen günstigeres Verhalten der Schmelze II gegenüber der Schmelze I. Die unter zweitens und drittens genannten Unterschiede treten klar zutage, wenn die Durchbiegungswerte in Häufigkeitskurven zusammengefaßt werden (Bild 15).

Die Häufigkeitshöchstwerte der Durchbiegung haben folgende Werte:

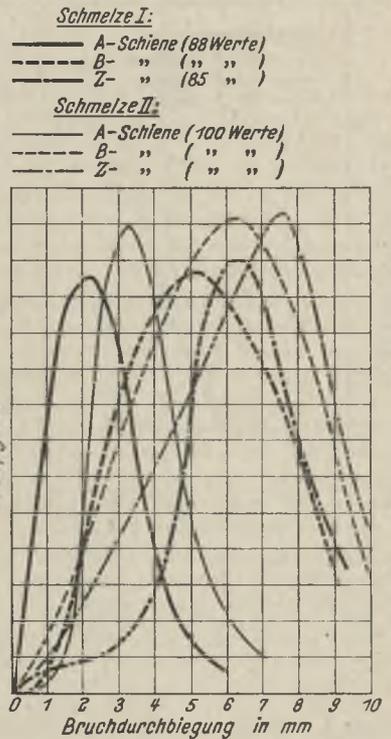


Bild 15. Häufigkeitsverteilung der Bruchdurchbiegung bei Schienenfuß-Biegeversuchen an 50 mm langen hintereinanderliegenden Abschnitten von A-, B- und Z-Schienen S 49a aus Siemens-Martin-Stahl (nach R. Walzel).

	Schmelze I	Schmelze II
A-Schiene	2,1 mm	3,3 mm
B-Schiene	4,9 mm	6,2 mm
Z-Schiene	6,3 mm	7,6 mm

Die beiden Schmelzen haben die gleiche Zugfestigkeit (78 kg/mm²) bezogen auf das blockfußseitige Ende der Z-Schienen; sie unterscheiden sich jedoch in der chemischen Zusammensetzung und in der Biegefähigkeit der A-Schienen beim Schlagbiegeversuch nach Reichsbahnvorschrift⁷⁾ wie folgt:

	C	Si	Mn	P	S	Erreichte Durchbiegung beim 5. Schlag (ohne Bruch)
	0/100	0/100	0/100	0/100	0/100	
Schmelze I	0,62	0,11	0,73	0,039	0,028	95 mm
Schmelze II	0,54	0,25	0,82	0,047	0,041	106 mm

Die chemische Zusammensetzung von Schmelze II ist somit günstiger.

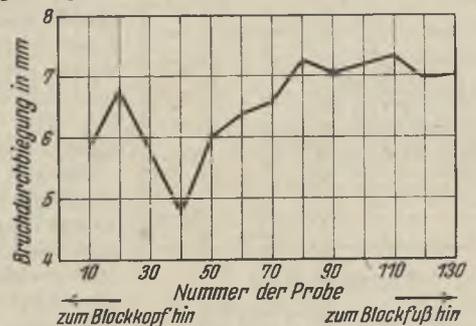


Bild 16. Streuung der Durchbiegungswerte beim Schienenfuß-Biegeversuch an hintereinanderliegenden 100 mm langen Proben aus einer 15 m langen A-Schiene, S 49 aus Thomasstahl (nach A. Koegel und W. Jäniche).

⁷⁾ Technische Lieferbedingungen der Deutschen Reichsbahn für Schienen und Zungenschienen. Drucksache 91 616 vom März 1934.

A. Koegel und W. Jäniche haben ebenfalls Versuche hierzu durchgeführt. Eine 15 m lange A-Schiene wurde in 130 Teile unterteilt. Das Ergebnis der erreichten Durchbiegung zeigt *Bild 16*, wobei der Mittelwert je zehn hintereinanderliegender Proben in der Kurve aufgetragen ist. Der Mittelwert an dieser A-

Schiene liegt mit einer Durchbiegung von 6,5 mm, trotz der Lage der A-Schiene im Blockkopf, wesentlich über dem des Durchschnitts, ein Zeichen, wie sehr man dem Einfluß örtlicher Verhältnisse bei dem Fußbiegeversuch ausgesetzt ist.

[Schluß folgt.]

Der kernlose Induktionsofen in der Stahlgießerei

Von Fritz Harms

[Bericht Nr. 421 des Stahlwerksausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.*.]

(Beschreibung einer Anlage, die aus zwei 2,5-t- und einem 0,5-t-Ofen besteht. Durchschnittliche Erzeugung der Anlage. Abbrandverhältnisse. Vorteile des kernlosen Induktionsofens. Anlagekosten, Stromverbrauch, Zustellungskosten, Schmelzdauer.)

Der kernlose Induktionsofen hat sich aus kleinen Versuchsanstaltsöfen im Laufe der letzten 15 Jahre in immer mehr steigendem Maße zu einem Betriebsofen entwickelt. Das Fassungsvermögen lag anfangs in der Größenordnung bis zu 50 kg Inhalt, während heute Öfen mit 8 t Inhalt schon mehrere Jahre in Betrieb sind. Die gebräuchlichsten Ofengrößen liegen je nach Verwendungszweck zwischen 1 und 5 t Inhalt. Im Schrifttum^{1) bis 15)} ist schon viel über den kernlosen Induktionsofen zu finden. Im folgenden soll nun der Versuch unternommen werden, die besondere Bedeutung dieser Ofenart in der Stahlgießerei zu beschreiben, in der der kernlose Induktionsofen in den letzten fünf Jahren in verstärktem Maße Eingang gefunden hat.

Die Anlage, von der hier berichtet wird, sei kurz beschrieben. In diesem Zusammenhang kann auf die ausführliche Beschreibung der Wirkungsweise des kernlosen Induktionsofens von F. Pölguter⁴⁾ hingewiesen werden (siehe auch *Bild 1*).

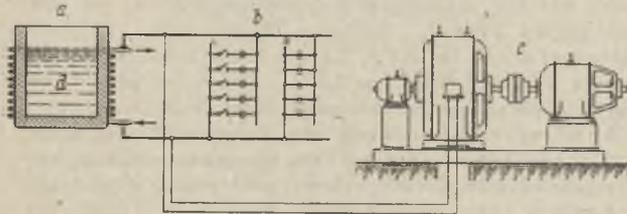


Bild 1. Schematische Darstellung der Anlage eines kernlosen Induktionsofens.

Anlage

Die gesamte Anlage ist von der AEG gebaut worden. Der erste 2,5-t-Ofen wurde im Herbst 1937, der zweite 2,5-t- und der 500-kg-Ofen im Frühjahr 1938 in Betrieb

* Vorgetragen auf der Tagung der Eisenhütte Südost. Bezirksverband des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT. am 4. Dezember 1943. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Pörsneck, Postschließfach 146, zu beziehen.

¹⁾ Dörrenberg, O., und N. Broglio: Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 617/29 (Stahlw.-Aussch. 183).

²⁾ Broglio, N.: Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 605/13 u. 635/44 (Stahlw.-Aussch. 208).

³⁾ Hessenbruch, W.: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 13 (1931) S. 169/81; vgl. Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 1200/01.

⁴⁾ Pölguter, F.: Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 513/20 (Stahlw.-Aussch. 207).

⁵⁾ Beckmann, E.: AEG-Mitt. 1933, S. 111.

⁶⁾ Siegel, H.: Siemens-Z. 13 (1933) S. 147/50.

⁷⁾ Tama, M.: Z. VDI 77 (1933) S. 190.

⁸⁾ Siegel, H.: Arch. Eisenhüttenw. 7 (1933/34) S. 21/23.

⁹⁾ AEG-Mitt. 1934, S. 33.

¹⁰⁾ Kauchtschischwili, M.: Siemens-Z. 14 (1934) S. 331/32.

¹¹⁾ Badenheuer, F.: Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 821/28 (Stahlw.-Aussch. 294).

¹²⁾ Pölguter, F.: Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 773/79 (Stahlw.-Aussch. 293).

¹³⁾ Nathusius, H.: Elektrowärme 5 (1935) S. 193/98.

¹⁴⁾ Broglio, N.: Gießerei 24 (1937) S. 73/80; vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 147.

¹⁵⁾ Weitzer, H.: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 1353/58 (Stahlw.-Aussch. 362).

genommen. Nach anfänglichen Schwierigkeiten arbeiten die Öfen heute pausenlos in 24stündigem Betrieb. Ein 2,5-t-Ofen hat eine durchschnittliche Monatserzeugung von 450 bis 500 t flüssigem Stahl, von denen ungefähr 400 t Stahlguß und 100 t Blöcke (Umschmelzen) sind. Die Tiegelhaltbarkeit der sauer zugestellten Öfen beträgt 140 bis 160 Schmelzen mit einem Nachfritten von ungefähr 22 zu 22 Schmelzen. Diese Haltbarkeit ist als sehr gut anzusprechen, wenn man bedenkt, daß sehr viele heiße Schmelzen, auch mit hohem Mangan-gehalt, für dünnwandigen Stahlguß erzeugt werden.

Die Umformer sind aus räumlichen Gründen in 100 m Entfernung von den Öfen aufgestellt und werden von der Schalttafel auf der Ofenbühne ferngesteuert. Die Generatoren geben im Dauerbetrieb einen Strom von 700 kW mit 600 Perioden. Unter der Ofenbühne befindet sich der Kondensatorenkeller, der durch Ventilatoren belüftet wird (*Bild 2*). Für jeden



Bild 2. Kondensatorenkeller.

2,5-t-Ofen sind 46 Kondensatoren aufgestellt mit je 204 kVA bei 3000 V und 600 Perioden. Der 500-kg-Ofen hat eine Kondensatorenatterie von 13 Einheiten zu je 204 kVA bei 2000 V und 600 Perioden. Dazu ist noch zu bemerken, daß der 500-kg-Ofen mit dem einen 2,5-t-Ofen zusammen an einem Umformer hängt und parallel mit diesem gefahren werden kann. Der Strom gelangt durch einen Sonderölschalter in die Spule. Dieser Schalter befindet sich ebenfalls im Kondensatorenkeller. Er ist mit der Ofenkipprichtung so verriegelt, daß ein Kippen nur bei ausgeschaltetem Ölschalter möglich ist. Eine Gefährdung der Schmelzer wird dadurch unmöglich gemacht.

Die verwendeten Kondensatoren sind öselbstgekühlt. *Bild 3* zeigt einen solchen der Bauart AEG. Er hat ein Oelausdehnungsgefäß mit Oelstandanzeiger.

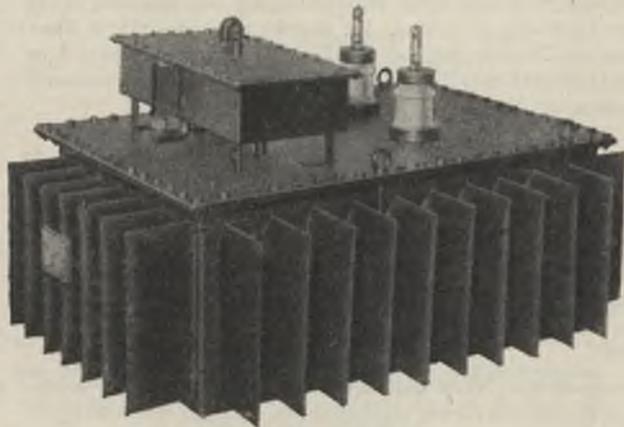


Bild 3. Luftgekühlter Hochfrequenzkondensator.

Außerdem haben alle Kondensatoren ein Kontaktthermometer mit fest eingeschmolzenem Höchstkontakt (65°C). Hierbei sei bemerkt, daß in den sechs Betriebsjahren noch nicht ein Kondensator ausgewechselt

werden mußte, noch sonstige Schwierigkeiten sich ergaben.

Die Bauart des eigentlichen Ofengefäßes zeigt Bild 4. Durch Holzrahmen wird die Spule gegen den zylindrischen Kupfermantel radial abgesteift und außerdem durch Niederhaltevorrichtungen aus unmagnetischen Stoffen auf die Bodensteine herabgedrückt, wodurch ein Abheben der Spule beim Wachsen der Zustellungsmasse vermieden wird.

Die Spulen-Niederhalteflacheisen sind gegen Spule und Ofen isoliert. Durch den Ofenkupfermantel werden die Streufelder abgeschirmt, und eine stabile Bandagierung mit Eisen ist dadurch möglich. In dem Ofenmantel befinden sich mehrere Klappen, die eine Ueberwachung der Spule während des Betriebes ermöglichen (Bild 5).

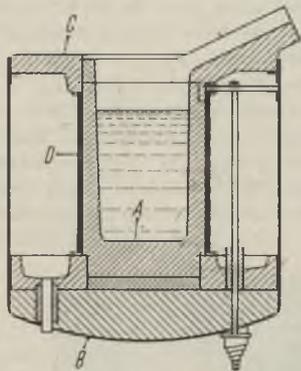


Bild 4. Schnitt durch einen kernlosen Induktionsofen.

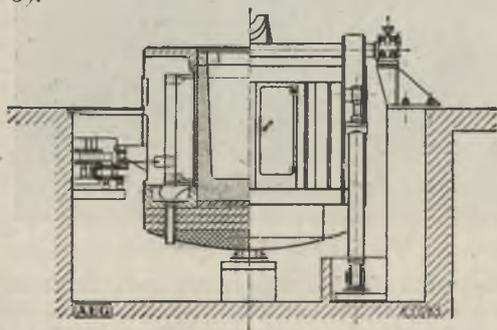


Bild 5. Kernloser Induktionsofen.

Die Spule des 2,5-t-Ofens hat 32 Windungen, einen Durchmesser von 920 mm und eine Höhe von 940 mm. Der Querschnitt der Spule beträgt $26 \times 17\text{ mm}^2$ bei einer Wandstärke von 3 mm. Die Spule wird durch Wasser gekühlt und hat zu diesem Zweck sechs Wasseranschlüsse (Bild 6). Um unzulängliche Erwärmungen zu vermeiden, wird die Temperatur des austretenden Wassers mit Thermometern gemessen. Die einzelnen Windungen der Spule sind durch Plättchen einer isolierenden Masse voneinander getrennt, um Ueberschläge zu vermeiden.

Das Kippen des Ofens erfolgt hydraulisch. Die Preßwasserpumpe befindet sich neben dem Ofen. Die Kippachse des Ofens geht durch die Schnauze, wo-

durch ein Wandern des Gießstrahles vermieden wird. Die Kippdauer beträgt 25 bis 30 s. Der Ofen kann um einen Winkel von 115° gekippt werden, wobei eine vollständige Entleerung des Gefäßes bewirkt wird.

Der Ofen wird sauer zugestellt, und zwar wird heute so gearbeitet, daß bei der Neuzustellung dem Quarzitmehl 1% reine Borsäure als Frittmittel zugesetzt wird, während sich beim Nachfritten ein Zusatz von 1% Borabfällen oder 1,2% eines Sonderfrittmittels der I.G. Farbenindustrie V 26 E als ausreichend erwiesen hat.

Erfahrungen

Wenn nun auf die Erfahrungen mit den seit sechs Jahren in Betrieb befindlichen Ofen eingegangen wird, so kann bereits eingangs gesagt werden, daß sie alle Erwartungen erfüllt haben. Die Leistung der Anlage von monatlich fast 1000 t flüssigen Stahles, in manchen Monaten sogar mehr, ist als außerordentlich gut zu bezeichnen. Diese Leistung ist jedoch nur erreichbar durch die hohe Tiegelhaltbarkeit, wenngleich auch eine Neuzustellung nur 16 bis 18 h und das Nachfritten 4 h in Anspruch nimmt. Die saure Zustellung hat sich für die kernlosen Induktionsofen sehr gut bewährt, die ja heute allgemein mit Ausnahme einiger Sonderfälle üblich ist¹⁴⁾.

