



P. 770/44

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE
EISENHÜTTENWESEN



HEFT 23

8. JUNI

64. JAHRG.

VERLAG STAHLEISEN M. B. H. DÜSSELDORF

WT

STAHL u. EISEN 64 (1944) S. 365/80

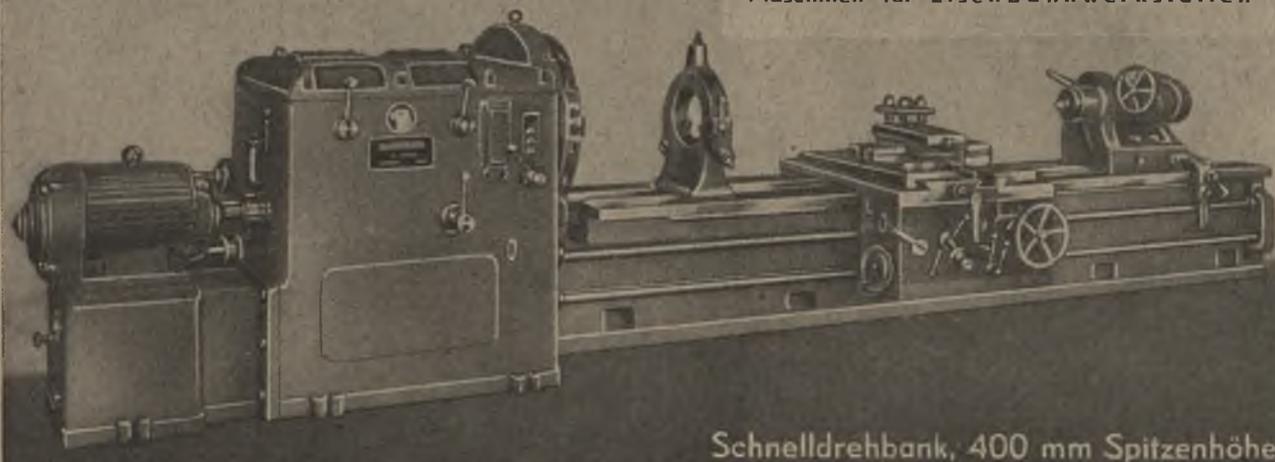


Gegründet 1872

Schwerwerkzeugmaschinen in Sonderausführungen

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

Maschinen für Radsatzbearbeitung
Maschinen für Eisenbahnwerkstätten



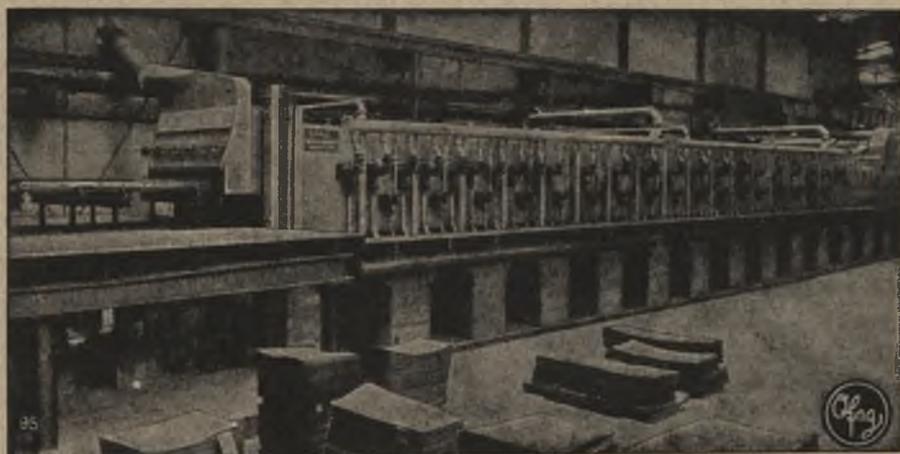
Schnelldrehbank, 400 mm Spitzenhöhe

MASCHINENFABRIK DEUTSCHLAND G. M. B. H. DORTMUND

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



Industrieöfen



Feinblech-Normalisierofen mit Doppelhubbalkenherd

Wir bauen:

Sämtliche Öfen
für Stahlwerke, Walzwerke
und Schmieden

Spezialöfen
für die Leichtmetallindustrie

Kontinuierlich arbeitende
Öfen mit Hubbalkenherd

Brenner
für sämtliche Brennstoffe

»Ofag« Ofenbau AG., Düsseldorf

Fernruf Sa.-Nr. 3 6036 • Drahtwort: Ofag

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.

Aluminium	Getriebe	9	Metallrohr-Strangpressen	16	Schnittstähle	12
und Aluminiumguß	Gießbettkrane	22	Mikroskopische Ein-		Schweißdraht	
Ausfugmassen	Gießereienanlagen		richtungen	9	und Elektroden	6, 17
Austragebänder	und -einrichtungen	27	Mischmaschinen		Schweißmaschinen,	
Automatenstahl	Glühöfen	13, 26	und -anlagen	23	elektrische	17
Backenbrecher	Granulatoren	5	Mörteldichtungsmittel	25	Schwingsiebe	5
Bandstahl	Granalien	22	Mühlen	5	Lichtgeräte	15
Banken	Graphit	14	Naben-Fertigbohrbänke	2	Siemens-Martin-Oefen	27
Beizbedarf	Griß	22	Nahtlose Rohre	U. 3	Siemens-Martin-Stahl	25
(Säuren, Sparbeizen)	Härtereien	U. 4	Nichtrostende Stähle	U. 4	Silberstahl	U. 4
Bergwerksanlagen	Härtereizubehör	U. 4	Nietmaschinen	25	Siloverschlüsse	23
und -maschinen	Hartwalzwerke	5	Normalglühöfen	U. 2	Spills	U. 2
Beschickungsmaschinen	Hebezeuge	U. 2	Oberbaumaterial	U. 2	Spitzendrehbänke	U. 2
und -vorrichtungen	Hochofenanlagen	16	Oelbrenner	U. 2	Stahl 3, 10, 12, 15, 23, 25, 24,	
Blankglühöfen	Hohlkörper, Stahl	U. 3	Oelschmierpumpen	24	28, U. 4	
Blöcke (Stahlblöcke)	Holzschrauben	17	Pfannenstopfen		Stahldraht	17, U. 4
Brecher	Hubbalkenherd-Oefen	U. 2	und -ausgüsse	14	Stahlflaschen	11
Chromguß	Hüttenwerksanlagen		Pressen	16	Stahlguß	21
Desoxydationsmittel	und -einrichtungen	20	Pumpen aller Art	6, 9	Stahlwerksanlagen	
Döpperstähle	Hydraulische Pressen	16	Radreifen-Aus-		und -einrichtungen	16
Draht	Industrieöfen U. 2, 5, 13, 24,		bohrbänke	2	Stahlwerksöfen	U. 2
17, U. 4	26, 27, U. 4		Radsatzbearbeitungs-		Stanzwerkzeuge und	
Drahtgewebe	Kälte-Anlagen	7	maschinen	U. 2	Stähle hierfür	12
und -geflechte	Karusseldrehbänke	2	Regelanlagen	U. 4	Steinkohle	3, 28
Drahtseile und Kabel	Keilriemenantriebe	24	Reinigungsanlagen	U. 4	Stoßmaschinen	U. 2
Drahtstifte	Ketten	17	Reinigungsmittel	27	Strahlungskessel	19
Drehbänke,	Kohlenstaubbrenner	U. 2	Rekuperatoren	5	Strangpressen	16
alle Bauarten,	Kohlenstauffeuerungs-		Richt- und		Temperguß	21
U. 2, 2	anlagen und -ein-		Biegepressen	8	Thomasstahl	25
Drehscheiben	richtungen	19	Riffelstähle	12	Tiegelöfen	26
Edelstähle, 10, 12, 15, 24, 28,	Kohlenwäschen	23	Roheisen	3, 28	Transportanlagen	23
U. 4	Kohlenwertstoffanlagen	19	Roheisenmischer	20	Treibgasflaschen	11
Elektroden	Kokereianlagen		Rohre, nahtlose Stahl-	U. 3	Trommelöfen	26
6	und -maschinen	U. 2, 19	Rohrleitungen	27	Umsteuerungen für	
Elektrolyseure	Kolbenpumpen	6	Rollenlager	13	Regenerativöfen	2
Elektroöfen	Kollergänge	5	Rostlockerungsmittel	26	Verladeanlagen	U. 2, 23
Erze	Kompressoren (Luft und		Rostschutzmittel	26	Walzenbearbeitungs-	
28	Gas)	7	Salzbadöfen	U. 4	maschinen	U. 2
Federherstellungs-	Krane	U. 2, 22	Salzbadtiegel	U. 4	Walzenbrecher	5
maschinen	Kreiselpumpen	6	Schaltanlagen	U. 4	Walzendrehbänke	U. 2
U. 2	Kreiselwäscher	U. 3	Schamottesteine	14	Walzlager	
Ferngasversorgung	Kugellager	13	Schiebebühnen		(Rollen-, Kugellager)	13
und -verwendung	Kühlanlagen	U. 4	(Eisenbahn)	U. 2	Walzwerksanlagen	
12	Kupolöfen	24	Schieber-		und -einrichtungen	16
Ferrolegierungen	Kupplungen	18, 20	umsteuerungen	2	Walzwerksöfen	U. 2
11	Laboratoriumsgeräte		Schienen	U. 2	Warmfeste Stähle	12
Feuerfeste Erzeugnisse	und -einrichtungen	25, 27	Schmiedemanipulator	21	Wassergasanlagen	14
14, 27	Legierte Stähle 10, 12, 15, 24,		Schmiedeofen	U. 2	Weichen und	
Flüssigkeitsgetriebe	28, U. 4		Schmiedestücke	3, U. 3	Kreuzungen	U. 2
9	Lichtbogenöfen	26	Schneid-		Werkzeugmaschinen U. 2, 2,	
Flußstahl, unlegiert	Lichtpaspapiere	23	und Schweißanlagen		8, 9	
(Thomas- und SM.-Stahl)	Magnesit	14	und -einrichtungen	10	Werkzeugstähle	12, 15, 23
25	Magnesitsteine	14	Schneidbrenner	10	Widerstands-Material U. 4	
Form- und Aufschweiß-	Matritzenstähle	12	Schnellarbeitsstähle,		Winden	U. 2
presse	Meißelstähle	12	Schnellstähle,		Zerkleinerungs-	
27	Metalle		Schnell-		maschinen	5
Fräsmaschinen	und Legierungen	11	drehstähle	12, U. 4		
U. 2						
Füll- und Rührwerke						
für Gaserzeuger						
U. 3						
Gasbrenner						
U. 2, 5						
Gaserzeuger						
5, U. 3						
Gasleitungen						
5						
Gasreinigungsanlagen						
5						
Gesenk-						
und Prägestähle						
12						