Die saure Zustellung bedingt jedoch, daß der Schmelzvorgang als reines Umschmelzverfahren mit einer kurzen Feinung geführt wird. Eine Entphosphorung und Entschwefelung ist nicht möglich.

Durch die saure Zustellung ergeben sich äußerst günstige Abbrandverhältnisse, die denen des Lichtbogenofens weit überlegen sind¹⁵⁾. Besonders bei der Herstellung von legierten Stählen aus Abfällen, auch bei nur schwachen Legierungsgehalten, ist dies ein großer Vorteil. So hat z. B. Vanadin nur einen Abbrand von 8 bis 10%, Chrom einen solchen von ungefähr 3% und Wolfram 2,5%. Daher ist diese Ofenart wie keine andere für die Herstellung von hochlegiertem Guß für verschleißfeste, hitze- und korrosionsbeständige Teile geeignet, da man weitgehend alle Abfälle schnell und leicht wieder umschmelzen kann, ohne größere Mengen an Legierungsmetallen zu verlieren.

Aber auch bei Mangan liegen die Abbrandverhältnisse bei richtiger Handhabung in gewissen Grenzen noch günstig. So ergab z. B. der Ferromanganverbrauch in kg Reimangan/t bei einem Stahl von 1,2 bis 1,5% Mn im kernlosen Induktionsofen nur einen Verbrauch von 11 kg, während für dieselbe Stahlart im basischen Lichtbogenofen 12,5 bis 13 kg verbraucht werden. Daß dieser Stahl durchaus den Anforderungen entspricht, ist aus der Zahlentafel 1 zu entnehmen.

In der Zahlentafel 2 findet sich eine Zusammenstellung von unlegierten Stahlgußschmelzen, die im kernlosen Induktionsofen hergestellt wurden. Die Zahlentafel 1 zeigt eine solche von legierten Stahlgußsorten in vergütetem Zustand. Alle Werte stammen von Proben, die bei jeder Schmelze in der jeweiligen Formmasse mitgegossen wurden. Die Form der Probe zeigt Bild 7.



Bild 6. Wassergekühlte Ofenspule.

Zahlentafel 1. Legierte Stahlsorten aus dem kernlosen Induktionsofen (vergütet)

Stahlsorte	Zusammensetzung in ‰								Physikalische Werte					
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Streckgrenze kg/mm ²	Festigkeit kg/mm ²	Dehnung (L = 5 d) %	Einschnürung %	Kerbzähigkeit mkg/cm ²	Kerbzähigkeit - 45° mkg/cm ²
Cr-Mo-V-Stahl	0,24	0,45	1,02	0,022	0,018	1,48	0,22	0,04	123,5	130,0	10,8	47	4,3	2,61
	0,20	0,43	0,98	0,022	0,018	1,61	0,22	0,10	114,7	126,6	10,2	38	4,0	2,22
	0,20	0,41	1,07	0,019	0,017	1,59	0,18	0,06	117,1	125,2	11,4	47	4,9	1,69
	0,23	0,50	1,00	0,021	0,016	1,44	0,19	0,07	116,2	127,3	11,1	48	3,5	1,91
	0,21	0,50	0,99	0,020	0,019	1,59	0,22	0,11	117,1	124,0	13,5	49	3,8	2,50
Cr-V-Stahl	0,29	0,44	0,72	0,020	0,014	0,93	—	0,12	97,4	103,7	15,0	56	9,7	4,8
	0,28	0,42	0,60	0,021	0,015	0,89	—	0,19	97,5	105,1	14,3	49	6,5	5,3
	0,27	0,41	0,68	0,019	0,014	0,85	—	0,10	94,5	101,9	15,2	59	9,1	5,2
	0,30	0,42	0,67	0,019	0,014	0,95	—	0,08	98,5	105,0	14,0	51	9,7	5,0
	0,28	0,40	0,68	0,019	0,013	0,92	—	0,07	96,2	102,9	15,5	57	8,3	5,7
Mn-V-Stahl	0,30	0,42	1,35	0,017	0,019	—	—	0,17	87,9	96,2	14,8	56	9,1	—
	0,30	0,50	1,54	0,024	0,020	—	—	0,14	94,9	98,5	18,7	52	6,75	—
	0,28	0,50	1,54	0,025	0,021	—	—	0,14	85,9	92,1	17,2	59	7,3	—
	0,29	0,55	1,41	0,029	0,023	—	—	0,11	82,2	90,3	15,7	58	8,1	—
	0,27	0,44	1,44	0,032	0,022	—	—	0,14	83,9	92,8	15,2	58	9,2	—
Cr-Mo-V-Stahl	0,40	0,47	0,63	0,025	0,013	2,29	0,25	0,11	67,3	85,2	19,0	49	11,7	—
	0,35	0,37	0,66	0,020	0,016	2,22	0,27	0,09	64,0	80,1	19,0	54	14,6	—
	0,40	0,40	0,61	0,024	0,012	2,31	0,29	0,10	76,6	90,2	17,0	54	13,1	—
	0,35	0,41	0,59	0,025	0,018	2,20	0,31	0,10	78,8	90,7	11,8	32	10,8	—
	0,35	0,35	0,58	0,025	0,016	2,39	0,26	0,08	78,7	85,6	13,0	40	9,2	—
Mn-V-Stahl	0,29	0,47	1,18	0,027	0,016	—	—	0,11	76,1	85,8	16,5	60	—	—
	0,31	0,31	1,47	0,023	0,007	—	—	0,13	65,0	77,1	17,8	61	—	—
	0,27	0,42	1,31	0,030	0,022	—	—	0,10	70,1	79,7	17,4	62	—	—
	0,28	0,41	1,30	0,029	0,022	—	—	0,11	69,6	89,3	18,0	60	—	—
	0,30	0,42	1,30	0,025	0,018	—	—	0,11	72,5	82,7	18,0	61	—	—

Die im kernlosen Induktionsofen erreichten physikalischen Werte sind sehr gut und denen des im Lichtbogenofen erschmolzenen Stahles vollkommen gleichwertig, ja zum größten Teil sogar überlegen.

Vorteile des kernlosen Induktionsofens in der Stahlgießerei

Gute Temperaturregelbarkeit und Ueberhitzungsmöglichkeit. Die Bauart des

kernlosen Induktionsofens gestattet es, während des Warmfahrens der Schmelzen die Temperatur durch einfaches Beiseiteziehen der Schlacke genau zu überwachen. Durch zusätzliche Stromzufuhr kann im letzten Augenblick vor dem Abstich die Schmelze auf die gewünschte Temperatur gebracht werden, während beim Siemens-Martin-Ofen oder Lichtbogenofen eine nicht rechtzeitig erreichte Abstichtemperatur im letzten Augenblick nur auf Kosten der Ofenzustellung erreicht werden kann.

Zahlentafel 2. Unlegierte Stahlsorten aus dem kernlosen Induktionsofen

DIN	Zusammensetzung in ‰					Festigkeitswerte			
	C	Si	Mn	P	S	Streckgrenze kg/mm ²	Festigkeit kg/mm ²	Dehnung %	Einschnürung %
38.81	0,20	0,42	0,65	0,029	0,043	28,6	44,3	27,5	61
38.81	0,20	0,40	0,67	0,044	0,053	25,2	44,2	29,5	62
38.81	0,18	0,38	0,58	0,034	0,041	25,5	41,7	29,6	62
38.81	0,17	0,39	0,54	0,035	0,020	25,5	42,0	29,7	60
38.81	0,16	0,40	0,62	0,023	0,017	27,4	43,3	30,3	64
45.81	0,24	0,49	0,58	0,029	0,020	26,5	47,7	26,0	46
45.81	0,27	0,45	0,70	0,031	0,030	36,3	51,5	27,1	55
45.81 D	0,26	0,35	0,35	0,037	0,040	30,5	50,3	22,8	42
45.81	0,23	0,49	0,59	0,031	0,035	31,5	48,7	22,9	44
45.81	0,25	0,38	0,67	0,028	0,033	28,0	47,1	27,3	54
52.81	0,28	0,46	0,65	0,044	0,042	28,0	53,9	31,0	55
52.81	0,32	0,39	0,64	0,025	0,035	29,1	54,7	28,1	53
52.81	0,29	0,46	0,69	0,027	0,027	30,6	55,9	27,2	46
52.81	0,29	0,46	0,59	0,035	0,035	29,0	51,9	24,3	47
52.81	0,28	0,38	0,62	0,029	0,041	29,3	55,7	27,2	54
60.81	0,38	0,39	0,58	0,039	0,040	39,8	65,6	16,0	32
60.81	0,38	0,48	0,70	0,033	0,041	34,7	60,8	18,4	33
60.81	0,45	0,47	0,73	0,034	0,036	34,4	66,0	20,4	40
60.81	0,37	0,36	0,53	0,029	0,041	38,2	67,2	19,4	41
60.81	0,37	0,40	0,69	0,025	0,041	36,6	66,9	18,2	31

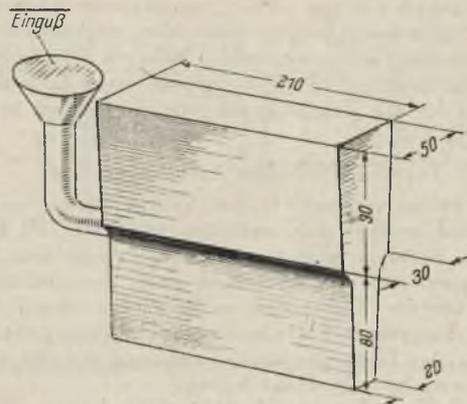


Bild 7. Probenplatte.

Sehr heiße Schmelzen, die mit Handpfannen vergossen werden, werden in den Stahlgießereien häufig für kleine und dünnwandige Stücke verlangt. Diese Temperaturen sind in den kernlosen Induktionsofen spielend und ohne besonders hohen Verschleiß der Ofenzustellung zu erreichen. Im Siemens-Martin-Ofen und Lichtbogenofen muß diese Temperatur während des Frischvorganges erreicht und dann während des Des-

oxydferens oder Feinens gehalten werden. Durch dieses lange Halten auf Höchsttemperatur leidet die Ofenzustellung sehr stark, während der kernlose Induktionsofen erst im letzten Augenblick auf diese hohe Temperatur gebracht zu werden braucht.

Stetige Betriebsbereitschaft. Für eine Stahlgießerei ist es unter Umständen wichtig, einen Ofen zu haben, der nur zeitweise arbeitet, aber jederzeit betriebsbereit ist. In dieser Forderung ist der kernlose Induktionsofen allen anderen in der Stahlgießerei üblichen Ofenarten überlegen. Ein längeres Stehen hat auf den Tiegel keinerlei Einfluß. Nach Einsetzen und Anlaufenlassen des Umformers kann der Ofen nach wenigen Minuten wieder schmelzen.

Dauer der Schmelzen. Die hervorstechende Eigenschaft des kernlosen Induktionsofens ist seine kurze Schmelzdauer, die von keiner anderen Ofenart erreicht wird. In der beschriebenen Anlage dauert eine unlegierte Stahlgußschmelze 2 h 30 min bis 2 h 40 min. Es ist jedoch ohne weiteres möglich — und es bestehen bereits solche Anlagen mit erhöhter Umformerleistung —, die Dauer der Schmelzen auf eine Zeit von weniger als 2 h zu drücken. Diese Leistung ist weder im Lichtbogenofen mit einer Schmelzzeit von 3½ bis 4 h, noch vom Siemens-Martin-Ofen mit ungefähr 5stündiger Schmelzdauer zu erreichen.

Nachteile des kernlosen Induktionsofens

Schrottbeschaffenheit. Da durch die saure Zustellung weder entphosphort noch entschweifelt werden kann, ist der kernlose Induktionsofen auf verhältnismäßig sauberen Schrott angewiesen. Hierbei braucht jedoch nicht allzu ängstlich verfahren zu werden, da an sich bei diesem Schmelzverfahren sehr gute Werte erzielt werden. In der im Bericht erwähnten Anlage ist oft mit stark verrostetem Schrott, wie Laschen, Schwellen und ähnlichen Oberbauteilen der Reichsbahn, im Einsatz gearbeitet worden, ohne daß sich eine schlechte Auswirkung auf die physikalischen Werte ergab. Weiter werden auch Schwellen, Walzriegel und ähnliches bis zu 3 m Länge eingeschmolzen, was keinerlei Schwierigkeiten bereitet. Desgleichen ist es auch möglich, Späne bis zu 20 % im Einsatz zu verwenden. Diese dürfen allerdings nicht bauschig sein.

Immer muß jedoch ein guter Fülligkeitsgrad des Ofens angestrebt werden, was aber in einer Stahlgießerei durch den Anfall an Steigern und Eingüssen immer zu erreichen ist.

Anlagekosten. Die komplizierte Anlage mit ihrem Umformeraggregat und den vielen Kondensatoren bedingt einen wesentlich höheren Anschaffungspreis. Er liegt bei einem Vergleich zum Lichtbogenofen, der für die gleiche Erzeugung vorgesehen ist, fast um 100 % höher.

Vergleich mit dem Lichtbogenofen

Der Stromverbrauch ist bei beiden Ofenarten etwa gleich und bewegt sich zwischen 600 und 700 kWh/t flüssigem Stahl, je nach gewünschter Temperatur. Beim Lichtbogenofen kommen jedoch noch die zusätzlichen Kosten für die Elektroden in Betracht. Auch liegen die Zustellungskosten des basischen Lichtbogenofens um ungefähr das Doppelte höher, während die des sauren ungefähr die gleiche Höhe haben.

Die Schmelzdauer und damit eine höhere Stundenleistung des kernlosen Induktionsofens liegt weit über der des Lichtbogenofens. Dieses trifft sowohl für Aufbau- als auch für Umschmelzen zu. In einer Stahlgießerei ist dies von großer Wichtigkeit, da man durch eine kleine Ofeneinheit dieselbe Menge Rohstahl erzeugen kann. Das heißt, man bekommt viele kleine Schmelzen in kleinen Zeitabständen, wodurch sich die benötigte Formfläche erheblich verringert. In der vorhandenen Anlage wird dieselbe Menge Rohstahl von

einem basischen 4-t-Lichtbogenofen und einem kernlosen Induktionsofen von 2,5 t Schmelzleistung erzeugt. Bei neueren Anlagen mit zwei Ofengefäßen an einem größeren Umformer verschiebt sich dieses Bild noch mehr zugunsten des kernlosen Induktionsofens, so daß man ganz allgemein sagen kann, daß ein kernloser Induktionsofen für dieselbe Rohstahlerzeugung nur das halbe Fassungsvermögen eines Lichtbogenofens benötigt.

Von besonderer Bedeutung ist auch noch, daß der kernlose Induktionsofen, besonders wenn mehrere Ofengefäße an einem Umformer hängen, immer die gleiche Stromabnahme hat, während der Lichtbogenofen in der Zeit des Einschmelzens bei hoher Spannung einen wesentlich höheren Stromverbrauch hat als beim Frischen und Feinen. Außerdem fallen beim kernlosen Induktionsofen alle Stromstöße während des Einschmelzens weg (Bild 8).