Schieberumsteuerungen

neuzzeitliche 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.

521

DÖRRIES-NEMA

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

Büro Berlin: Berlin W 15, Bleibtreustraße 34/35

Radreifen-Ausbohrbänke

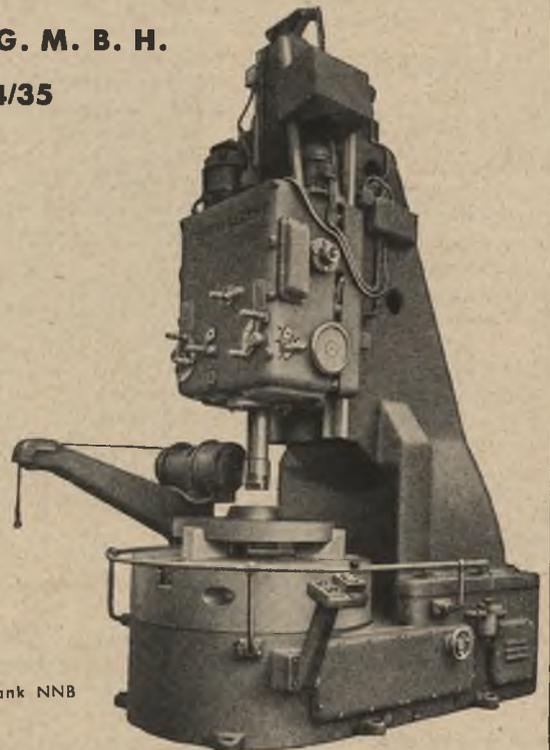
Radscheiben- und Radstern-

Drehbänke

Naben-Fertigbohrbänke

Einständer-Karussell-

Drehbänke

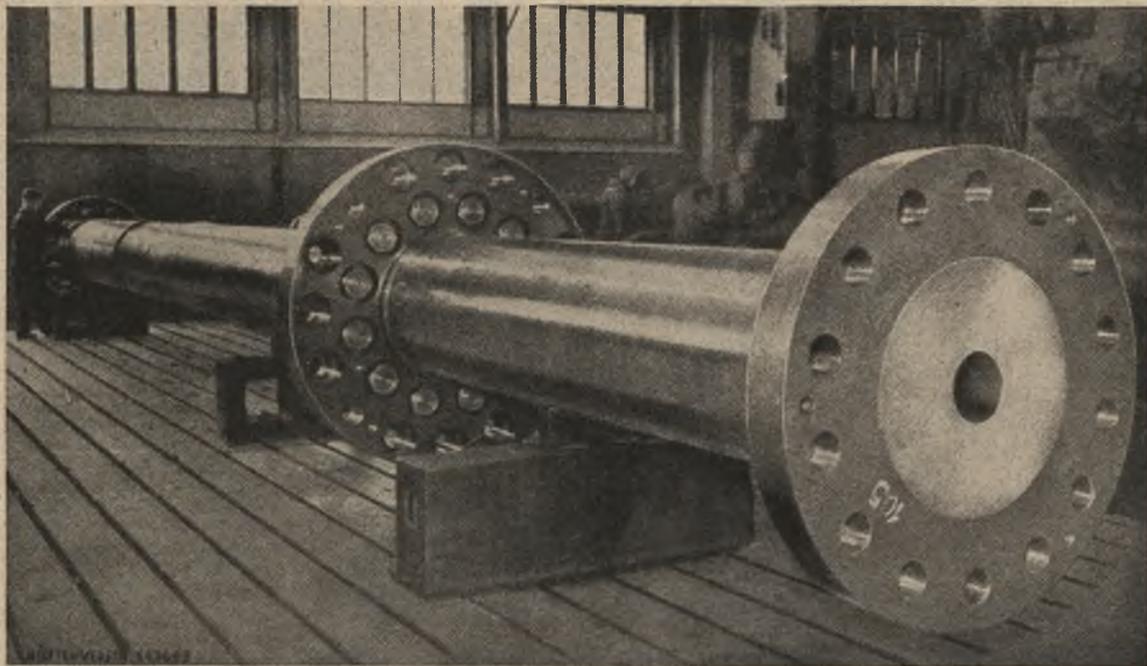


Nabenfertigbohrbank NNB



KOHLE EISEN STAHL

**VEREINIGTE STAHLWERKE
AKTIENGESELLSCHAFT**



Schmiedestücke

Fertig bearbeiteter
Wellensatz
Flansch- \varnothing 1670 mm in der Mitte
und vorn, gekuppelte Länge 14 m

HÜTTENVEREIN



Aluminium

VERLANGEN SIE UNSERE
ALZ-MERKBLÄTTER

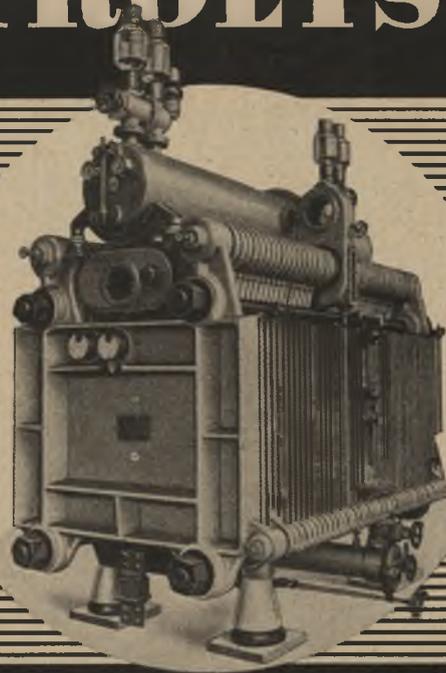
BERATUNG
SCHULUNG
SCHRIFTTUM

ALUMINIUM-ZENTRALE ^{DMG}_{UND}^{HM}
BERLIN W 50 · BUDAPESTERSTR. 53

ELEKTROLYSEURE SYSTEM ZDANSKY

zur elektrolytischen
Erzeugung von
Wasserstoff als
Schutzgas in Glühöfen
und Sauerstoff

Type
B 40

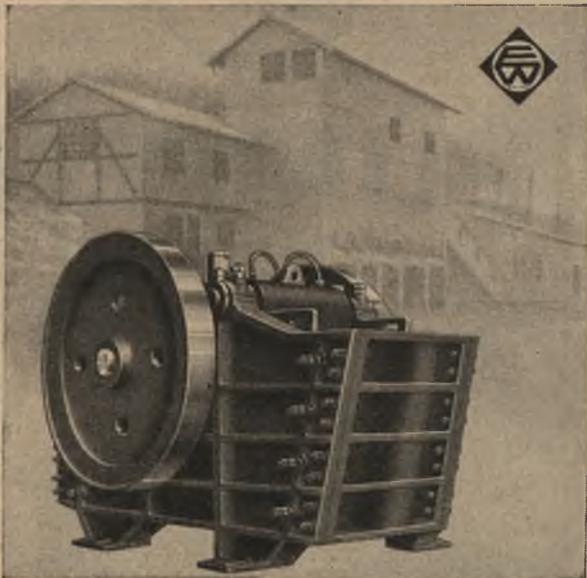


WIR ERREICHEN:
Wasserstoffreinheit 99,9%
Sauerstoffreinheit 99,7%
Elektrochemischen
Wirkungsgrad von ... 99,0%
Jahrelangen, störungs-
freien Dauerbetrieb
bei einem Energieverbrauch
von nur 4 — 5 kWh/m³ H₂.

BAMAG

BAMAG-MEGUIN AKTIENGESELLSCHAFT BERLIN

W E S E R H Ü T T E



Backenbrecher für härtestes Brechgut

Unser Lieferungsprogramm für Zerkleinerungs-
maschinen umfaßt:

Backenbrecher
Rundbrecher
Fein-Rundbrecher
Fein-Steinbrecher
Granulatoren
Hammerbrecher
Hammermühlen

Kugelmühlen
Hartwalzwerke
Walzenbrecher
Schwingsiebe
Trockenkollergänge
Mischkollergänge mit
heizbarer Mahlbahn

WESERHÜTTE OTTO WOLFF G.M.B.H.

Büro Berlin: Berlin-Wilmersdorf, Pfalzburger Straße 17

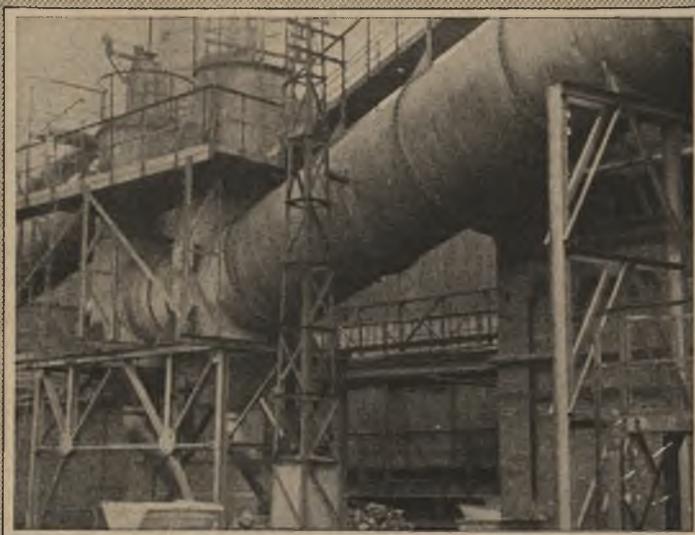
d438



GASERZEUGER
GASREINIGER
GASBRENNER
STAHL-
REKUPERATOREN

Gasleitung
2000 mm \varnothing
und
Armaturen
in eigenen Werk-
stätten für ein Mar-
tinwerk hergestellt

INDUSTRIE-ÖFEN



HAGER & WEIDMANN A.-G.

MASCHINENFABRIK FÜR LUFT- UND WÄRMETECHNIK

Hochwertige
Silesia
Schweiß-Elektroden

zugelassen für den
Schiffbau und andere
Anwendungsgebiete

50 Stück
450 mm lang
4 mm Ø

Umhüllte Elektroden
SILESIA P 37

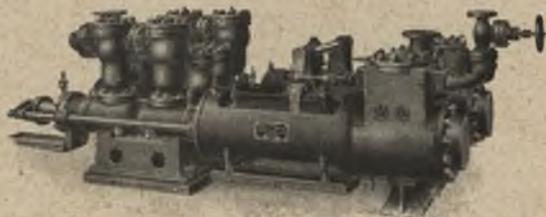
OBERHÜTTEN

VEREINIGTE OBERSCHLESISCHE HUTTENWERKE AKTIENGESELLSCHAFT



PUMPEN

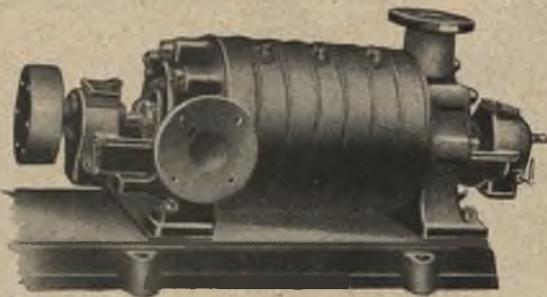
seit Jahrzehnten
bestens bewährt



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

§
SIEMENS
ELEKTRO
ÖFEN

in der Eisen- und Stahlindustrie

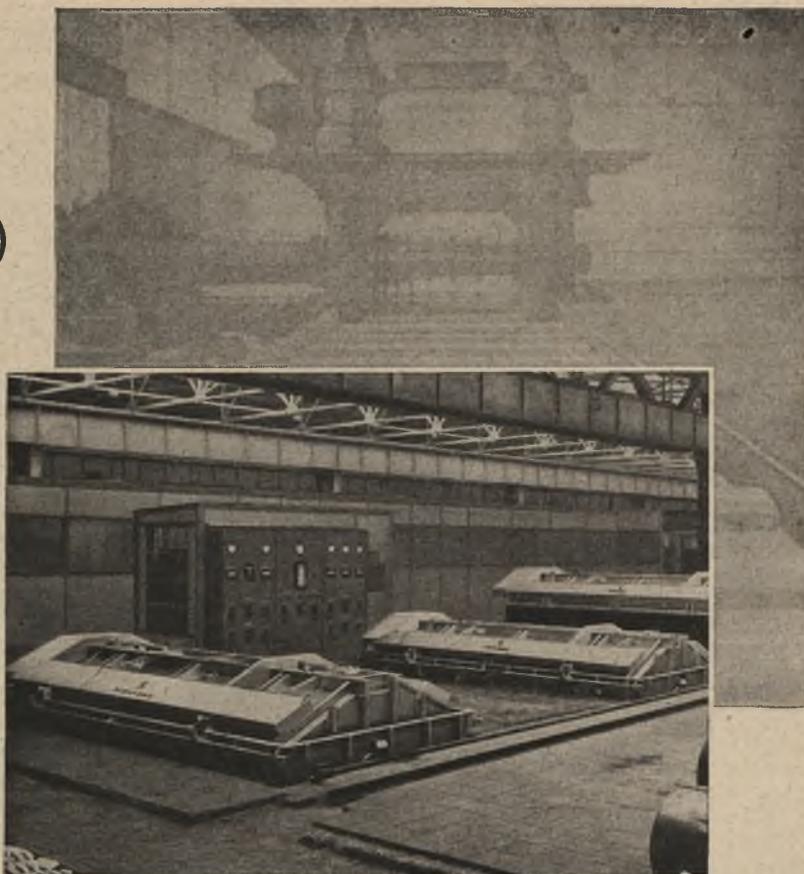
Kammeröfen · Schacht- und Muldenöfen
Wagen- und Drehherdöfen
Öfen mit und ohne Luftumwälzung
Haubenöfen · Salzbaden