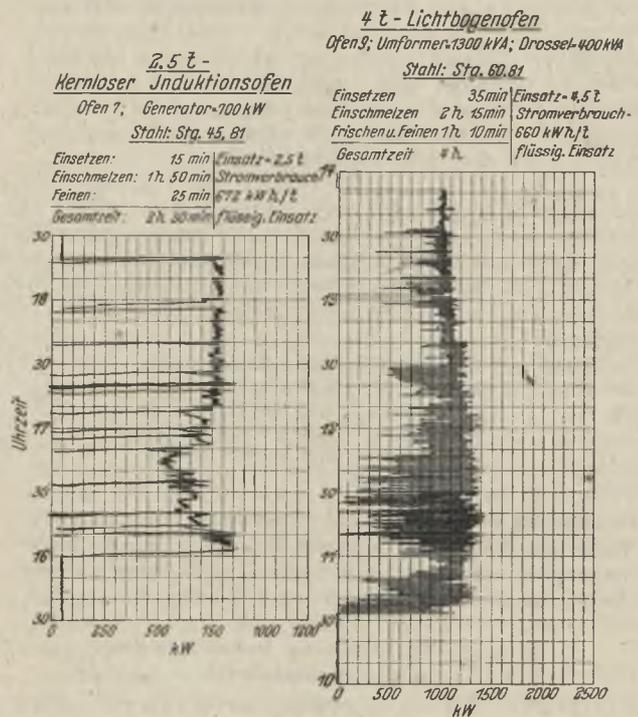


Bild 8. Belastungsschaubild von kernlosem Induktionsofen und Lichtbogenofen.

Von den guten Abbrandverhältnissen des kernlosen Induktionsofens war bereits weiter oben die Rede, jedoch ist in diesem Zusammenhang noch der Hinweis wichtig, daß in dieser Ofenart kein Kohlenstoff während des Schmelzens aufgenommen wird. Bei der Herstellung von hochlegierten Gußteilen mit niedrigen Kohlenstoffgehalten ist dies von großem Vorteil.

Zusammenfassung

Es wird über den kernlosen Induktionsofen in der Stahlgießerei berichtet. Im Vergleich mit den anderen Ofenarten wird festgestellt, daß der kernlose Induktionsofen diesen überlegen ist in der guten Temperaturregelbarkeit und der einfachen Ueberhitzungsmöglichkeit. Ferner ist er jederzeit betriebsbereit und hat eine sonst nicht erreichbare kurze Schmelzdauer. Der niedrige Legierungsabbrand wird von keiner anderen Ofenart erreicht. Die Stromabnahme bleibt fast gleich, Stromstöße treten nicht auf.

Als Nachteile werden die Abhängigkeit vom Einsatz sowie die hohen Anlagekosten festgestellt. Diese Nachteile werden jedoch besonders in einer Stahlgießerei, die kleine und dünnwandige Stücke herstellt und somit viele kleine und heiße Schmelzen benötigt, weit durch die Vorteile überwogen.

Umschau

Einrichtung eines Sturzenwärmofens mit Brennern für Zweigasbeheizung

In einem Blechwalzwerk sollte auf Anraten und unter Mitwirkung der „Wärmestelle Düsseldorf“ bei einem älteren bisher ferngasbeheizten Sturzenwärmofen mit Hubbalkenförderung das hochwertige Ferngas eingespart und durch werkseitiges Hochofengas ersetzt werden. In Zeiten mit Gichtgasmangel jedoch sollte die Wärmung wie bisher durch Ferngas gesichert sein. Bild 1 zeigt einen Schnitt, Bild 2 einen Teil der Seitenansicht des umgebauten Ofens. Der Ofendurchsatz beträgt bei einer Herdfläche von rd. 33 m² etwa 5 t/h.

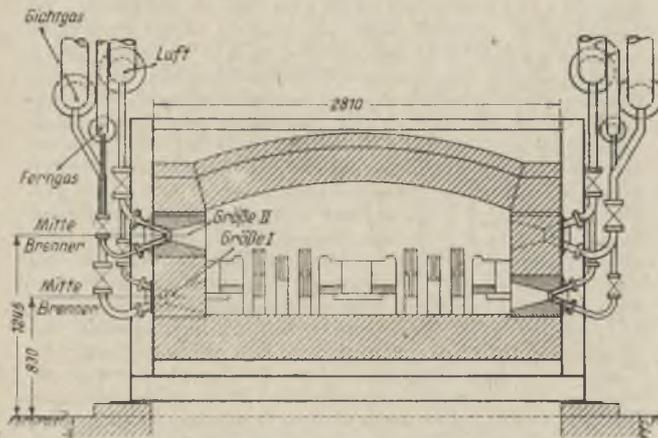


Bild 1. Schnitt durch den Sturzenwärmofen.

ersten bis zum letzten Brenner auftrat. Sodann wurden in die Brennerleitungen Drosselscheiben eingeschaltet. Werden die einzelnen Drosselscheiben unter sich genau gleich ausgeführt und beträgt der hierin hervorgerufene Druckverlust ein Mehrfaches der sonstigen Leitungsverluste, so wird die erwünschte gleichmäßige Gas- und Luftverteilung erzielt. Vorbedingung sind jedoch genügend hohe Vordrücke.

Die Gemiseinstellung, also das Gas-Luft-Verhältnis und die allgemeine Temperaturhöhe im Ofen, wird durch Schieber in den drei Hauptleitungen geregelt. Eine Ueberprüfung erfolgt durch vor diesen Schiebern eingebaute Meßstrecken. Die Differenzdruckhöhen an den Staurändern wirken auf zwei angeschlossene schreibende Doppelringwaagen für Gas und Luft, die eine für den Ferngas, die andere für den Gichtgasbetrieb.

Die Temperaturverteilung im Ofen erfolgt durch vollständiges Öffnen oder vollständiges Schließen der Absperrhähne am einzelnen Brenner. Da es bei einer größeren Anzahl von Brennern unmöglich ist, jeden einzelnen durch entsprechende Einstellung des Hahnküchens auf richtige Verbrennung einzustellen, wurde den Ofenleuten eine Zwischenregelung an diesen Hähnen untersagt. Auf diese Weise ist an jedem Brenner immer das gewollte gleiche Gas-Luft-Verhältnis gesichert, das für den gesamten Ofen am Hauptschieber eingestellt wird, und es ist trotz den am Ofen vorhandenen 54 Brennern für jede Gasart ein einwandfreier wirtschaftlicher Betrieb gewährleistet. Die Ofeneinstellung ist vom Gefühl des bedienenden Ofenmannes unabhängig geworden.

Gichtgas- und Ferngasbrenner sind so aufeinander abgestimmt, daß bei einer Umstellung von der einen auf die andere Gasart der Luftschieber in der Hauptleitung nicht betätigt zu werden braucht. Es stellt sich vielmehr selbsttätig die Luftmenge ein, die zur Erzeugung der gleichen Wärmezufuhr zum Ofen mit der neu einzustellenden Gasmenge erforderlich ist. Wird der Ofen z. B. mit Ferngas angeheizt und soll hernach auf Gichtgas umgestellt werden, so geht der Ofenmann am Ofen vorbei, schaltet den ersten Ferngasbrenner ab (Gas und Luft), den ersten Gichtgasbrenner auf (Gas und Luft) und so fort. Innerhalb etwa 5 min ist so die Umstellung erfolgt. Danach begibt er sich zum Meßstand, dreht den Ferngasschieber zu und verbessert die Einstellung des schon zu Beginn der Umstellung schätzungsweise geöffneten Gichtgasschiebers, bis die Schreibhöhe mit der angezeigten Luftmenge überein-

Im Gegensatz zu der vorhandenen Beheizung mit 34 Selbstansaugebrennern wurde zuerst beschlossen, bei der Neuausrüstung auf Ventilatorluft-Niederdruckbrenner überzugehen, um die Verbrennungseinstellung jederzeit beeinflussen zu können. Die verschiedenen Heizwerte von Ferngas und Gichtgas sowie die unterschiedlichen Verbrennungsluftmengen ließen es jedoch nicht zu, dem Ofen beide Gasarten durch ein und denselben Brenner zuzuführen. Desgleichen wurde ein Mischgasbetrieb wegen stark wechselnden Heizwertes als undurchführbar angesehen. Es wurde daher vorgeschlagen, den Ofen mit getrennten Brennern für Ferngas und Gichtgas auszurüsten und hierfür den in der Ausführung einfachen und im Betrieb sicheren Flachbrenner zu verwenden.

Um es dem Ofenmann zu ermöglichen, die für Werkstoff und Arbeitsweise bestgeeignete Temperaturverteilung in dem etwa 16 m langen Durchlaufofen einzustellen, war eine weitgehende Aufteilung der zuzuführenden Wärme erwünscht. Es wurden daher auf jeder Ofenseite je 16 gleiche Oberbrenner und 11 gleiche Unterbrenner für Gichtgas vorgesehen, im ganzen also 108 Brenner. Sie wurden so bemessen, daß die Gasverteilung 75 % für Oberbeheizung und 25 % für Unterbeheizung betrug. Die weitere Forderung war, für jede Gasart sämtliche Oberbrenner unter sich vollkommen gleich zu belasten und ebenso alle Unterbrenner. Nur dann war es möglich, an jedem Brenner das gewünschte Gas-Luft-Verhältnis zu erhalten.

Die Hauptleitungen für Ferngas, Gichtgas und Luft verzweigen sich über Ofenmitte in je zwei Verteilungsleitungen für jede Ofenseite. Hieran sind die einzelnen Brennerleitungen angeschlossen; jede kann mit einem einfachen Absperrhahn (kein Regelhahn) abgeschlossen werden. Bedingung war, die Verteilungsleitungen so groß zu bemessen, daß in ihnen kein nennenswerter Druckabfall vom

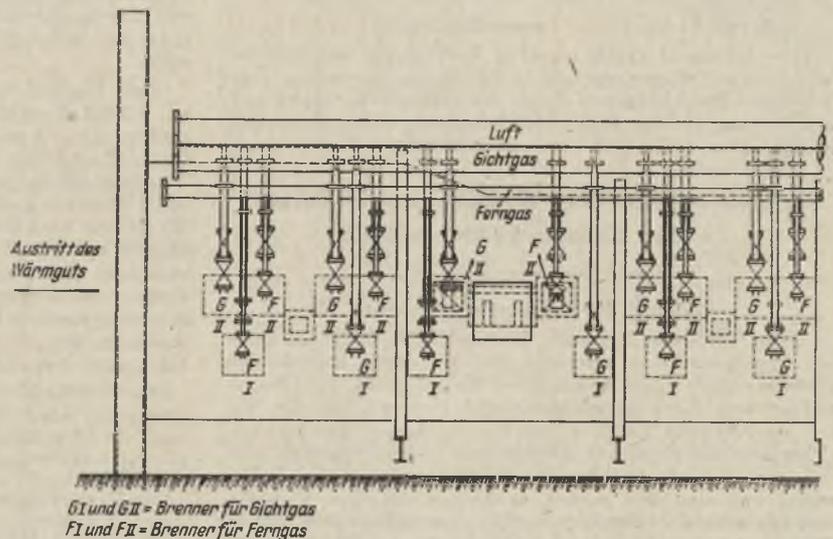


Bild 2. Seiten-Teilansicht des umgebauten Ofens.

stimmt. Dann wird dem Ofen die gleiche Wärmemenge zugeführt wie vorher beim Ferngasbetrieb. Tritt Gichtgasmangel ein, so kommt eine kurze telefonische Benachrichtigung vom Hochofenwerk, und in einigen Minuten ist der Betrieb in gleicher Weise wieder auf Ferngas umgestellt, ohne daß am Ofen eine Aenderung der Wärmezufuhr erfolgt oder sogar die Ofenarbeit eine Verzögerung erleidet.

Nach viermonatiger Betriebsdauer, in welcher Zeit der Ofen zur vollen Zufriedenheit des Betriebes gearbeitet hatte, wurde ein Leistungsversuch sowohl bei Gichtgasbetrieb als auch bei Ferngasbetrieb durchgeführt. Die (nicht ganz ausgenutzte) Ofenleistung war durch die Leistung der Walzenstraße gegeben und betrug etwa 5 t/h. Dies entspricht einer Herdflächenleistung von rd. 150 kg/m² Herdfläche und Stunde. Hierbei waren nur etwa drei Viertel der Brenner in Betrieb. Die Sturzen laufen in doppelter Reihe durch den Ofen, eine Reihe mit kaltem Einsatz, die zweite Reihe mit einer Einsatztemperatur von 200°. Die Ziehtemperatur betrug im Mittel etwa 800°, wobei die Pakete, auf der Ober- und Unterseite gleich warm, den Ofen vollkommen zunderfrei verließen. Der Wärmeverbrauch ergab sich im Mittel bei Ferngas zu 200 kcal/kg bei einem Gasüberschuß von 17,5 %, bei Gichtgas zu 300 kcal/kg bei einem Gasüberschuß von 37 %. Die Ofeneinstellung war dem Betrieb ganz überlassen worden.

Durch die Pumpwirkung des doppelten Hubbalkensystems gelangen große Mengen an Falschluff in den Ofen, so daß zu deren Ausgleich mit einem gewissen Gasüberschuß gefahren werden muß. Bei dem Ferngasversuch am zweiten Tag wurde der Gasüberschuß beträchtlich gegenüber dem Gichtgasversuch des ersten Tages gesenkt. Ob dieser ohne schädliche Wirkung auf das Einsatzgut noch weiter gedrückt werden kann, ist durch weitere Versuche festzustellen. Die Eigenart des Flachbrenners, eine geschichtete Ofenatmosphäre zu bilden, gibt die beste Voraussetzung, diesen Gasüberschuß auf ein Mindestmaß zu beschränken. Damit müßte sich der Gasverbrauch noch weiter senken lassen, nachdem gegenüber dem früheren Betrieb mit Selbstansaugebrennern bei gleicher Leistung schon eine Gasersparnis von etwa 15 bis 20 % erzielt wurde.

Faßt man die Vorteile in wärmewirtschaftlicher Hinsicht der Umstellung des Sturzenwärmofens auf den Zweigasbetrieb und die Verwendung der Flachbrenner in Verbindung mit der beschriebenen Ofenregelung zusammen, so ergibt sich:

1. Freistellung des hochwertigen Ferngases durch Verwendung des vorhandenen Gichtgases, ohne Gefährdung des Arbeitsflusses des Betriebes durch schnellste Umstellung der Gasart,
2. Ueberwachung der Gemischeinstellung durch Ventilatorluftbrenner,
3. große Brennerzahl ermöglicht günstigste Temperaturverteilung im Ofen,
4. Einhaltung eines geringsten Gasüberschusses durch die reduzierende Atmosphäre des Flachbrenners auf der Wärmgutseite,
5. bisherige Ersparnis bei Ferngasbetrieb etwa 15 bis 20 %.

Die bisherigen Erfahrungen in Verbindung mit dem beschriebenen Leistungsversuch rechtfertigen in vollem Umfang den eingeschlagenen Weg. Es sollen daher zwei weitere leistungsgleiche Oefen in derselben Weise umgestellt werden.

Karl Kessels.

Fortschritte auf dem Gebiete des Gußeisens in den Jahren 1940 bis 1943

(Fortsetzung von Seite 167)

Einfluß der Legierungselemente

Wenn auch das Legieren des Gußeisens meist in Form von Pfannenzusätzen geschieht und die damit angestrebten Verbesserungen hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Gefügeverfeinerung, Graphitbildung und Desoxydation die vorher geschilderten Vorgänge berühren, so soll der besseren Uebersicht halber dieser Abschnitt für sich behandelt werden, wobei nach Ansicht des Berichterstatters ein Unterschied zwischen den vorher erwähnten üblichen Pfannenzusätzen und der Zugabe von Legierungselementen, die ja überdies nicht immer in der Pfanne zu erfolgen braucht, gemacht werden soll. Die Mannigfaltigkeit dieses Gebietes läßt es ratsam erscheinen, auch hier eine gewisse Systematik soweit wie möglich anzustreben und eine Ordnung nach den hauptsächlichsten Legierungselementen vorzunehmen.