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

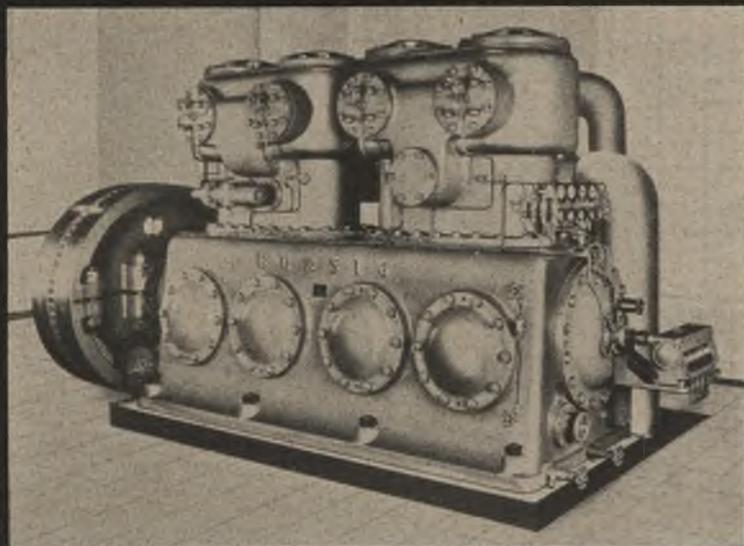
Schutzgaserzeugungsanlagen
für Blankglühöfen

Elektrische Blankglüh-Haubenofenanlage
für Bleche und Bandstreifen

9 Öfen mit einem Gesamtanschlußwert von 2800 kW



S I E M E N S - S C H U C K E R T W E R K E A G



BORSIG-
GROSSKÄLTE
VERDICHTER

VOLLSTÄNDIGE
KÄLTE-ANLAGEN

BERATUNG UND TECHNISCHE AUSKUNFTE
DURCH UNSER WERK BORSIG BERLIN

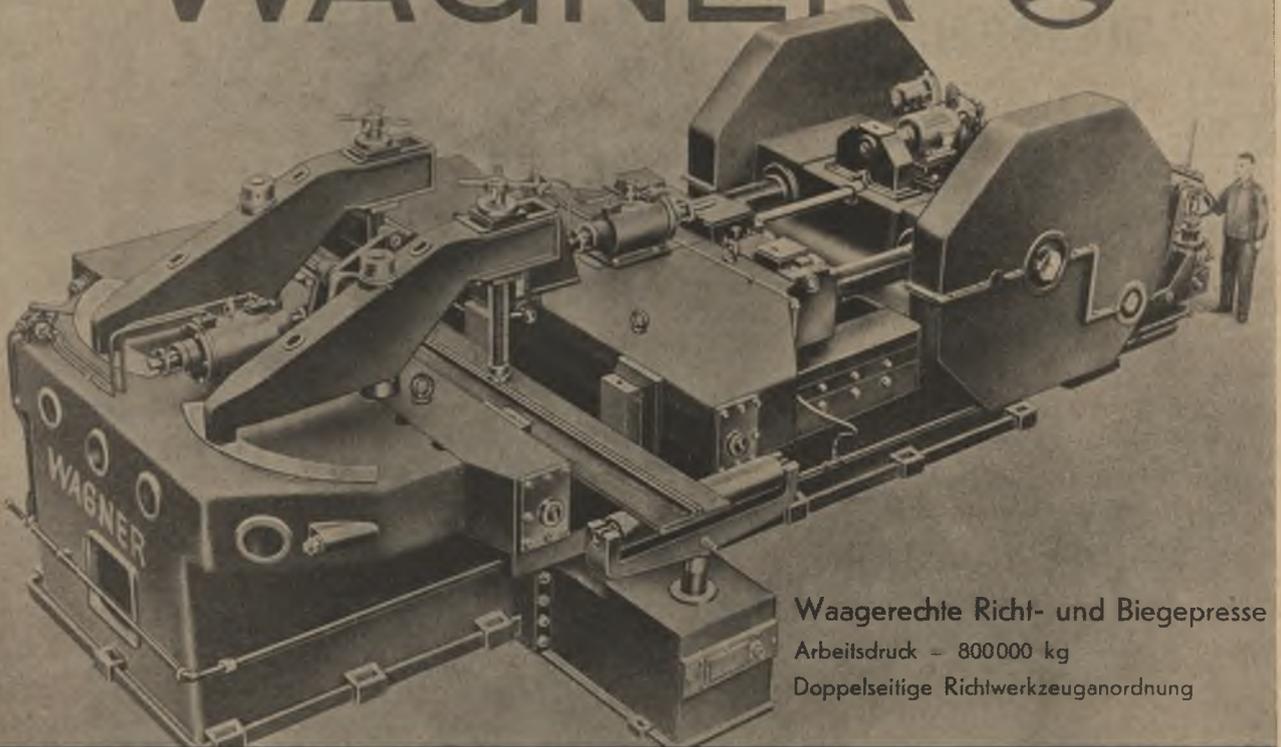


RHEINMETALL-BORSIG

AKTIENGESELLSCHAFT

V 9254

WAGNER



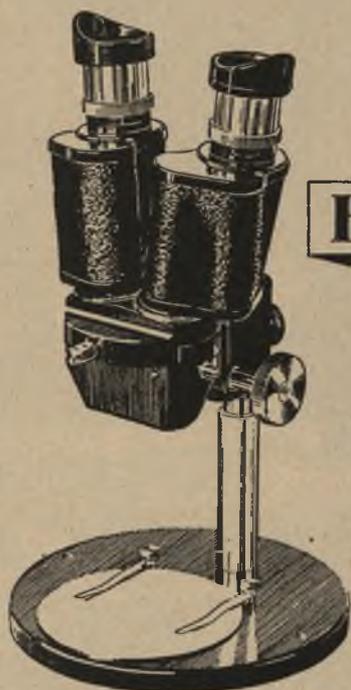
Waagerechte Richt- und Biegepresse
Arbeitsdruck - 800000 kg
Doppelseitige Richtwerkzeuganordnung

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

KLÖCKNER SONDER-ERZEUGNISSE

bekannt
und
bewährt





Binokulare

ZEISS

Lupenmikroskope

mit großem Sehfeld

vermitteln Bilder von hervorragender Klarheit und Plastik.
Keine Ermüdung der Augen bei längerer Beobachtung.
Zur uneingeschränkten Verwendung auf fast allen Gebieten
bei Benutzung zweckentsprechender Stativ.
Vergrößerungen von 3- bis 30fach.

DRUCKSCHRIFTEN UND WEITERE AUSKÜNFTE KOSTENFREI VON

CARL ZEISS, JENA



PITTLER- THOMA

PUMPEN UND FLÜSSIGKEITSGETRIEBE

Pittler-Thoma-Flüssigkeitsgetriebe
sind stufenlos regelbare Ölge-
triebe. Sie zeichnen sich aus durch
stoßfreies Einstellen der Abtriebs-
drehzahl, großen Regelbereich,
Umkehrbarkeit der Drehrichtung,
Einfachheit der Bedienung, Selbst-
schmierung und hohe Lebensdauer.