Zunächst sei eine bemerkenswerte Veröffentlichung von E. Houdremont und P. A. Heller⁸⁰⁾ erwähnt, die den Einfluß von Wasserstoff als Legierungsele-

ment beim Gußeisen beleuchtet. Es wird festgestellt, daß Wasserstoff karbidstabilisierend wirkt, wobei die erforderlichen Wasserstoffgehalte in der Größenordnung von 0,5 bis 0,7 cm³/100 g lagen. Die Gefügeausbildung wird in Richtung des metastabilen Eisen-Zementit-Systems verschoben und zeigt neben Graphit ein gut ausgebildetes lamellar-perlitisches Gefüge. Es sei hier auch auf verschiedene Arbeiten von H. A. Schwartz, G. M. Guiler und M. K. Barnett⁸¹⁾ hingewiesen, die an weißem Roheisen feststellten, daß Wasserstoff stark die Graphitbildung herabsetzt. Im vorliegenden Bericht wird unter dem Abschnitt „Temperguß“ hierauf näher eingegangen.

Ueber ein hochwertiges Gußeisen mit 0,3 bis 1,2 % Phosphor und rd. 2,7 bis 3,6 % C sowie 1,5 bis 3 % Si berichtet J. C. Pearce⁸²⁾, wobei er feststellt, daß die Korrosionsbeständigkeit dieses Gußeisens im Vergleich zu anderen nicht als rostfrei anzusprechenden Eisenlegierungen sehr gut ist. Neben den üblichen Festigkeitskennwerten werden auch Angaben über die Wärmeleitfähigkeit und -ausdehnung bei Temperaturen bis 500° gemacht. J. R. Marschal⁸³⁾ untersucht verschiedene Gußeisensorten mit 0,66 bis 1,56 % P und 0,15 bis 1,36 % Cu auf Durchbiegung und Schlagfestigkeit. Mit steigendem Phosphorgehalt wächst auch bekanntermaßen die Sprödigkeit. Der Kupfergehalt scheint sich günstig auf die Schlagfestigkeitseigenschaften auszuwirken. An verschiedenen Gußeisensorten mit 0,05 bis 1,0 % P stellten M. N. Dastur und M. Cohen⁸⁴⁾ an Proben, die unterhalb und oberhalb der eutektoidischen Umwandlungstemperatur sowohl in Luft als auch in Blei geglüht wurden, den Einfluß des Phosphors auf das Wachsen fest. Danach ist das Wachsen in der Hauptsache von der Graphitisierung abhängig, die wiederum durch die Umwandlungsvorgänge bei der Kracktemperatur und den Oxydationsvorgängen beeinflusst wird. Anlässlich der Gießereitechnischen Hochschultagung am 11. und 12. Januar 1943 in Berlin berichtete O. Petri⁸⁵⁾ über den Einfluß des Phosphorgehalts in Mengen von 0,06 bis 1,0 % bei einem perlitischen Gußeisen mit 2,91 bis 3,26 % C und 1,9 bis 2,2 % Si. Brinellhärte und Verschleißwiderstand wachsen etwa proportional mit steigendem Phosphorgehalt. Zugfestigkeit und Biegefestigkeit nehmen bis etwa 0,5 % P zu und fallen dann wieder ab, desgleichen die Schlagbiegefestigkeit. Damit vermindert also ein Phosphorgehalt bis 0,4 % im Gegensatz zu früheren Auffassungen die dynamischen Festigkeitseigenschaften nicht, jedoch ist mit wachsendem Phosphorgehalt eine steigende Kerbempfindlichkeit verbunden, was durch entsprechende Formgebungsgrundsätze bei Gußeisen mit höheren Phosphorgehalten berücksichtigt werden sollte.

Den Einfluß von Mangan bis zu einem Gehalt von rd. 1,3 % in weißem Gußeisen auf die Graphitisierungsgeschwindigkeit untersuchen D. P. Forbes, P. A. Paulson und S. K. Minert⁸⁶⁾, wofür im Abschnitt „Temperguß“ eingehender berichtet wird. Bei noch höheren Zusätzen von etwa 1,3 bis 1,7 % Mn erreicht W. M. Schesstakow⁸⁷⁾ Biegefestigkeiten von über 50 kg/mm², Zugfestigkeiten von über 27 kg/mm² und eine Härte von 207 bis 229 Brinelleinheiten. Eine Zusammenstellung und Auswertung verschiedener Schriftumsangaben über den Einfluß des Mangans auf die Graphitisierung, den Ausdehnungsbeiwert, das Schwindmaß sowie Härte und Verschleiß bringt F. Bischof⁸⁸⁾.

Im Anschluß an bereits früher besprochene Untersuchungen über die isotherme Umwandlung des Austenits von D. W. Murphy, W. P. Wood und C. D. D'Amico⁸⁹⁾ sowie D. W. Murphy, W. P. Wood und

⁸¹⁾ Trans. Amer. Soc. Met. 28 (1940) S. 811/31; Trans. Amer. Foundrym. Ass. 47 (1940) S. 742/52 und Foundry Trade J. 63 (1941) S. 159/60.

⁸²⁾ Foundry Trade J. 65 (1941) S. 105/07.

⁸³⁾ Rev. univ. Mines 8. Sér., 19 (1943) Nr. 4, S. 80/82.

⁸⁴⁾ Bulletin and Foundry abstracts of the Brit. Cast. Iron Res. Ass. 7 (1942) S. 22.

⁸⁵⁾ Gießerei 30 (1943) S. 62.

⁸⁶⁾ Trans. Amer. Foundrym. Ass. 48 (1941) S. 574/90.

⁸⁷⁾ Liteinoje Delo 9 (1938) S. 4/5.

⁸⁸⁾ Gießerei 29 (1942) S. 381/87.

⁸⁹⁾ Trans. Amer. Foundrym. Ass. 46 (1939) S. 563/86; vgl. Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 765.

⁸⁰⁾ Stahl u. Eisen 61 (1941) S. 756/60.

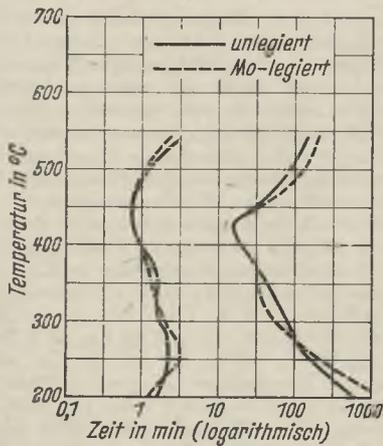


Bild 12. Isotherme Austenitumwandlung eines unlegierten und eines Mo-legierten Gußeisens (nach Oakley und Oesterle).

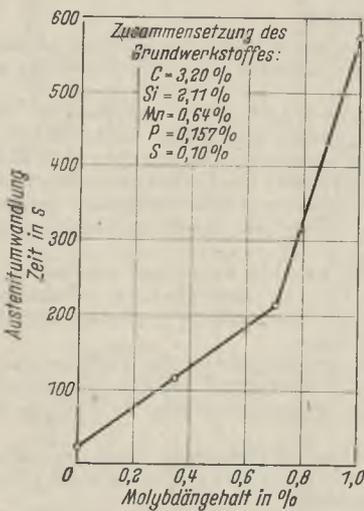


Bild 13. Einfluß von Molybdän auf die Austenitumwandlung in Abhängigkeit von der Zeit bei 650°C (nach C. A. Nagler und R. L. Dowdell).

suchungen an vierzehn Gußeisenschmelzen mit rd. 3,25 % C, 2,0 % Si, 0,95 % Mn, 0,11 % P, 0,03 % S, 0 bis 0,6 % Cr, 0 bis 1,8 % Cu, 0 bis 0,6 % Mo, 0 bis 1,7 % Ni und 0 bis 0,13 % V und stellt den Einfluß dieser Legierungselemente auf Brinellhärte, Biegefestigkeit, Durchbiegung, Zugfestigkeit und Gefüge im Guß- und geglühten Zustand fest, bei denen der vorher erwähnte Einfluß des Molybdäns besondere Beachtung verdient. **Zahlentafel 2** zeigt, daß die hierbei zugesetzten 0,5 % Mo die Zugfestigkeiten im Gußzustand um 3 bis 7 kg/mm² und im geglühten Zustand um 3 bis 6 kg/mm² erhöhen. Den Einfluß der Glühtemperaturen auf den Härteverlauf zeigt **Bild 15**. Die in einem Detroit-Schaukelofen hergestellten Schmelzen wurden auf 1500 bis 1540° überhitzt und bei 1430° gegossen, nachdem neben einem Teil Silizium die übrigen Legierungselemente in der Pfanne zugesetzt waren. J. E. Hurst⁹³ zeigt, daß die Ausnutzung von Molybdän-Wolfram- und Titan-Pfannenzusätzen besser wird, wenn diese in Form von feingemahlten Ferrolegierungen oder Oxyden mit einem Reduktionsmittel (Kalziumsilyd) vermischt der Schmelze zugegeben werden. Dabei werden auch etwa 50 bis 70 % des Siliziumgehaltes von der Schmelze aufgenommen, bei Verwendung von Ferromolybdän noch mehr. Die Aus-

D. J. Girardi⁹⁰ ist eine Arbeit von D. B. Oakley und J. F. Oesterle⁹¹ lesenswert, die durch Dilatometermessungen die isotherme Austenitumwandlung eines unlegierten (2,9% C und 2,1% Si) und eines molybdänlegierten (2,9% C, 2,1% Si und 0,52% Mo) Gußeisens erfaßt. Die Ergebnisse sind in **Bild 12** wiedergegeben. Danach scheint Molybdän keinen großen Einfluß auf die Härtung von Gußeisen auszuüben. Jedoch wird in der anschließenden Erörterung von C. A. Nagler und R. L. Dowdell darauf hingewiesen, daß das Molybdän vor allem bei Umwandlungstemperaturen von 650° C — ein Bereich, der von den Verfassern nicht verfolgt wurde — seinen Einfluß ausübt, wie **Bild 13** zeigt. G. A. Timmons schließt sich dem an und zeigt an Hand der Jominy-

Abschreckprobe, daß Molybdängehalte von 0,5 % durchaus die Härtung beeinflussen können (**Bild 14**). Auch an dem Dilatometerverfahren selbst übt Timmons Kritik. Mit V. A. Crosby⁹² zusammen veröffentlicht der letztgenannte Verfasser einige Unter-

nutzung von Wolfram und Titan war im Gegensatz zu Molybdän nicht so gut, ein besonderer gütesteigernder Einfluß wurde nicht beobachtet. Titan und in geringem Maße auch Wolfram wirkten graphitisierend. Dagegen wurde bei Zusätzen von 0,5 und 1 % Mo neben einer Verringerung des Schwefelgehaltes eine Festigkeitssteigerung auf 37,6 bis 46,5 kg/mm² Zugfestigkeit und 65 bis 86 kg/mm² Biegefestigkeit erreicht.

Zahlentafel 2. Einfluß verschiedener Legierungselemente auf die Härte und die Zugfestigkeit von Gußeisen im gegossenen und geglühten Zustand (nach Timmons und Crosby)

Lfd. Nr.	Legierungsart	Gußzustand		Geglüht bei 760°	
		Brinellhärte	Zugfestigkeit in kg/mm ²	Brinellhärte	Zugfestigkeit in kg/mm ²
1	unlegiert	217	26,5	143	19,5
4	Mo	241	31,0	146	22,5
2	Cr	241	29,5	207	28,2
3	Cr — Mo	262	32,5	217	31,4
5	V	229	29,0	156	22,3
10	Mo — V	255	34,3	179	28,3
11	Cr — Ni	255	32,3	156	24,5
12	Cr — Ni — Mo	285	39,3	197	30,0
13	Cr — Cu	241	30,0	201	27,0
14	Cr — Cu — Mo	248	35,7	207	30,4

Beim Vergleich von unlegiertem Gußeisen mittleren Kohlenstoffgehaltes (2,8 bis 2,9 %) und höheren Kohlenstoffgehaltes (3,7 bis 4,0 %) mit einem Gußeisen, das etwa 0,5 % Molybdän und weniger als 3 % Nickel enthielt, kommen M. Ballay und R. Chavy⁹⁴ zu der Feststellung, daß die mechanischen Werte von Ni-Mo-legiertem Gußeisen etwa 10 % höher als die von gewöhnlichem Gußeisen mit mittlerem und 30 % höher als die von Gußeisen

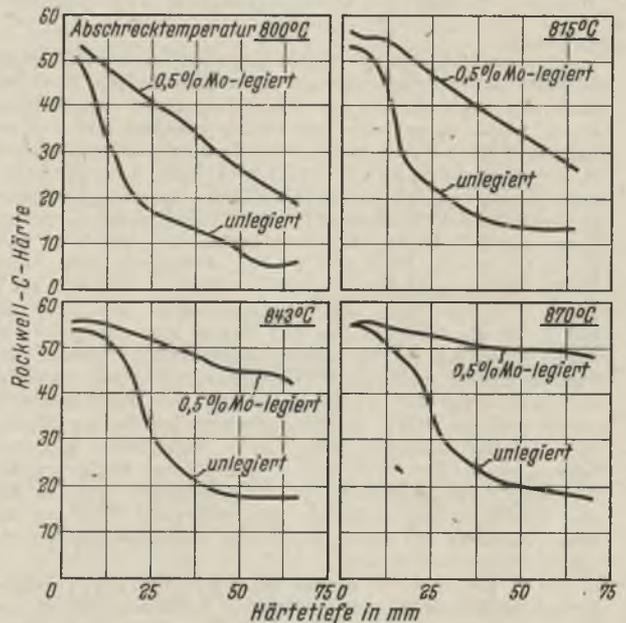


Bild 14. Härteannahme nach der Jominy-Probe bei vier verschiedenen Abschrecktemperaturen (nach G. A. Timmons).

mit höherem Kohlenstoffgehalt liegen. Molybdän und Nickel wurden in Form von 50%igem Ferromolybdän als Pulver und als Nickelgranalien der Pfanne zugesetzt. A. E. Mc Rae Smith⁹⁵ berichtet über ein Gußeisen mit rd. 2,5 % C, 2,6 % Si, 1 % Mn, 1 % Mo und 1 % Ni. Neben den bekannten gütesteigernden Einflüssen auf Gefügeausbildung und Festigkeitseigenschaften teilt er Erfahrungen über die Anwendbarkeit dieses Gußeisens als Werkzeughalter für Werkzeugmaschinen mit. Auch J. O. Draffin

⁹⁰) Trans. Amer. Soc. Met. 26 (1938) S. 173/91; vgl. Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 765.

⁹¹) Trans. Amer. Soc. Met. 28 (1940) S. 832/52.

⁹²) Foundry, Cleveland, 69 (1941) Nr. 10, S. 64/66 u. 145/47; Nr. 11, S. 62/63 u. 144/47.

⁹³) Foundry Trade J. 61 (1939) S. 265/66 u. 280.

⁹⁴) Bull. Ass. techn. Fond. 14 (1940) S. 22/31.

⁹⁵) Foundry Trade J. 64 (1941) S. 191/93, 203/04 u. 212; 65 (1941) S. 19/21, 30 u. 77/79.

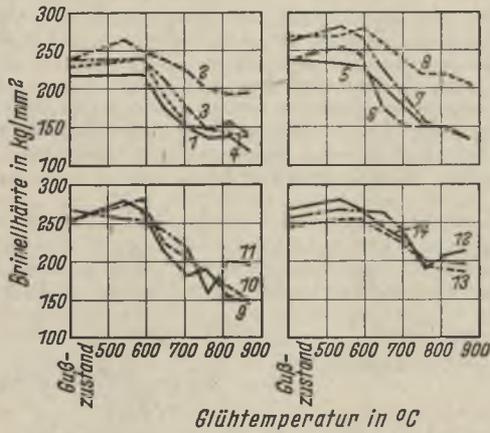


Bild 15. Einfluß der Glühtemperaturen auf den Härteverlauf verschieden legierter Gußeisensorten (nach G. A. Timmons und V. A. Crosby).

und W. L. Collins⁹⁶) können an einem Gußeisen mit rd. 3 % C, 1,2 % Si, 0,87 % Mn, 0,06 % P und 0,12 % S, das 1,2 % Ni und 0,91 % Mo enthält, diese bessernde Wirkung, insbesondere auch bei Beanspruchung auf Torsionsfestigkeit, feststellen. Im Anschluß an die Arbeiten von D. W. Murphy, W. P. Wood und C. D. D'Amico⁹⁷) sowie E. L. Bartholomew⁹⁸) untersuchen C. R. Hilliker und M. Cohen⁹⁹) die isotherme Umwandlung eines unlegierten und eines nickellegierten Gußeisens folgender Zusammensetzung (Zahlentafel 3):

Zahlentafel 3. Zusammensetzung der Gußeisensorten (nach Hilliker und Cohen)

C %	Si %	Mn %	P %	S %	Ni %
3,63	1,75	0,53	0,56	0,10	—
3,68	1,20	0,37	0,28	0,11	2,03

Die von ihnen aufgestellten Umwandlungskurven zeigen deutlich, daß die Umwandlung im nickellegierten Werkstoff langsamer verläuft. Er ist beim Härten also angenehmer, da er keine so schroffe Abkühlung benötigt wie der unlegierte Werkstoff, um zu gleichem Endergebnis zu kommen. H. C. Aufderhaar¹⁰⁰) berichtet über Schwierigkeiten beim Vergießen von in der Pfanne legiertem Gußeisen. Es handelt sich insbesondere um hochlegierte Gußeisensorten mit Nickelgehalten bis zu 12 % und Chromgehalten von über 15 %. Ein Endgehalt von unter 1,5 % Ni verschlechtert die Gießbarkeit nicht. J. T. Eash^{100a}) teilt mit, daß Pfannenzusätze von 0,50 bis 1,20 % Si als Ferrosilizium bei einem austenitischen „Ni-Resist“-Gußeisen infolge ihrer Impfwirkung sowohl die Festigkeits- als auch die Zähigkeitseigenschaften erheblich verbessern. Bei den im Induktionsofen bei 1570 ° geschmolzenen und bei 1460 ° in Probenformen gegossenen Schmelzen zeigten die mit etwa 75 % Stahlzusatz gattierten Schmelzen bessere Werte als die mit reinem Gußbruch hergestellten. Der Kohlenstoffgehalt schwankte zwischen 2,20 und 2,95 %, wobei sich die gütesteigernde Wirkung der Pfannenzusätze vor allem bei einem Kohlenstoffgehalt von 2,25 % bemerkbar machte.

O. K. Kotow¹⁰¹) erzielt ein perlitisches Grundgefüge beim Gußeisen mit mittlerem Kohlenstoffgehalt nach Zulegieren von 0,4 bis 0,7 % Chrom. Bei gleichzeitigem Zusatz von Chrom und Nickel soll das Verhältnis höchstens 1 : 1 betragen. Das Wachsen des Gußeisens wird durch Molybdän- und Chromzusatz verringert. Ein höherer Gehalt als 1,5 % Mo hat bei dünnwandigen Gußstücken bis 10 mm schlechte Bearbeitbarkeit zur Folge. G. Itam¹⁰²) setzt einem im Kupolofen mit 20 bis 60 % Stahlschrott erschmolzenen Gußeisen geringe Mengen Chrom zu und berichtet über die erzielten Festigkeitseigenschaften,

wobei die härtesteigernde Wirkung durch geeignete Roheisengattung ausgeglichen werden kann. Wenn auch über die Wirkung der Chromzusätze, die im Schrifttum seit Jahren erörtert werden, und über die eine zahlreiche Patentliteratur¹⁰³) besteht, nichts wesentlich Neues gebracht wird, so sei doch in diesem Zusammenhang auf eine umfassende Uebersicht von J. C. Pearce¹⁰⁴) und die darin behandelten Abschnitte II: Austenitisches Gußeisen und III: Martensitisches Gußeisen hingewiesen. Hier werden neben allen Festigkeitseigenschaften auch die Zunderbeständigkeit, Wärmeleitfähigkeit und -ausdehnung und Permeabilität sowie die Verschleißfestigkeit austenitischer (1,8 bis 3,2 % C, 1 bis 7 % Si, 0,5 bis 5 % Mn, 1,5 bis 5 % Cr, 0 bis 8 % Cu und 10 bis 20 % Ni) und martensitischer (3 % C, 0,8 % Si, 1,5 % Cr und 4,5 % Ni) Gußeisensorten besprochen. Ein neuer Bericht von A. L. Norbury und E. Morgan¹⁰⁵) vor der British Cast Iron Research Association gibt einen Ueberblick über das Feingefüge, die Neigung zum Schrecken (chill), die mechanischen Eigenschaften, wie Brinellhärte, Bearbeitbarkeit, Durchbiegung und Dauerschlagfestigkeit, nach Luft- und Oelhärtung von Gußeisen mit Chromgehalten von 0 bis 15 % und Siliziumgehalten von 1 bis 11 %. Die Ergebnisse sind folgende:

1. Die Zugabe von 1 % eines 69%igen Ferrochroms zu einer Gußeisentiagschmelze brachte den Chromgehalt auf etwa 0,6 %.
2. Wachsende Chromgehalte stabilisieren den Perlit und Sekundärzementit und führen zu Ledeburit an Stelle des Graphiteutektikums, verursachen aber keine Selbsthärtung oder den Ersatz des Perlits durch Martensit.
3. In Gußeisen mit normalem Kohlenstoffgehalt neutralisiert 1 % Cr die Verminderung der Schreckwirkung von 1 % Si.
4. Chrom steigert die Brinellhärte und vermindert die Bearbeitbarkeit; in den meisten Zusammensetzungen erhöht es die mechanische Festigkeit und vermindert die Durchbiegung.
5. Mit wachsendem Chromgehalt nimmt das Ledeburiteutektikum die Form von Karbidkristall in einer Ferritgrundmasse an Stelle von Austenitglobuliten in karbidischer Grundmasse an.
6. Bei dieser Arbeit nicht veröffentlichte Versuche zeigen, daß Chrom den eutektischen Punkt in höhere Temperaturlage verschiebt.

Ueber die ausgezeichneten Laufeigenschaften eines kupfer-nickellegierten Gußeisens mit 3,1 % C, 2,0 % Graphit, 1,5 % Si, 0,67 % Mn, 0,09 % P, 0,05 % Si, 0,9 % Ni und 2,5 % Cu berichtet Ed. Aeberhardt¹⁰⁶) und stellt gleichzeitig eine geringe Wanddickenempfindlichkeit fest, die aber nach Ansicht des Berichterstatters nicht ausschließlich auf den Kupfergehalt zurückzuführen ist. An Gußeisensorten mit 2,8 bis 3,4 % C und 0,63 bis 2,61 % Si untersucht T. E. Barlow¹⁰⁷) den Einfluß steigender Kupferzusätze bis 3 % und außerdem von Zusätzen an Chrom, Nickel, Molybdän oder Vanadin auf die Festigkeitseigenschaften und Härte bei Proben mit 22 bis 100 mm Gußdurchmesser. Er findet, daß sich Kupferzusätze bis 2 % bei niedriger gekohltem Gußeisen günstiger auf die Festigkeit auswirken als bei höher gekohltem Gußeisen. In weiteren Veröffentlichungen¹⁰⁸)¹⁰⁹) teilt der Verfasser mit, daß derartige Gußeisen vor allem bei Zylinderblöcken, Schwungrädern, Zahnkränzen, Pumpen, Bremsstromeln und Metallformen Anwendung finden. Hierbei werden besonders die guten Eigenschaften eines Cu-V-Gußeisens mit 2 % Cu und 0,20 % V herausgestellt, die sich in einer Steigerung der Zugfestigkeit und Härte, wie auch in geringer Wanddickenempfindlichkeit und guter Vergütbarkeit äußern. Bereits früher hat T. E. Barlow gemeinsam mit V. H. Schnee¹¹⁰) über den günstigen Einfluß

⁹⁶) Proc. Amer. Soc. Test. Mater. 39 (1939) S. 589/603.

⁹⁷) Trans. Amer. Foundrym. Ass. 46 (1938) S. 563.

⁹⁸) Iron Age 146 (1940) S. 52/54.

⁹⁹) Iron Age 147 (1941) Nr. 7, S. 43/46.

¹⁰⁰) Foundry Cleveland, 67 (1939) S. 30/31, 104, 506 u. 508.

^{100a}) Iron Steel 16 (1943) Nr. 9, S. 319/22.

¹⁰¹) Liteinoje Delo 12 (1941) Nr. 6, S. 10/12.

¹⁰²) Rev. Fond. mod. 34 (1940) S. 33/38.

¹⁰³) Piwowarsky, E.: Hochwertiges Gußeisen, seine Eigenschaften und die physikalische Metallurgie seiner Herstellung. Berlin 1942. S. 740/41.

¹⁰⁴) Foundry Trade J. 65 (1941) S. 121/22, 126 u. 139/42: 154 u. 158.

¹⁰⁵) Foundry Trade J. 62 (1940) S. 137/41.

¹⁰⁶) Schweiz. Bauztg. 118 (1941) S. 246/47.

¹⁰⁷) Metals & Alloys 12 (1940) S. 36/39 u. 158/65.

¹⁰⁸) Iron Age 145 (1940) S. 19/22 u. 40/43.

¹⁰⁹) Foundry Trade J. 62 (1940) S. 181/82 u. 203/04.

¹¹⁰) Trans. Amer. Foundrym. Ass. 47 (1939) S. 725/41.

durch den Pfannenzusatz einer Dreistofflegierung, bestehend aus 80 % Cu, 12 % Si und 8 % Al, auf die Festigkeitseigenschaften berichtet. Danach erzielt er bei Zusätzen von 1 % dieser Legierung gegenüber einem Zusatz von Silizium und Kupfer allein insbesondere bei der Durchbiegung erhebliche Verbesserungen, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß die Gattierung im Elektrofen erschmolzen wurde. Neben einer Mitteilung über die Verbesserung der Verformbarkeit infolge dünnflüssiger Schmelzen bringt J. E. Jackson¹¹¹⁾ nicht viel Neues über die Wirkung eines steigenden Kupfergehaltes von 0 bis 2,4 %. Der Grundwerkstoff enthielt 3,2 bis 3,3 % C und 1,5 bis 2,0 % Si. Den Einfluß auf die Zugfestigkeit zeigt

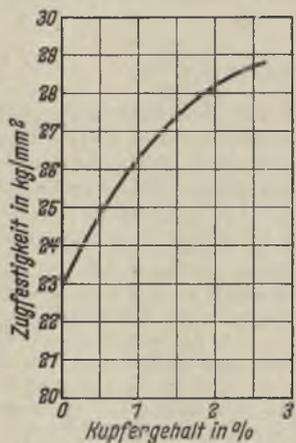


Bild 16. Einfluß des Kupfers auf die Zugfestigkeit von Gußeisen (nach J. E. Jackson).

Bild 16. Daß das Kupfer eine Verfeinerung der Graphitknötchen beim Schwarznötchen bewirkt — wie Jackson festgestellt hat — sei hier nebenbei bemerkt.

Aluminium als Legierungselement zur Erhöhung der Zunderbeständigkeit von Grauguß gewinnt als Austauschstoff gegen Chrom immer mehr an Bedeutung. F. Schulte¹¹²⁾ weist darauf hin, daß sich ein Gußeisen mit 3 % C und 8 % Al bei Roststäben und ähnlichen Teilen gut bewährt hat. Mit steigendem Aluminiumgehalt tritt eine Erhöhung der Härte und Sprödigkeit sowie im Abfall der Biegefestigkeit und Durchbiegung ein, wie Bild 17 bei einem Gußeisen mit 3 % C und 2 % Si im Vergleich zu einem 30%igen Chromguß zeigt. Die Ursache

der Sprödigkeitseigenschaften ist in der Bildung von aluminiumhaltigen Sonderkarbiden zu suchen. Ein Gußeisen mit 9 bis 10 % Al enthält praktisch keinen Graphit mehr. Daß bei Gehalten bis etwa 4 % Al und unter 1,35 % Si eine Steigerung der Festigkeits- und Zähigkeitseigenschaften eintritt, wurde bereits von E. Piwowarsky und E. Söhnchen¹¹³⁾ nachgewiesen. A. Reinhardt¹¹⁴⁾ untersucht den günstigen Einfluß eines 7%igen Aluminiumgehaltes auf die Zunderbeständigkeit des Gußeisens, über den im Abschnitt „Zunderbeständiges Gußeisen“ eingehender berichtet wird. Die bekannte günstige Wirkung von geringen Aluminiumzusätzen als Desoxydationsmittel nutzt auch N. I. Poljakow¹¹⁵⁾ zur Erzielung besserer Festigkeitseigenschaften bei einem Gußeisen mit 2,6 bis 3 % C, 1,2 bis 1,6 % Si, 0,7 bis 1,5 % Mn und je 0,02 % P und S aus.

Daß Vanadin in Gehalten von 0,08 bis 0,45 % die Karbidbildung fördert, besonders bei silizium- und kohlenstoffärmeren Gußeisen, und die mechanischen Eigenschaften merklich verbessert, ist bekannt. E. Piwowarsky hat dieses Gebiet in seinem neuen Buch „Hochwertiges Gußeisen“¹¹⁶⁾ unter Benutzung zahlreicher, auch neuerer Schriftumsquellen eingehend behandelt. Als Austauschwerkstoff gegen das für Ventil Sitzringe gebräuchliche Gußeisen mit 0,8 % Cr und 1 % Mo hat sich nach C. Englisch¹¹⁷⁾ ein Grauguß mit 0,5 % Cr und 0,5 % V bestens bewährt. Die als Kokillenguß hergestellten und 6 h bei 950 ° geglühten Ringe waren in ihrer Anlaßbeständigkeit und ihrem Verschleißverhalten den früheren molybdänlegierten Ringen sogar überlegen. F. Stadler¹¹⁸⁾ empfiehlt als Pfannen- oder Rinnenzusatz siliziiertes 40prozentiges Ferrovanadin in Pulverform. J. Wisser¹¹⁹⁾ teilt mit, daß Vanadin als Austauschstoff gegen Chrom und

Nickel sich für Kurbelwellen-Gußeisen eignet, für zunderbeständiges Gußeisen dagegen nicht. Die güteverbessernde Wirkung des Vanadins auf die mechanischen Eigenschaften werden an Hand einiger Kurven veranschaulicht. Bemerkenswert ist die Verringerung des Formfüllvermögens mit steigendem Vanadidgehalt. Auf eine bereits früher¹²⁰⁾ von H. Jungbluth und P. A. Heller besprochene Arbeit von R. Schneidewind und R. G. Mc Elwee¹²¹⁾ sei nochmals hingewiesen. Sie untersuchten den Einfluß von Vanadinzusätzen von 0,1 bis 0,3 %. Die Schmelzen waren z. T. mit einem titanhaltigen Desoxydationsmittel „Graphidox“ mit 20 % Al, 7,5 % Ti und 27 % Si desoxydiert.