PITTLER

WERKZEUGMASCHINENFABRIK AKTIENGESELLSCHAFT



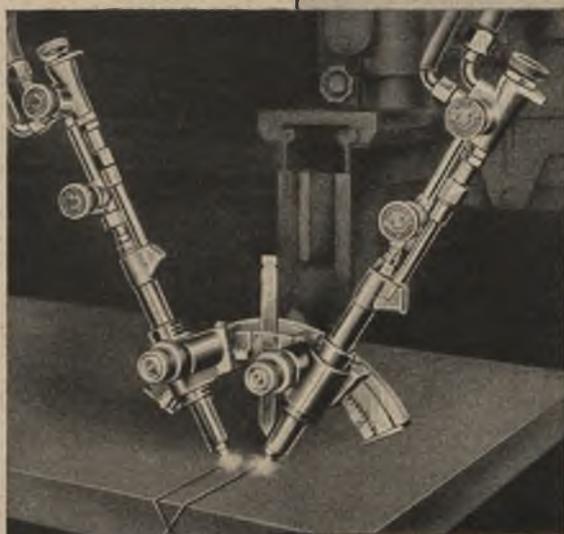
Das Deutsche Reich kämpft für die Zukunft Europas nicht nur auf dem Schlachtfelde, sondern auch in den Werkstätten der Heimat. Fleiß, Gewissenhaftigkeit und Güte des verwendeten Materials schaffen die Voraussetzungen zum Sieg. PHÖNIX EDELSTAHL ist deutscher Edelstahl!

SCHOELLER-BLECKMANN
STAHLWERKE · AKTIENGESELLSCHAFT



TEINZENBERGER

Schweißgerecht



vorbereitete Nähte mit
„GRIESHEIM“
Schneidmaschinen
bei Anwendung des Spezial-Brennerhalters
mit Segmentverstellung DRP. und DRGM. für
V- u. X-Naht-Schnitte

Fragen Sie uns! Wir beraten Sie kostenfrei
und unverbindlich

›**GRIESOGEN**◀

GRIESHEIMER AUTOGEN VERKAUFS-G. M. B. H.
FRANKFURT (MAIN)



*Legierungen
veredeln
den Stahl,
verbessern
den Guß*



Gesellschaft für Elektrometallurgie

DR HEINZ GEHM
HAUPTVERWALTUNG BERLIN

Hersteller
von Ferrolegierungen
und Legierungsmetallen



**Die Sicherstellung
der
Treibgasversorgung**

für Motorfahrzeuge erfolgte
durch die beschleunigte Be-
reitstellung von nahtlosen
und geschweißten

**MANNESMANN
Treibgasflaschen**



Ferngas

verbürgt
Leistungssteigerung

RUHRGAS AKTIENGESELLSCHAFT · ESSEN

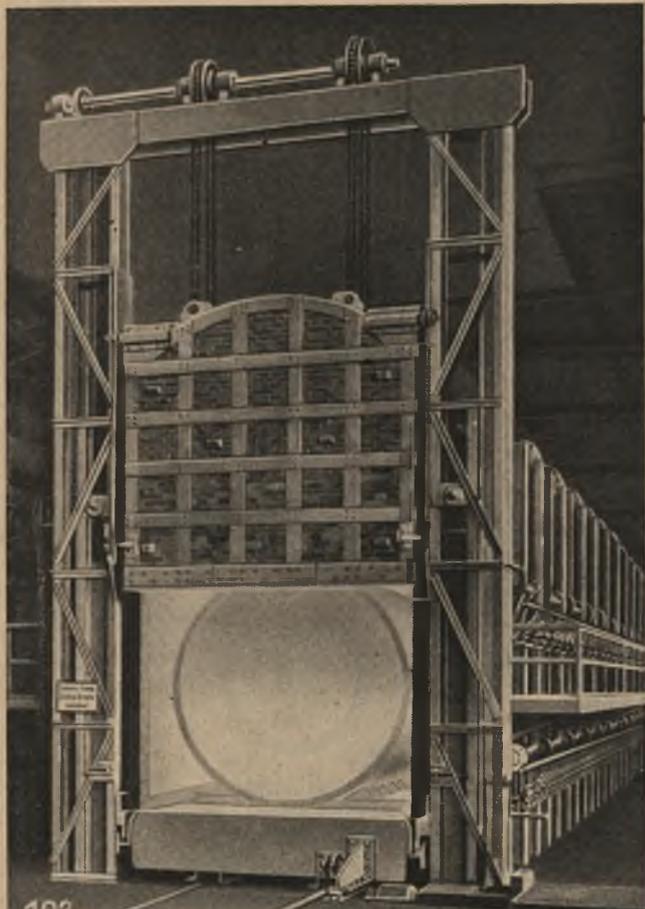
161

STAHLWERK CARP & HONES DÜSSELDORF

Schnellarbeitsstähle / Wolfram-Riffelstähle / Warmarbeitsstähle / Schnitt- und Stanzstähle / Gesenk- und Prägestähle / Döpper- und Meißelstähle / Kaltschlagmatrizenstähle / legierte und unlegierte Werkzeugstähle



Adlerstahl



Glühofen

zum Normalisieren von Rohren
und Eisenkonstruktionsteilen.

Nutzbare Herdlänge 15 000 mm
Nutzbare Herdbreite 3 200 mm
Nutzbare Höhe 3 000 mm

**Zweiteiliger Herdwagen
für 160 t Belastung**

Temperatur-6-Zonen-Steuerung mit
Programmregler für Temperaturen von
500 bis 1100° C.

STAHL & DROSTE
INDUSTRIEOFENBAU
DÜSSELDORF

Rufnummer 60904 · Schließfach 746
 Drahtwort: Stahlofen



SKF · F&S
sind Zeichen
für Erzeugnisse
höchster Güte

VEREINIGTE KUGELLAGERFABRIKEN
AKTIENGESELLSCHAFT



SKF · F&S
sind Zeichen
für Erzeugnisse
höchster Güte

VEREINIGTE KUGELLAGERFABRIKEN
AKTIENGESELLSCHAFT

220000m³

täglich leistet diese aus zwei Generationen bestehende Wassergasanlage, von der hier im nebenstehenden Bilde die Bedienungsbühne gezeigt wird.

Wir liefern
WASSERGASANLAGEN
MIT VOLLAUTOMATIK
für industrielle Zwecke zum Glühen,
Schmieden, Schweißen und Schmelzen

1843  1943

PINTSCH

JULIUS PINTSCH K. G. / BERLIN

Hochwertige Rohstoffe
und
sorgfältigste Herstellung
gewährleisten

größte Sicherheit

bei Verwendung unserer

Stopfen und Ausgüsse

in unseren Sondernmischungen

**aus Schamotte, Grafit
und Magnesit**

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

*Wirtschaftlicher
arbeiten!*



Arbeitsvorbereitung
(Material-
Bereitstellung)

Der Wirtschaftsaufschwung der letzten Jahre, insbesondere aber die durch den Krieg gesteigerten Anforderungen an Ihren Betrieb zwingen Sie zur Verbesserung der Leistungs- und Wirkungsgrade.



Fertigungskontrolle
mit Termin-
Überwachung

Standard

bei Tausenden der fortschrittlichen deutschen Industrieunternehmen im Gebrauch — ist **anerkannt** als das System der



Lagerüberwachung
mit Bestands-
kontrolle

**Leistungs-
steigerung!**

Für **Arbeitsvorbereitung**
Fertigungskontrolle
Lagerüberwachung
Einkaufskontrolle
ist Standard das vollkom-
mene Arbeitsgerät.