In diesem Zusammenhang sei gleichzeitig auf die desoxydierende, denitrierende und Kornverfeinernde Wirkung des Titans hingewiesen. Den Einfluß von 0 bis 3,2 % Titan und 0,3 bis 1 % Bor, der sich vor allem in einer Steigerung der Härte und Erhöhung des Verschleißwiderstandes äußert, erörtert P. Bastien¹²²⁾. In einem Aufsatz über die wachsende Bedeutung der Borstähle berichtet N. F. Tisdale^{122a)} auch über Zusätze von 0,02 bis 0,12 % Bor zum Gußeisen, wodurch eine Kornverfeinerung sowie eine Erhöhung der Härte und des Verschleißwiderstandes ohne die durch Bildung von Borkarbiden befürchtete Beeinträchtigung der Bearbeitbarkeit zu erzielen ist. Die Zugabe erfolgt in Form einer Vorlegierung mit 1,5 % C, 3 % Si, 11 % B und Rest Eisen am besten in die Rinne. Zirkon als Pfannenzusatz in Mengen von 0,1 bis 0,3 % wirkt sich als gutes Desoxydations- und Reinigungsmittel aus, was R. C. Good¹²³⁾ bestätigt. Diese „reinigende“ Wirkung wurde auch bei Zusätzen von Thorium in den Grenzen von 0,2 bis 1,0 % von W. Baukloh und H. Meierling¹²⁴⁾ festgestellt. Eine wesentliche Graphitverfeinerung bewirkt Verbesserung der Festigkeitseigenschaften. Die Dünnflüssigkeit wurde mit steigenden Thoriumgehalten größer, die Brinellhärte änderte sich nicht, der Schwefelgehalt wurde schwach verringert und die Neigung zur Lunkerbildung etwas erhöht. Dieselben Verfasser¹²⁵⁾ untersuchten auch den Einfluß von Cer auf Gußeisen. Sie setzten ein Cer-Mischmetall mit etwa 51 % Cer in durchlöcherchten Blechbehältern

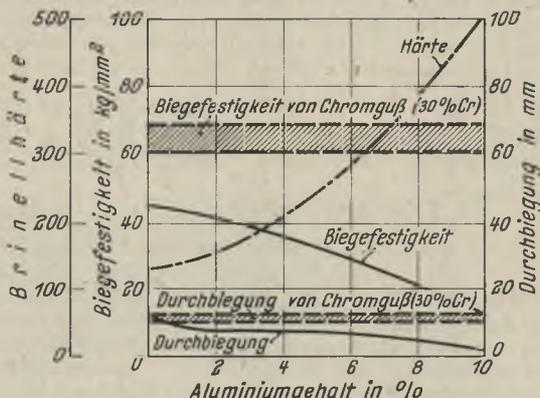


Bild 17. Einfluß des Aluminiumgehaltes auf die Festigkeitseigenschaften von Gußeisen mit 3 % C und 2 % Si (nach F. Schulte).

zur Vermeidung von Abbrandverlusten der Pfanne zu und erzielten Ceritgehalte im Gußeisen bis zu 0,62 %. Es wurde festgestellt, daß die Zugfestigkeit und die Biegefestigkeit erhöht werden, der Graphit verfeinert, der Schwefelgehalt erniedrigt und der Flüssigkeitsgrad bis zu geringen Cergehalten verbessert werden. F. Bischof¹²⁶⁾ benutzt die vorliegenden Zahlenangaben zu einigen theoretischen Betrachtungen über die Bildungswärme von Ceroxid und ihren Einfluß auf die Temperaturerhöhung des Pfannenbades und die Abhängigkeit des Sättigungsgrades vom Cergehalt. Tellur, nach Patenten der Meehanite Metal Corporation

111) Steel 108 (1941) S. 76 u. 79/80.
 112) Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 394/95.
 113) Metallwirtsch. 12 (1933) S. 417.
 114) Gießerei 30 (1943) S. 275/76.
 115) Chimitscheskoje Maschinostrojenije 9 (1940) Nr. 10. S. 20/21; nach Chem. Zbl. 112 (1941) I, S. 3132.
 116) Siehe Fußnote 103; a. a. O., S. 749/73.
 117) Gießerei 28 (1941) S. 264.
 118) Gießerei 27 (1940) S. 57/59.
 119) Gießerei 27 (1940) S. 81/83.

120) Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 767/68.
 121) Trans. Amer. Foundrym. Ass. 47 (1939) S. 491/512.
 122) Chim et Ind. 41 (1939) S. 835/52; nach Chem. Zbl. 110 (1939) II, S. 1751.
 122a) Iron Steel 16 (1943) Nr. 11, S. 443/46.
 123) Iron Steel 14 (1941) Nr. 6, S. 178/80 u. 189.
 124) Gießerei 29 (1942) S. 93/94.
 125) Gießerei 27 (1940) S. 337/41.
 126) Gießerei 28 (1941) S. 6/9.

vorzugsweise in Mengen von unter 1% zugesetzt, wirkt schon in kleinsten Mengen (0,0025%) insbesondere in Gegenwart von Kupfer oder Nickel außerordentlich härte- steigend. Der Vollständigkeit halber sei noch auf neuere Quellenangaben über den Einfluß von Selen und Tellur in der englischen Literatur¹²⁷⁾ hingewiesen. Den Einfluß von Lithium und Magnesium untersucht Ju. A. Tomlin^{127a)}, der eine Erhöhung der Biege- und Druckfestigkeit und Förderung der Graphitisierung feststellt. Die Korrosionsbeständigkeit und die elektrische Leitfähigkeit werden hierdurch nicht beeinflußt. *Erich Hugo.*

(Fortsetzung folgt.)

¹²⁷⁾ Chem. Age 47 (1942) Nr. 1212, S. 259/62.

^{127a)} Liteinoje Delo 12 (1941) Nr. 6, S. 6/10.

Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung

Hochempfindlicher schnellerarbeitender Koordinatenschreiber

Bei Versuchen¹⁾ war der Wunsch entstanden, die unmittelbar gemessene Abkühlgeschwindigkeit nicht wie üblich in Abhängigkeit von der Zeit aufzutragen, wozu eine einfache Ablaufvorrichtung genügt, sondern sie in Abhängigkeit von der zugehörigen Temperatur aufzeichnen zu können, weil eine solche Darstellung ein besonders anschauliches Bild von dem Ablauf des untersuchten Vorganges liefert. Die bekannten, nach dem Saladinischen Verfahren arbeitenden, elektrisch optischen Koordinatenschreiber erwiesen sich im vorliegenden Fall als nicht brauchbar, da sie je nach Ausführung entweder zu geringe Schreibgeschwindigkeit oder zu geringe Empfindlichkeit aufweisen. Ein den gestellten Ansprüchen genügendes Gerät wird nun von W. Lueg²⁾ angegeben. Bei dem darin benutzten Abbildungsverfahren können zwei gleichgebauete schnellschwingende und hochempfindliche Spiegelgalvanometer verwendet werden. Der von dem ersten Anzeigergerät abgelenkte Lichtstrahl wird dabei auf eine Mattscheibe geworfen, und das auf ihr entstehende Bild einer punktförmigen Lichtquelle dient als beweglicher Ausgangspunkt für den zweiten Abbildungsvorgang, dessen Ablenkungsrichtung durch ein eingeschaltetes Umkehrprisma oder durch die entsprechende Aufstellung der Galvanometer senkrecht zur Richtung der ersten Ablenkung gebracht werden kann. Probeaufnahmen mit einer versuchsmäßigen Anordnung lassen die Brauchbarkeit dieses ohne besondere optische Hilfsmittel arbeitenden und daher leicht zu verwirklichenden Verfahrens erkennen. *Werner Lueg.*

¹⁾ Lueg, W.: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforschg. 26 (1943) S. 1/7; vgl. Stahl u. Eisen 64 (1944) S. 167.

²⁾ Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforschg. 26 (1943) Lfg. 1, S. 9/12.

Wirtschaftliche Rundschau

Südafrikas Schwerindustriezentrum, die Vanderbijl-Town

Mitten im Kriege ist Südafrika — sehr zum Mißvergnügen der Engländer — im Begriff, die Eisen- und Stahlindustrie erheblich zu erweitern. Dank der Möglichkeiten von Gegenlieferungen kann Südafrika das Grubenholz für seine Kohlenbergwerke beziehen, das England nicht im gewünschten Maße aus Nordamerika erhält. Südafrikas Kohlenbergbau kann von Vierteljahr zu Vierteljahr Steigerungen aufweisen.

Die im Bau befindliche „Vanderbijl-Town“, nördlich von Vereeniging, genannt nach Dr. van der Bijl, dem Präsidenten der ISCOR, kommissarischem Verwalter der von Pretoria „auf Kriegsdauer“ unter Staatsaufsicht genommenen süd- und nordrhodesischen Bergwerke, Leiter des Erzeugungs- und Lieferausschusses der Union usw., wird etwa 20 Industriebetriebe umfassen. Fast alle Anlagen werden aus den Vereinigten Staaten von Amerika bezogen. Diese 20 Betriebe schließen ein: 3 Metallgießereien, 2 Eisen- gießereien, 1 Röhrenwerk, 1 Blechwalzwerk, 1 Blechwarenfabrik, 1 Edelstahlwerk, 4 Maschinenfabriken (je eine Werkzeugmaschinen-, Textilmaschinen-, Landmaschinen- und Kraftmaschinenfabrik), 3 Fabriken für Baubedarf (Scharniere, Beschläge, Stahlnägel, Schlösser usw.), 1 Drahtwerk, 1 Nieten- und Schraubenwerk und zwei weitere nicht besonders benannte Betriebe. Die Gesamtbelegschaft der Werke soll bis 1947 auf rund 45 000 gebracht werden. Es werden sich also zum Teil bedeutende Anlagen darunter befinden; das Drahtwerk z. B. soll eine jährliche Leistungsfähigkeit von rund 50 000 t aufweisen. Die Rohstoffe werden teils in Vereeniging selbst gewonnen (Roheisen), teils aus den

ISCOR-Betrieben bezogen. Die von den südafrikanischen Bahnen neu errichteten Lokomotivwerkstätten in Vereeniging und die geplanten großen Wagenbauwerke bei Johannesburg sowie die Räder-, Federn-, Puffer-, Achsenwerke von Dumbarton bei Johannesburg fallen nicht darunter. Das Edelmetallwerk wird so eingerichtet, daß es alle Bohrstähle für den südafrikanischen Bergbau erzeugen kann. Hand in Hand damit geht die Fertigstellung der neuen Eisenlegierungswerke im ISCOR-Betrieb, die Ferrovanadin, Ferrovanadin, Ferrochrom an erster Stelle liefern werden. Engländerseits nimmt man es besonders übel, daß, anstatt Waffen- und Munitionswerke zu bauen, Südafrika seine „Nachkriegsindustrie“, die man ihm versprochen hat, jetzt schon baut und amerikanische Lieferungen „erpreßt“ als Ausgleich für besonders wichtige strategische Stoffe, die Südafrika zu vergeben hat.

Buchbesprechungen

Schwedler, Franz: Handbuch der Rohrleitungen. Allgemeine Beschreibung, Berechnung und Herstellung nebst Zahlen- und Linientafeln. 3. Aufl. Neubearb. von Dipl.-Ing. Helmut von Jürgenson, Oberingenieur.

Mit 240 Textabb. u. 12 Taf. in einer Tasche. Berlin: Springer-Verlag 1943. (VIII, 284 S.) 8°. Geb. 32,70 RM.

Das von seinen vorhergehenden Auflagen her gut bekannte und geschätzte Buch behandelt in der vorliegenden neubearbeiteten 3. Auflage wiederum in ausführlichen übersichtlichen Darstellungen und in vielen Zahlentafeln und Abbildungen alle wesentlichen Fragen aus dem Bau und Betrieb von Rohrleitungen, also sowohl die bauliche Gestaltung, die Ausrüstung und die Betriebsweise, als auch die Berechnung der zu erwartenden Druck- und Wärmeverluste. Das Buch ist nicht nur für den Rohrleitungsbauer unentbehrlich, sondern auch für jeden Betriebs- und Wärmeingenieur, der sich über einzelne Fragen irgendwelcher Art auf diesem Gebiet unterrichten will, als leicht verständliches Nachschlagewerk von großem Nutzen. *Gustav Neumann.*

Vereinsnachrichten

Fachausschüsse

**Eisenhütte Oberschlesien,
Bezirksverband des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute
im NSBDT.**

Donnerstag, den 23. März 1944, 15.45 Uhr, findet im Großen Sitzungssaal des Berg- und Hüttenmännischen Vereins zu Gleiwitz, Straßburger Allee 12—14, die

59. Sitzung des Fachausschusses „Kokerei“
statt mit folgender Tagesordnung:

1. Theoretische Grundlagen des Verkockungsvorganges.
Berichterstatter: Direktor Dr. Macura.
2. Aussprache.

Freitag, 24. März 1944, 14.30 Uhr, findet in Düsseldorf, Eisenhüttenhaus, Ludwig-Knickmann-Straße 27, die

159. Sitzung des Ausschusses für Wärmewirtschaft
statt mit folgender Tagesordnung:

1. Wärmetechnische und betriebswirtschaftliche Betrachtungen über einen hochofengasgefeuerten Rekuperator für Mischerbeheizung. Berichterstatter: Marcel Steffes.
2. Zum Wärmeverbrauch von Schmiedebetrieben. Berichterstatter: Karl Kessels.
3. Umstell- und Einsparmöglichkeiten an ferngasgefeuerten Industrieöfen. Berichterstatter: Hellmuth Schwiedeeßen.
4. Die Vergasung von Braunkohlenbriketts verschiedenen Formats in Gaserzeugern. Berichterstatter: Wilhelm Offenbergh.
5. Feststellungen und Erfahrungen an Gaserzeugern im Betrieb. Berichterstatter: Gustav Neumann.
6. Der Einfluß der Ofengröße und Ofenbelastung auf den Wärmeverbrauch. Berichterstatter: Karl-Otto Borchers.

Spannvorrichtungen für Stumpfschweißmaschinen.

Geschäftliche Mitteilung der AEG.

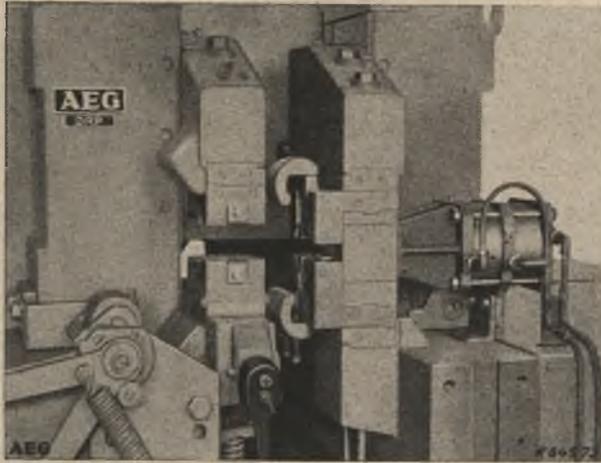
Nicht immer wird bei allen Arbeiten, die auf Stumpfschweißmaschinen durchgeführt werden sollen, eine normale Maschine ausreichen, sondern vielfach werden Sonderausführungen benötigt. Häufig wird es aber schon möglich sein, mit Hilfe einer Sonderspannvorrichtung die übliche Maschine verwendbar zu machen. Die Hauptaufgabe derartiger Sonderspannvorrichtungen ist es, das Ausrichten und das Spannen der Werkstücke zu vereinfachen, um so die Einrichtezeit zu verkürzen. Bei der Kostenberechnung für die Stumpfschweißung spielt nämlich die Arbeitszeit die größte Rolle gegenüber Stromkosten, Abnutzung und Abschreibung für die Maschine. Da von der Arbeitszeit aber wiederum die reine Schweißzeit weniger ins Gewicht fällt als die Zeit für Vorbereitung, Spannen und Ausrichten, muß also alles darauf ausgerichtet sein, diese Nebenzeiten zu verringern. Besonders bei der Massenschweißung ist daher eine gute Vorrichtung wichtig. Aber auch z. B. in Instandsetzungswerkstätten, wo häufig die verschiedenartigsten Arbeiten vorkommen, kann man normale universell verwendbare Stumpfschweißmaschinen durch entsprechende Spannvorrichtungen schnell und einfach zu Spezialmaschinen machen.