Einkaufskontrolle
mit Termin-
überwachung

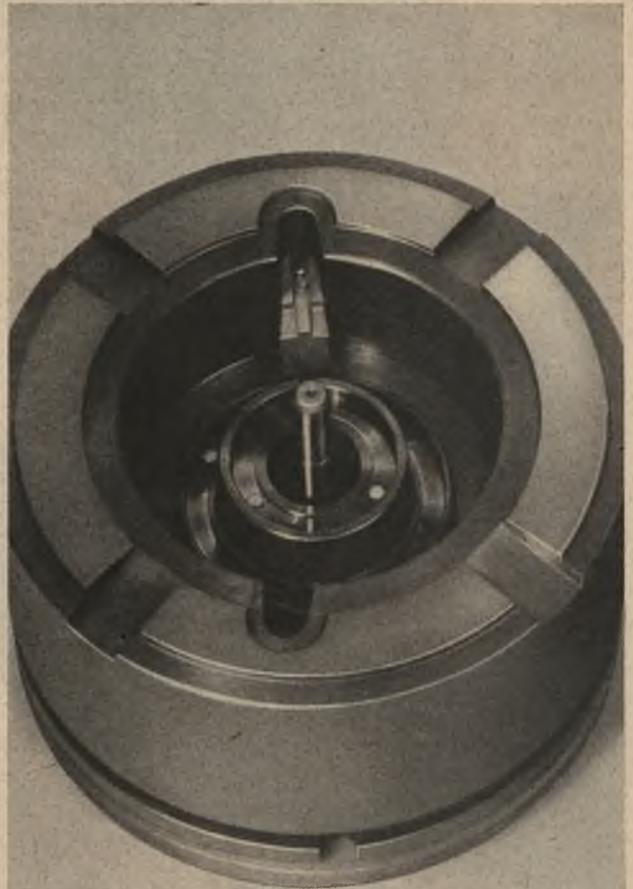
Bitte fordern Sie Prospekt SE 42

Standard Sichtgeräte GmbH.

(früher Standard Deutsche Sichtkartei-GmbH.)

Berlin W 8

832



Preßform für einen Ventilläufer
mit eingepreßten Metallteilen

DEW

WERKZEUGSTÄHLE

für

Gummipreßformen

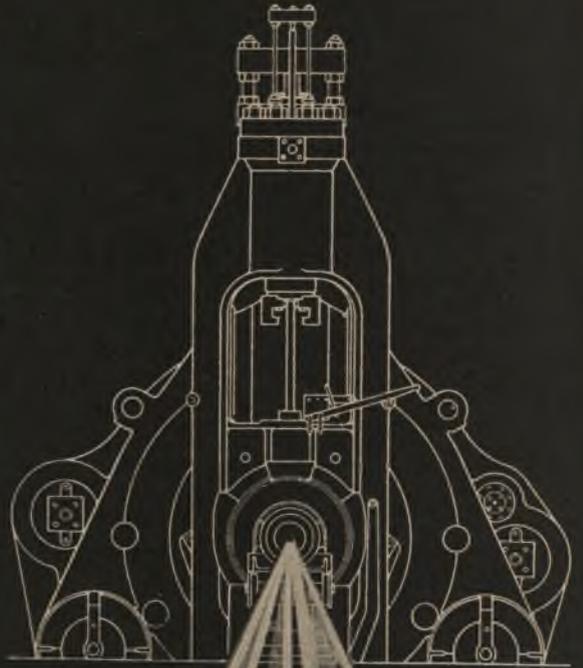
**DEUTSCHE EDELSTAHLWERKE
AKTIENGESELLSCHAFT**



Ueberall, wo auf der Erde Erz und Kohle gefördert, wo Stahl erschmolzen und verwalzt wird, da hat der Name DEMAG einen guten Klang. Viele vollständige Hochofen-, Stahlwerks- und Walzwerksanlagen und tausende Einzelmaschinen gingen aus ihren Werkstätten hervor. Sie zeugen in aller Welt vom hohen Können und vom unermüdlichen Schaffensdrang deutscher Technik.

A 5087

HYDRAULISCHE ANLAGEN FÜR ALLE METALL- UND LEICHTMETALLWERKE



**S-METALLROHR-
STRANGPRESSSEN**

**HYDRAULIK
G·M·B·H·DUISBURG**



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 23

8. Juni 1944

64. Jahrgang

	Seite		Seite
Spannungsfreiglühen elektrisch geschweißter Träger aus Baustahl St 52. Von Carl M. Bohny und Horst Busch	365	Brennstoffes und dem Unverbrannten der Rückstände. — Einfluß des Beschäftigungsgrades auf den Stoßofen-Gasverbrauch einer Walzenstraße. — Schlagzugversuche an unlegierten Stählen. — Versuche mit sauerstoffangereichertem Wind bei eisenreichen und eisenarmen Erzmöllern.	
Die Wasserversorgung eines an einem natürlichen Wasserlauf liegenden gemischten Hüttenwerkes. Von Henno Franz Sträuber	373	Patentbericht	379
Umschau	377	Wirtschaftliche Rundschau	380
Berechnung des Brennstoffverlustes aus dem Aschengehalt des		Vereinsnachrichten	380

Spannungsfreiglühen elektrisch geschweißter Träger aus Baustahl St 52

Von Carl M. Bohny und Horst Busch

[Bericht Nr. 642 des Werkstoffausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.*)]

(Untersuchung des Einflusses des Spannungsfreiglühens bei 600 bis 650° auf die Belastbarkeit und den Verzug von geschweißten Vollwandträgern aus Stahl St 52. Prüfung auf Schweißspannungen vor und nach dem Glühen, Härtespitzen im Schweißnahtübergang, Risse in den Schweißverbindungen und Festigkeitseigenschaften von gekerbten Zugstäben. Vorteile des Spannungsfreiglühens.)

Bei den vielfachen Erörterungen und Versuchen, welche sich im Anschluß an die bekannten Schäden^{1) 2)} bei elektrisch geschweißten Brückenbauten aus Stahl St 52 und aus weicheren Stählen ergeben haben, ist auch auf die Bedeutung des Glühens, besonders des Spannungsfreiglühens nach Fertigstellen der geschweißten Bauteile hingewiesen worden³⁾). Dieser Hinweis wird oft damit abgetan, daß eine solche Glühbehandlung unwirtschaftlich und vor allem meist undurchführbar sein dürfte, weil z. B. Öfen hierfür in ausreichenden Abmessungen fehlten.

Die Entwicklung zur Vermeidung solcher Schäden an elektrisch geschweißten Bauwerken ging daher, nachdem durch den Aufschweißbiegeversuch⁴⁾ der überragende Einfluß von Schweißspannungen auf die Trennbruchempfindlichkeit der Bauteile verdeutlicht worden war, den Weg zur Erschmelzung von Stählen, welche „trennbruchsicher“ sind⁵⁾. Die rege Aussprache über die damit vor allem für die Werkstoffprüfung aufgeworfenen Fragen hat die große Bedeutung einer ausreichenden Dehnfähigkeit der

verspannten Stahlteile für die erforderliche Sicherheit gegen Bruch klargelegt⁶⁾, so wie sie z. B. bei genieteten Bauteilen — wahrscheinlich unbewußt — seit Jahrzehnten mit Erfolg und ohne Rückschläge in Anspruch genommen wird.

Die Verwendung „trennbruchsicherer“ Stähle, welche bei der Abnahmeprüfung die Bedingungen des Aufschweißbiegeversuches erfüllen, schließt die bisher auch bei genieteten Bauweisen bewährten und einfach zu erschmelzenden Stahlsorten für ein großes und wichtiges Anwendungsgebiet aus; darüber hinaus hat man sich dort zu einer Beschränkung der zu verschweißenden Dicken (50 mm bei Siemens-Martin-Stahl, 20 bzw. 25 mm bei Thomasstahl) entschlossen und vorgesehen, daß Bleche und Breitflächstähe (Gurtplatten) mit Dicken über 30 mm in der Regel normalglüht zu liefern sind⁷⁾. Zweifellos liegt aber ein Bedürfnis dafür vor, mit den Vorteilen der Schweißtechnik auch solche Stahlsorten in Einklang zu bringen, welche bisher und wohl auch noch in Zukunft den weitaus größten Anteil an der erzeugten Baustahlmenge ausmachen, sowie auch wieder größere Dicken zu verschweißen, weil bei diesen der Vorteil der Schweißtechnik noch bedeutender ist als bei kleineren.

Eine Entwicklung ist auch in der Gestaltung bei Vollwandträgern zu verzeichnen insofern, als man versucht, die Halsnaht vom Gurt weg nach der Mittelachse des Trägers zu legen^{8) 9)}. Hierdurch wird nicht nur die Abschreckwirkung durch den meist im Vergleich zum Stegblech merklich dickeren

*) Vorgetragen in der Sitzung des Sonderausschusses zur Schweißbarkeit am 21. Sept. 1943. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahl Eisen m. b. H., Pörsneck, Postschließfach 146, zu beziehen.

¹⁾ Schaper, G.: Bautechn. 16 (1938) S. 649/55. François, E.: Oss. Métall 7 (1938) S. 201/07 u. 336/39; vgl. Elektroschweißg. 9 (1938) S. 173/75; Oss. Métall 8 (1939) S. 101/02 u. 151/55. Rösch, H.: Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 807/09. Kommerell, O.: Bautechn. 17 (1939) S. 161/63 u. 218/21. Schapchertle, K.: Bautechn. 17 (1939) S. 46/52. Bierett, G.: Techn. Zbl. prakt. Metallbearb. 49 (1939) S. 386/90. Grosse, W.: Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 441/53 u. 543/50 (Werkstoffaussch. 499). Reeve, L.: Quart. Trans. Inst. Weld. 3 (1940) S. 3/13; vgl. Albers, K.: Elektroschweißg. 12 (1941) S. 12/14; Oss. Métall 9 (1940) S. 89/92.

²⁾ Busch, H.: und W. Reulecke: Mitt. Forsch.-Anst. Gutehoffn. 9 (1942) S. 119/35. Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 66/72 (Werkstoffaussch. 572).

³⁾ Bierett, G.: Elektroschweißg. 9 (1938) S. 121/26.

⁴⁾ Kommerell, O., und G. Bierett: Erörterung zu Bollenrath, F.: Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 389/98 u. 419/22 (Werkstoffaussch. 372); Kommerell, O.: Stahlbau 11 (1938) S. 49/54; Bierett, G., und W. Stein: Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 427/31 (Werkstoffaussch. 417); Kühnel, R.: Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 381/90 u. 405/12 (Werkstoffaussch. 496).

⁵⁾ Wasmuht, R.: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 209/12 (Werkstoffaussch. 456). Bautechn. 17 (1939) S. 85/90; Hauthmann, H.: Mitt. Forsch.-Anst. Gutehoffn. 9 (1941) S. 1/15. Stahl u. Eisen 61 (1941) S. 129/36 u. 164/70 (Werkstoffaussch. 532); Schulz, E. H., und F. Bischof: Stahlbau 14 (1941) S. 41/47 u. 57/62, Wasmuht, R.: Stahlbau 14 (1941) S. 69/72; Wasmuht, R., C. Salzmann und F. Bischof: Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 963/68.

⁶⁾ Houdremont, E., K. Schönrock und H.-J. Wiester: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 1241/48 u. 1268/73; Buchholtz, H., und P. Bettzieche: Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 1145/51 (Werkstoffaussch. 517); Kuntze, W.: Stahlbau 147 (1941) S. 97/103; Buchholtz, H.: Bautechn. 19 (1941) S. 386/92; Hauthmann, H.: Arch. Eisenhüttenw. 15 (1941/42) S. 331/38 (Werkstoffaussch. 571); Werner, O.: Arch. Eisenhüttenw. 15 (1941/42) S. 219/34 (Werkstoffaussch. 561); Eilender, W., H. Arend und R. Hackländer: Arch. Eisenhüttenw. 15 (1941/42) S. 419/22.

⁷⁾ Technische Lieferbedingungen der Deutschen Reichsbahn für Baustahl St 52 und Nietstahl St 44 mit Nachträgen (Drucksache 918 156, Ausgabe Januar 1937). Vorläufige Technische Lieferbedingungen der Deutschen Reichsbahn für Formstahl, Stabstahl, Breitflächstahl, Schraubenstahl, Nietstahl u. dergl. (Drucksache 91 802, Ausgabe März 1940) und für Grobbleche (Drucksache 918 162). Siehe auch Kommerell, O.: Bautechn. 18 (1940) S. 201/03; Brückner, K.: Z. VDI 85 (1941) S. 460/62.

⁸⁾ Graf, O.: Berichte des Deutschen Ausschusses für Stahlbau, Ausg. B. Heft 11, Berlin 1940.

⁹⁾ Kommerell, O.: Erläuterungen zu den Vorschriften für geschweißte Stahlbauten, Teil I, 5. Aufl. Berlin 1940.

Gurt verhütet, sondern dieser vom Schweißen her so stark verspannte Teil des Bauwerkes wird dann bei Biegeanstregungen um so weniger beansprucht, je mehr die Halsnaht von den Gurten entfernt liegt. Die technische Ausführung dieser Ueberlegungen führt zu Sondergurtprofilen verschiedener Formgebung bis zur sogenannten Stegplatte¹⁰⁾. Die Steghöhe darf aber wiederum nicht zu hoch sein, weil dadurch Abbiegungen der Gurte bei Ecken usw. erschwert werden; andererseits soll sie nicht zu gering sein, weil sonst die Halsnahtverbindung im Vergleich zur einfachen stumpf aufgesetzten Kehlnahtverbindung des Stegbleches auf einen Breitflachstahl ungünstiger verspannt werden kann¹¹⁾. Auch in dieser Beziehung ist also eine möglichst einfache, aber sichere Halsnahtverbindung unter Vermeidung von Sonderprofilen anzustreben.

Im Sinne dieser Vereinfachungen und Erleichterungen scheint uns das abschließende Spannungsfreiglühen von Bedeutung zu sein, zumal über das Glühen großer geschweißter Werkstücke auf einem anderen stahlverarbeitenden Gebiet — dem Kessel- und Behälterbau — gute Erfahrungen vorliegen. Dort wurde im Jahre 1926 mit dem Zulassen des Schweißens gleichzeitig ein Normalglühen (920 °) der fertiggestellten Werkstücke vorgeschrieben¹²⁾, wobei zunächst eine zusätzliche Sicherheit für die Schweißverbindung gegenüber dem vollen Blechquerschnitt von etwa 50 % in die Berechnung eingesetzt werden mußte; im Zuge der fortschreitenden Gütesteigerung im abgeschmolzenen Schweißgut der Elektroden konnte bei geblühten elektrisch geschweißten Kesseltrommeln im Jahre 1931 diese zusätzliche Sicherheit auf 10 % herabgesetzt werden, wobei aber als Glühbehandlung das Normalglühen beibehalten wurde¹³⁾. Erst in den letzten Jahren ist an dessen Stelle bei hochbewerteten Kesselblechschweißungen das Spannungsfreiglühen (600 bis 650 °) getreten¹⁴⁾. Die sachgemäße Herstellung elektrisch geschweißter Behälter bis zu 24 m Länge bei über 3 m Dmr. ist heute bei den zur Verfügung stehenden Glüheinrichtungen keine Seltenheit mehr. Es ist auch durchaus üblich, Blechdicken bis zu 100 mm bei höheren Festigkeitsstufen auf diese Weise zu verarbeiten.

Ausgehend von den guten Erfahrungen mit spannungsfreiglühten Kesselbauteilen hat es die Gutehoffnungshütte A.-G. unternommen, die Vorteile des Spannungsfreiglühens an elektrisch geschweißten Vollwandträgern aus Stahl St 52 solcher Größe zu untersuchen, wie sie bei kleineren Bauwerken tatsächlich vorkommen (Bild 1) und wie sie in zur Verfügung stehenden Prüfeinrichtungen bis zum Bruch belastet werden konnten^{15a)}. Die bekannte Form der elektrisch geschweißten Brückenbaukonstruktion — der Vollwandträger aus einfachen Gurten und Stegblech — war wegen der einfachen Gestaltung besonders geeignet; in ihr scheinen die Spannungshöhen in den Halsnähten¹⁶⁾ Anlaß für den Ausgang verformungsloser Trennbrüche zu sein.