Die einfachsten Spannvorrichtungen sind wohl die Sonder-

spannbacken. Rundeisen werden am besten in Backen mit prismatischer Ausraumung gespannt. Dabei kann mit einer prismatischen Ausraumung schon ein ziemlich großer Durchmesserbereich erfaßt werden, oder man kann auch mehrere Ausraumungen verschiedener Größe in einem Satz Backen vorsehen. Für dünnwandige Rohre muß man dagegen Backen mit halbrunden Ausraumungen vorsehen, da sie sonst leicht verdrückt würden. Hier ist allerdings eine Ausraumung immer nur für einen bestimmten Durchmesser verwendbar. Um auch mit solchen Backen einen größeren Durchmesserbereich erfassen zu können, muß man die Ausraumung für den größten vorkommenden Durchmesser vorsehen und für die kleineren Durchmesser Einlegesohlen verwenden. Selbstverständlich können auch hier mehrere Ausraumungen nebeneinander vorgesehen werden.

Andere Vorrichtungen wieder sind notwendig, weil sich die Werkstücke sonst überhaupt nicht spannen ließen.

Erwähnt sei hier eine Vorrichtung zum Anschweißen von Flanschen an Rohre oder zum Spannen von Puffertellern. Wieder andere Vorrichtungen sollen dazu dienen, die unterschiedlichen elektrischen Widerstände zweier zusammenschweißender Teile einander anzugleichen. Erwähnt sei hier die Stahlplättchen-Schweißvorrichtung.



Flanschspannvorrichtung für vollselbsttätige
Abbrenn-Stumpfschweißmaschine UMA 160.

INDUSTRIE-ÖFEN

GASERZEUGER
GASREINIGER
GASBRENNER
STAHL-
REKUPERATOREN

Stahlgußglühofen
mit Herdwagen für 35 T Einsatz
mit
Stahlrekuperator
und
**10 Lamellen-
Gasbrennern**
geeignet für
Gichtgas von 840 WE
sowie
Mischgas von 2000 WE

HAGER & WEIDMANN A.-G.

MASCHINENFABRIK FÜR LUFT- UND WÄRMETECHNIK



DR.C.OTTO & COMP.GMBH. BOCHUM

AUS UNSEREM ARBEITSGEBIET:
Bau von

KOKEREIEN

Kohlenwertstoffanlagen für Kokereien
und synthetische Treibstoffe, Spalt- und
Polymerisationsanlagen



Schieberumsteuerungen

neuzeitliche Bauart DRP.
für Regenerativöfen



In 6 Jahren über 70 SM.-Öfen
mit unserer Schiebersteuerung
DRP. und Ausl.-Pat. ausgerüstet



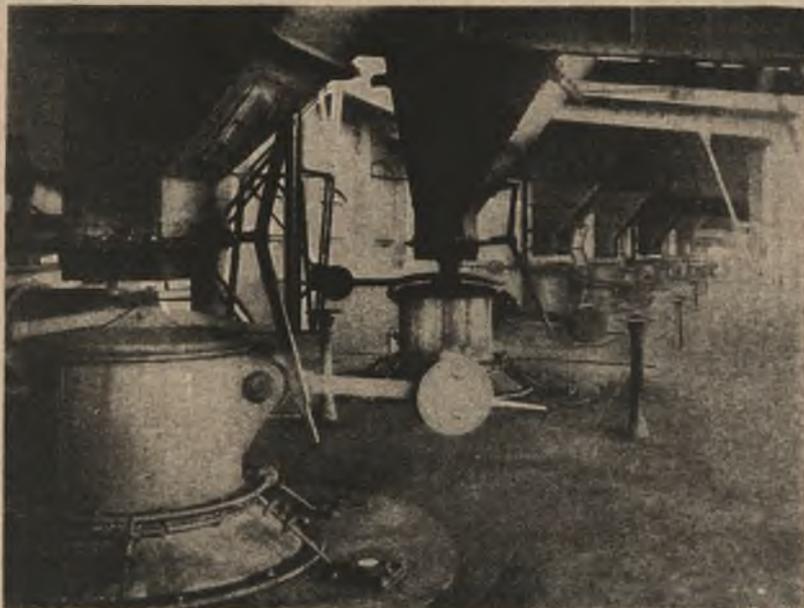
- Vorteile:**
1. Dichter Abschluß der Absperrorgane bei allen Gasarten.
 2. Vermeidung von Gasverlusten und bedeutende Verminderung der Zugverluste.
 3. Schnelles und sicheres Umstellen durch Betätigung eines einzigen Druckknopfes.
 4. Kontinuierliches Strömen des Gases zum Ofen auch während des Umstellvorganges, daher keine Druckstöße in der Gasleitung.

Höchste Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit!

ZIMMERMANN & JANSEN GMBH.

E. WIDEKIND & CO.

DÜSSELDORF



Anlage mit 13 Hilger-Gaserzeugern

Hilger-Gaserzeuger

für alle Brennstoffe.

Füll- und Rührwerke

zur Leistungssteigerung, auch für vorhandene Gaserzeuger.

Generatoren mit Schwelschacht

Anlagen zur Entteerung und Reinigung aller Gasarten.

Kreiselwäscher

eigener bestbewährter Systeme.

Gewinnung von wasserarmem Teer, auch ohne schmutziges Betriebswasser, mit Phenolwasserbeseitigung ohne Wärmeaufwand. Höchster Reinheitsgrad des Gases.



Hochwertige Rohstoffe
und
sorgfältigste Herstellung
gewährleisten

größte Sicherheit

bei Verwendung unserer

Stopfen und Ausgüsse

in unseren Sondermischungen

**aus Schamotte, Grafit
und Magnesit**

SILIKA- UND SCHAMOTTE-FABRIKEN
MARTIN & PAGENSTECHER A.-G.
HAUPTVERWALTUNG KÖLN-MULHEIM

Ferngas

verbürgt

Leistungssteigerung

RUHRGAS AKTIENGESELLSCHAFT · ESSEN

141



PITTLER- THOMA PUMPEN UND FLÜSSIGKEITSGETRIEBE

Pittler-Thoma-Flüssigkeitsgetriebe sind stufenlos regelbare Ölgetriebe. Sie zeichnen sich aus durch stoßfreies Einstellen der Abtriebsdrehzahl, großen Regelbereich, Umkehrbarkeit der Drehrichtung, Einfachheit der Bedienung, Selbstschmierung und hohe Lebensdauer.

PITTLER

WERKZEUGMASCHINENFABRIK AKTIENGESELLSCHAFT

WILHELM-STRASSE 10 · ESSEN

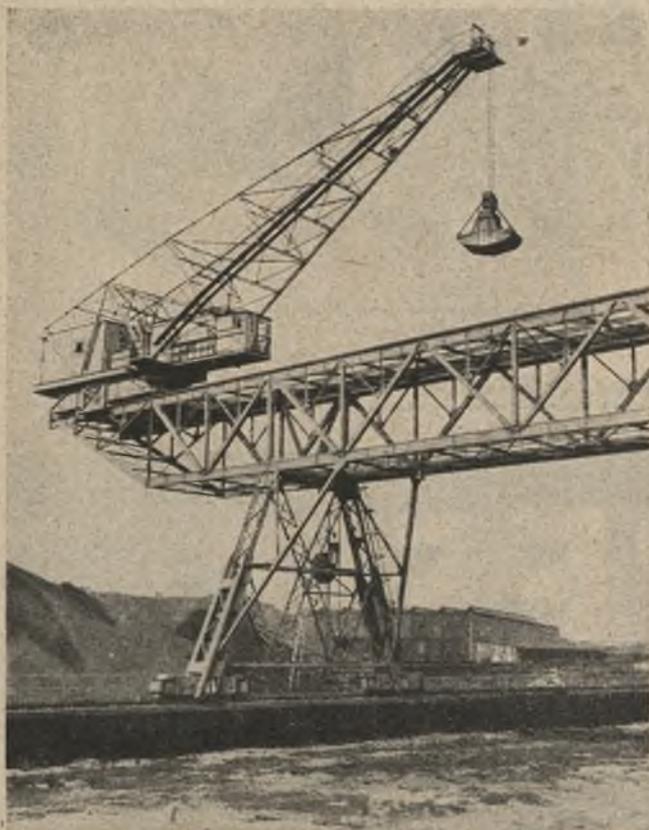
**Zur Erleichterung
der spanlosen
Kaltverformung
von Stahl**

BÜNDER

**in der Fertigung
von Stahlrohren, Profilen,
Stahlflaschen, Hohlkörpern**

Technische Beratung und Lizenzvergebung:

METALLGESELLSCHAFT A.-G.
TECHNISCHE ABTEILUNG FRANKFURT AM MAIN



**Krane
aller Art**

Verladebrücken

**Bekohlungs-
anlagen**

GEBR. SCHOLTEN

DUISBURG

Umschmelz-Aluminium »Antioxydal« für Stahldesoxydation



OLSBERG

Blöcke • Granalien • Gieß



OLSBERG

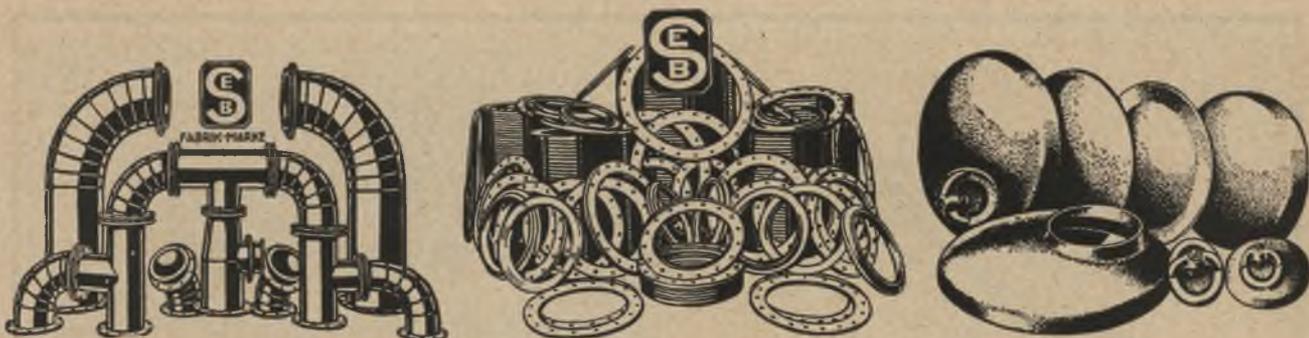
25jährige Erfahrung,
neuzzeitliche Herstellungsverfahren,
vorbildliche metallkundlich-metallurgische Prüfung
verbürgen höchstwertige Werkstoffe

METALLWERK OLSBERG GmbH.

HAUPTVERWALTUNG ESSEN

BUROS IN: BERLIN W 8 • DRESDEN-A. 5 • NÜRNBERG O

767



Rohrleitungen — Formstücke u. Blechkonstruktionen

nach gegebenen Zeichnungen und Beschreibungen

Flanschen und Bunde, roh und bearbeitet

Böden in allen Ausführungen bis zu einem Durchmesser von
2500 mm und 12 mm Stärke, liefert

567

Siegthaler Eisen- und Blechwarenfabrik, G. m. b. H.

CERESIT

— Mörteldichtungsmittel —
gegen Wasserschäden und Feuchtigkeit
in Bauwerken aller Art

WUNNERSCHE BITUMENWERKE G.m.b.H. UNNA i.W.



SCHOELLER WERK

Anfragen zu richten an „Verlag Stahleisen m.b.H.“, Pörsneck.



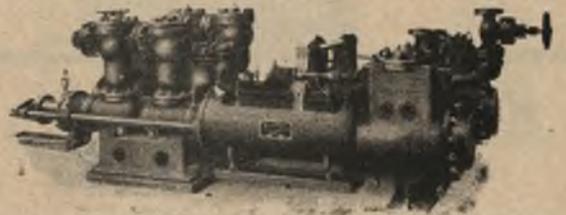
TEXROPE
KEILRIEMEN
ANTRIEBE
Stets zuverlässig

TEXROPE
GESELLSCHAFT
HERMANN J. BETZ & CO. COM.-GES.
Berlin



PUMPEN

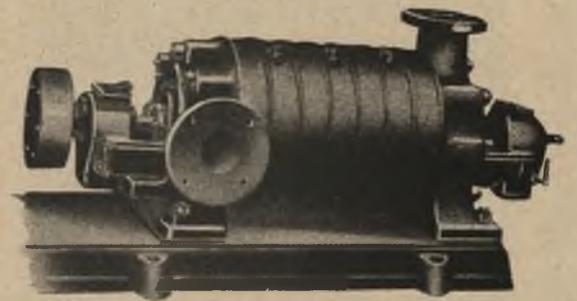
seit Jahrzehnten
bestens bewährt



WEISE & MONSKI, HALLE

seit 1872

KOLBENPUMPEN



WEISE SÖHNE, HALLE

seit 1903

606

KREISELPUMPEN

Ingenieurbüros in
Aachen · Berlin · Breslau · Chemnitz · Cottbus
Dortmund · Dresden · Düsseldorf · Frankfurt
Hamburg · Hannover · Kattowitz · Mailand
Posen · Stuttgart · Teplitz-Schönau



**FÜR JEDE
MASCHINE
DEN
RICHTIGEN
ANTRIEB**

VERKAUFSTELLEN IN
BERLIN O 34
BREMEN
BRESLAU
FRANKFURT a.M.
HAMBURG 11
MAGDEBURG

HEINRICH Desch

**EISENGIESSEREI UND MASCHINENFABRIK FÜR
TRIEBWERKBAU**



Imbert-Generatoren werden heute am laufenden Band hergestellt. Viele tausend Anlagen verlassen monatlich die Werke, deren modernste Einrichtungen Qualitätsarbeit garantieren.

IMBERT-GENERATOREN GESELLSCHAFT MBH · KÖLN

Industrieöfen

für alle Beheizungsarten und jeden Verwendungszweck



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

DIPL.-ING. OTTO

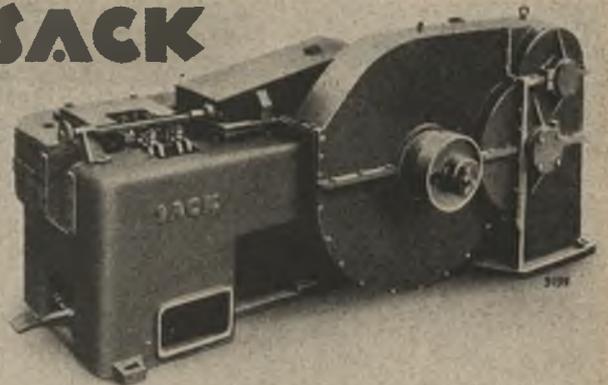
MICHAELIS GLÜH- UND HÄRTETECHNIK

DÜSSELDORF

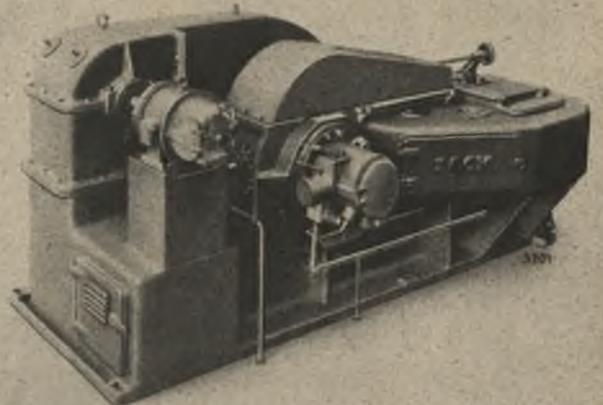
Drahtanschrift: Michaofen Fernruf 71 19 44

511

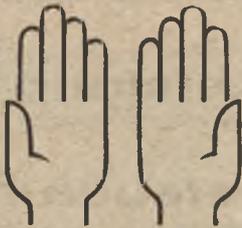
SACK



Schmiedemaschinen



MASCHINENFABRIK SACK GMBH DÜSSELDORF



SCHUTZ DEN HÄNDEN!

Hautschäden an Händen und Unterarmen sind die Werktätigen 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

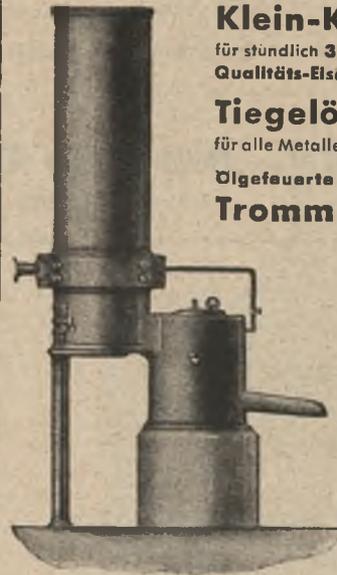
FISSAN - Schutzsalbe · Fetthaltig
- Schutzsalbe · Fettfrei

die von führenden Industrien gegen Hautschäden verwendet werden

Aufklärendes Schriftgut durch
DEUTSCHE MILCHWERKE · ABT. BERLIN NO 59

KUPOLOFEN

mit und ohne Vorherd



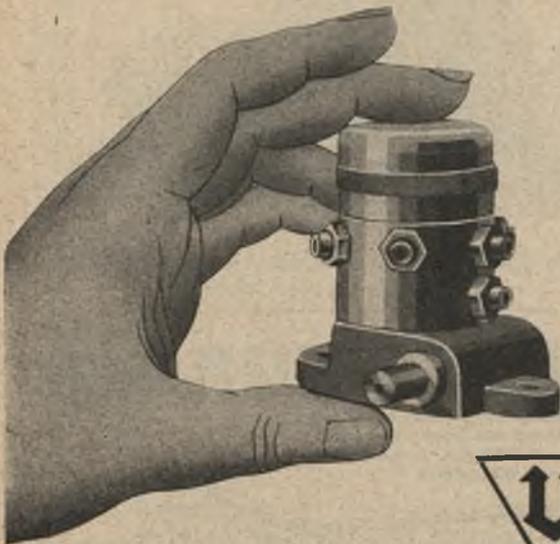
Klein-Kupolöfen
für stündlich 300—1000 kg
Qualitäts-Eisenguß und Temperstahlguß
Tiegelöfen
für alle Metalle mit Koks- oder Ölfuerung
Ölgefeuerte
Trommelöfen



A. H. Hammelrath K. G., Köln

636

JVO OEL-SCHMIERPUMPE BAUFORM „P“



Gegr. 1836

der zuverlässige Kleinöler

JOSEPH VÖGELE A.G.
M A N N H E I M

Mikroskop
Kamera
Lichtquelle
in einem
Gerät vereint!



METAPHOT

das Universal Kamera Mikroskop

FÜR DEN PRAKTIKER

• zur Forschungsarbeit im Labor • zur ständigen Güteüberwachung der Fabrikation

4165



EMIL BUSCH A.G. OPT.INDUSTRIE

Wir bauen seit 1870:

Kalkschachtöfen jeder Leistungmit Mischfeuerung, mechanischer Beschickung und mechanischer Austragung, bestens bewährt!
Nur ein Mann Ofenbedienung.**Kalkschachtöfen mit Gasbefuerung**

bei Verwendung von allen gasförmigen Brennstoffen.

Vielfach im Betrieb bewährt. / Eine große Zahl zur Zeit im Bau.

Beste Empfehlungen aus In- und Ausland.

Eckardt & Hotop GmbH., Köln a. Rhein

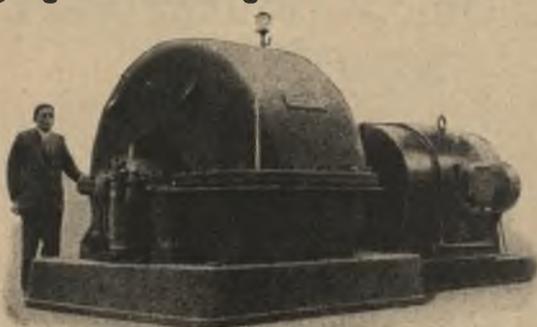
Berlin W 35 / Saarbrücken 3

Telegramm-Adresse: Tehakipper Düsseldorf
Fernsprecher Sa.-Nr. 15954

533



Jaeger-Turbinengebläse für Luft oder Gas

**C. H. JAEGER & CO., LEIPZIG**
Pumpen- und Gebläse-Werk

a 156

Dr. Vogel's Sparbeize
für Eisen und StahlKostenlose Ingenieurberatung
in allen Beizfragen

Alleinverkauf:

Max Hoeck, Düsseldorf-Oberkassel

533

Laboratoriumsapparatefür die Eisen-, Stahl- und Metalluntersuchung
mit bedeutenden Verbesserungen
nach Eder, Dr. Heczko, Prof. de Sy und ir. H. Haemers
Verlangen Sie Listenmaterial!**GEBRÜDER KLEES, DÜSSELDORF 1**

Fabrik für Laborbedarf

ROHRLEITUNGENgeschweißt und genietet, für Wasser
Gas, Dampf und jeden Verwendungszweck
von 150 mm \varnothing aufwärts bis zu 10 mm Blechstärke**Eisen- u. Metallwerke Ferndorf**

Anfragen zu richten an Verlag Stahleisen m. b. H., Pörsneck.

Elektro
Kühlmittelpumpen

Modell
AT



Krafft

Pumpen- und Motoren-Fabrik

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

Von **KLOCKNER**
Schaltgeräten

Der handbetätigte KLOCKNER
Motorschutz-Schalter Form PKZ



KLOCKNER-MOELLER
A6



Thomas- und SM.-Stähle
für jeden Verwendungszweck

NEUNKIRCHER EISENWERK
AKTIENGESELLSCHAFT
VORMALS GEBRÜDER STUMM
NEUNKIRCHEN (SAAR).

F.W. Kutzscher jun.
Werk für technische Metallwaren
Spezialabteilungen für Oel- und
Benzingefäße, Tank- und Behälterbau 732



Diebstahlige HAND-OLKANNE
Praktische Pumpen-Ölkanne!

JP

Durchmesser 1300 mm
 Ganze Länge 6100 mm
 Wandstärke 48 mm
 Betriebsdruck 45 atü

1000.
 elektrisch geschweißte Pintsch - Kesseltrommel

PINTSCH
 JULIUS PINTSCH K. G. / BERLIN

1843 ➤ 100 Jahre ⚡ 1943

ERZ
 KOBLEN
 EISEN
 STAHL
 EDELSTAHL

REICHSWERKE AKTIENGESELLSCHAFT
 ALPINE MONTANBETRIEBE
 HERMANN GÖRING

Möhl

*Industrie-
Öfen.*

Glüh-, Härte- u. Vergüteöfen
Speziell für:
Drahtziehereien, Stangen-
ziehereien u. Kaltwalzwerke

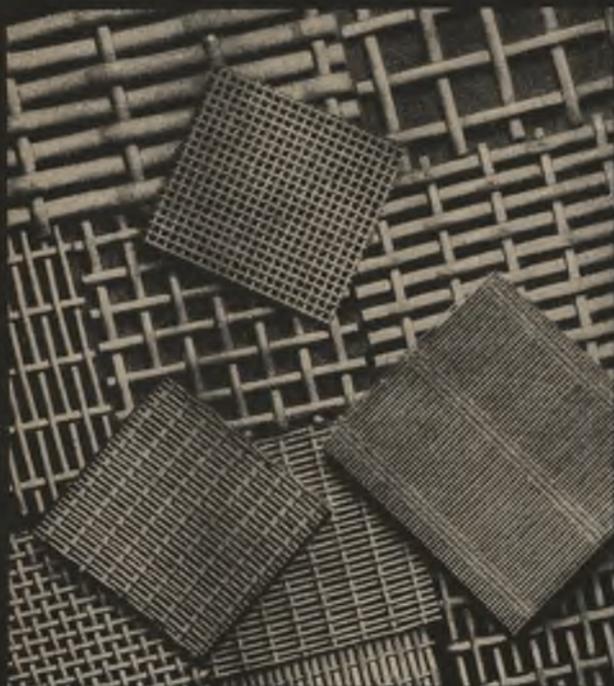
Möhl & Co., Kom.-Ges.
Industrie-Ofenbau ♦ Köln

642

NIASTAHL - hochverschleißfest
schwingungsfest

zum sieben und waschen **SIEBGeweBE**

für Kohle, Koks, Erz, Sand, Kies, Schotter, Splitt



HAVER & BOECKER

DRAHTGEWEBE NIAGARA-SCHWINGSIEBE



*Legierungen
veredeln
den Stahl,
verbessern
den Guß*



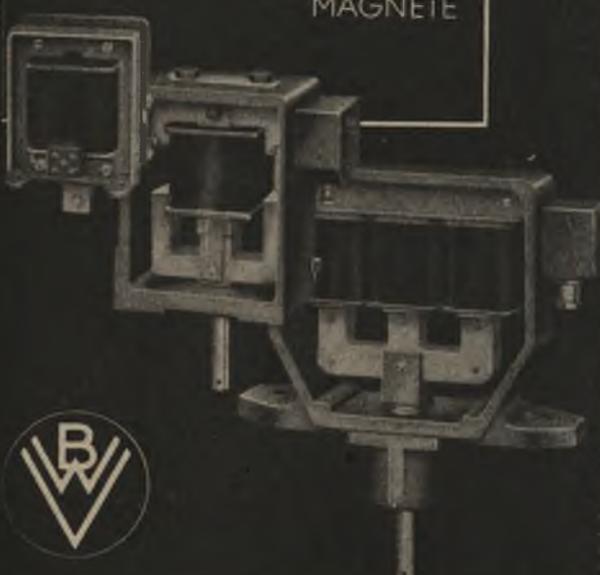
Gesellschaft für Elektrometallurgie

DR. HEINZ GEHM
HAUPTVERWALTUNG BERLIN

Hersteller
von Ferrolegerungen
und Legierungsmetallen

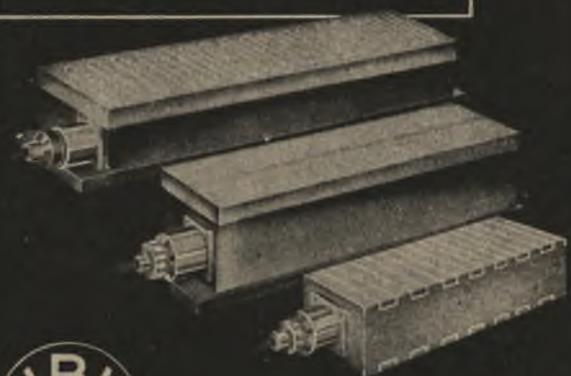
BINDER

ZUG- UND
BETÄTIGUNGS-
MAGNETE



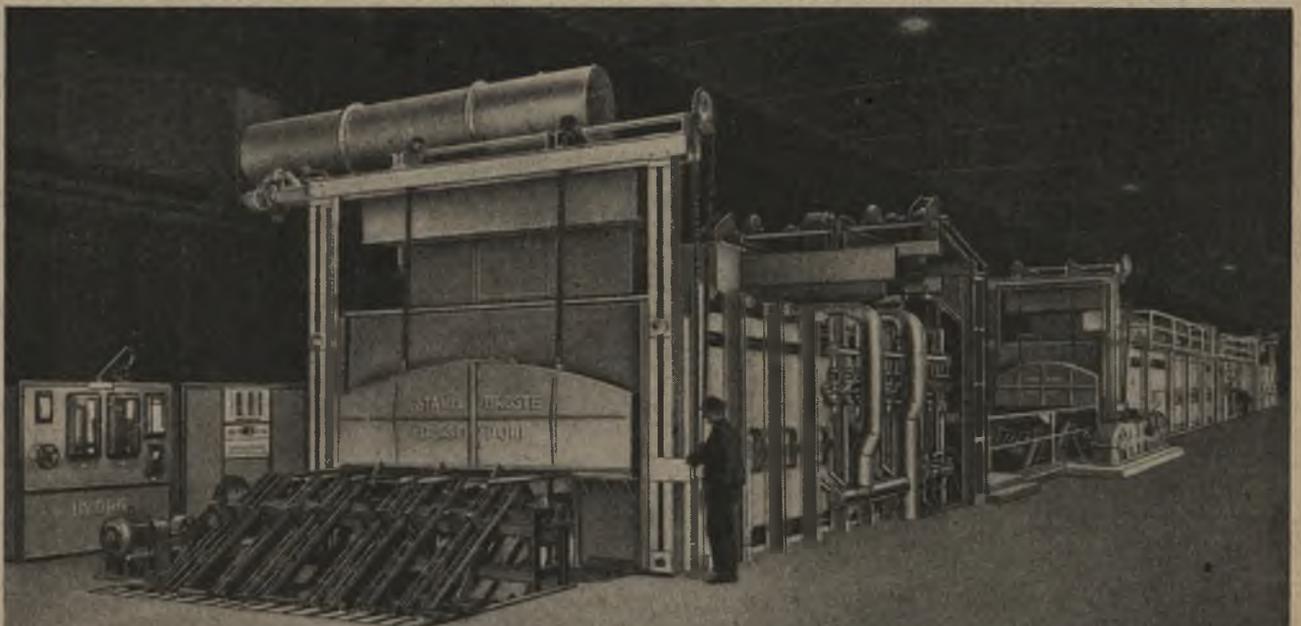

BINDER

ELEKTROMAGNETISCHE
AUFSPANNAPPARATE




WILH. BINDER • MASCHINEN- UND ELEKTRO-APPARATE-FABRIKEN

Anfragen zu richten an Verlag Stahleisen m. b. H., Pörsneck.



Vergüteanlage mit vollautomat. Durchlauf «Schrittmachersystem»



Vergüteofen mit selbsttätiger Material-Auf- und -Ausgabe, zwischengebautem Öl- oder Wasserbad mit Tauch- und Schwenkvorrichtung sowie Höhenförderer mit Aufgabe zum Anlauföfen. Die Anlage einschließlich automatischer Temperatur- und Gemisch-Regelung sowie elektrischer Schaltanlage mit Leuchtbild und Störungsmeldung.

Stahl & Droste Industrie-Ofenbau Düsseldorf

Rufnummer 60904 · Schließfach 746 · Drahtwort: Stahlofen