Wirkung des Spannungsfreiglühens bei Schweißverbindungen

In verschweißten Werkstücken werden die Schweißspannungen, welche unmittelbar neben der Naht bis zur Höhe der Fließgrenze und darüber

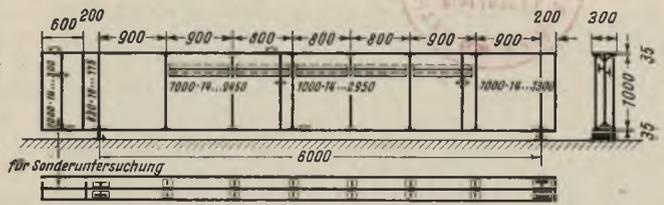


Bild 1. Abmessungen und Schweißung der Versuchsstahlträger I (geglüht) und II (ungeglüht).

Schweißfolge:

1. Stumpfstöße in den Lamellen (Tulpennaht)
 - a) Lage 1 bis 5 mit 4-mm-Elektroden
 - b) Restlagen mit 5-mm-Elektroden insgesamt etwa 20 bis 22 Lagen
 - c) Wurzel ausschleifen
 - d) 3 Lagen mit 4-mm-Elektroden
2. Stumpfstöße in den Stegblechen (V-Naht)
 - a) Lage 1 und 2 mit 4-mm-Elektroden
 - b) Restlagen mit 5-mm-Elektroden insgesamt etwa 5 bis 6 Lagen
 - c) Wurzel ausschleifen
 - d) 2 Lagen mit 5-mm-Elektroden
3. Lamellen und Stegbleche gleichmäßig zusammenheften
4. Senkrechte Aussteifungen gleichmäßig aufheften
5. Halsnähte schweißen
 - a) Vorschweißen (nach Vorwärmen) mit 4-mm-Elektroden beiderseits zugleich, am Trägerende anfangend, zuerst Obergurt
 - b) Fertigschweißen schrägliegend mit 5-mm-Elektroden in 2 Lagen; 2 Schweißer zugleich, beginnend am Trägerende bzw. in Trägermitte, zuerst Untergurt
6. Senkrechte Aussteifungen einschweißen
7. Längsaussteifungen einschweißen
8. Plättchen einpassen und anschweißen.

entstehen können, durch Spannungsfreiglühen beträchtlich vermindert. Dieser Spannungsabbau wird durch die Abnahme der Fließgrenze — genauer Elastizitätsgrenze — mit steigender Temperatur hervorgerufen²⁴⁾. Je höher die Temperatur, bei um so geringerer Spannung wird die Fließgrenze (Elastizitätsgrenze) des Werkstoffes überschritten; die also vom Schweißen her vorhandenen Anstrengungen vermindern sich in dem Maße, wie die Schweißverbindung bei fortschreitender Temperatursteigerung die jeweilige Fließgrenze erreicht. Dabei ist für die Temperaturhöhe nach oben eine Grenze gesetzt durch den Umwandlungsbeginn eines der beiden wesentlichen Gefügebestandteile im Stahl, des Perlits, weil ein längeres Verweilen in diesem Temperaturgebiet mit einer Verminderung u. a. der Fließgrenze bei Raumtemperatur verbunden ist. So wird z. B. bei unlegierten Stählen durch längeres Glühen beim unteren Umwandlungspunkt (etwa 720 °) der sonst streifige Perlit in körnigen umgewandelt und — bei Prüfung in Raumtemperatur — infolgedessen zwar die Kerbschlagzähigkeit und Bruchdehnung erhöht, die Fließgrenze und Zugfestigkeit aber vermindert¹⁶⁾; deshalb wird üblich als Temperatur des Spannungsfreiglühens 600 bis 650 ° angewendet im sicheren Abstand vom unteren Umwandlungspunkt. Nach vorsichtigem Abkühlen von dieser Temperatur können die in geschweißten Werkstücken vorhandenen Spannungen nur noch so hoch sein, wie der Elastizitätsgrenze bei 600 bis 650 ° entspricht.

Zu dem Einfluß von Kaltverformungen des Werkstoffes beim Verarbeiten, z. B. Biegen, ist im Anschluß an ähnliche Ueberlegungen nach Versuchen mit üblichen Kesselblechen festgestellt worden¹⁴⁾, daß bei den auch im Stahlbau zu erwartenden geringen Verformungsgraden keine künstliche Alterung oder grobkörnige Rekristallisation mit einer Einbuße an Kerbschlagzähigkeit zu befürchten ist, wenn die Schweißwärme in die kalt verformten Stahlteile eingedrungen ist oder die Werkstücke abschließend bei 600 bis 650 °

¹⁶⁾ Hanemann, H. und A. Schrader: Atlas Metallographicus Bd. I. S. 42. Berlin 1933.

¹⁰⁾ Dörnen, J.: Bautechn. 20 (1942) S. 61/67.
¹¹⁾ Klöppel, K.: Elektroschweißg. 12 (1941) S. 189/90; 13 (1942) S. 5/14 u. 25/28.
¹²⁾ Abschnitt III der Bauvorschriften für Landdampfkessel von 1926.
¹³⁾ Prox, W.: Z. VDI 76 (1932) S. 497/504; Czternasty, G.: Z. VDI 76 (1932) S. 679/82.
¹⁴⁾ Busch, H.: Mitt. Forsch.-Anst. Gutehoffn. 9 (1942) S. 179/92. Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 187/95. Wärme 66 (1943) S. 245/49.
^{15a)} Siehe auch die ausführlichere Veröffentlichung in Mitt. Forsch.-Anst. Gutehoffn. 11 (1943) S. 59/76.
^{15b)} Klöppel, K.: Stahlbau 11 (1938) S. 105/10.

Zahlentafel 1. Chemische Zusammensetzung und Festigkeitseigenschaften des Stahles St 52 für Versuchsträger

Verwendet für	Dicke mm	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cu %	Mo %	Probenlage	Streckgrenze kg/mm ²	Zugfestigkeit kg/mm ²	Bruchdehnung (l = 100) %	Bruchbiegewinkel in Grad beim Aufschweißbieveversuch		Kerbschlagzähigkeit bei 20° in mkg/cm ²	
													ungeglüht	spannungsfreigglüht	DVM-Prob ⁵⁾	DVMs-Prob ⁶⁾
Gurte ¹⁾	35	0,19	0,59	1,47	0,040	0,026	0,10	n. b. ²⁾	längs Fuß	38,0	59,6	23,3	29 ³⁾	120 ⁴⁾	14 bis 16	8,4
									längs Kopf	37,0	61,2	23,3	26 ³⁾	141 ⁴⁾	13,6	n. b.
									quer Fuß	37,5	59,0	23,3				
									quer Kopf	37,5	59,7	25,0				
Stegblech	14	0,20	0,18	1,19	0,033	0,018	0,14	0,10	längs Fuß	37,1	55,7	23,0	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
									quer Kopf	38,7	57,2	20,0				

¹⁾ Aus einem Blech herausgebrannt. — ²⁾ Nicht bestimmt. — ³⁾ Trennbruch. — ⁴⁾ Nicht gebrochen. — ⁵⁾ Probe von 10×10×55 mm³ mit 3 mm tiefem Rundkerb von 2 mm Dmr. — ⁶⁾ Probe von 10×10×55 mm³ mit 3 mm tiefem Spitzkerb von 45° bei r = 0,5.

geglüht werden. Im Gegenteil beseitigt solch ein Spannungsfreiglühen zuverlässig alle Auswirkungen nicht nur der geringen Verformungsgrade, welche zu Sprödigkeit nach natürlicher Alterung führen können, sondern auch stärkerer Kaltverformungen, z. B. an Scherenschnitten, mit ihrer nachteiligen örtlich verfestigenden Wirkung.

Bedeutend ist auch der Einfluß des Spannungsfreiglühens auf Gefüge und Härte des Werkstoffs neben der Schweißnaht (wie auch neben Brennschnitten). Die beim Schweißen (oder Brennen) eingebrachte Wärme erhitzt kurzzeitig den neben der Naht liegenden Werkstoff, zum Teil sogar weit über den Ac₃-Punkt des Eisen-Kohlenstoff-Zustandsschaubildes¹⁷⁾. Die Abkühlung setzt unmittelbar nach Erreichen der Höchsttemperatur wieder ein und verläuft dann je nach der Dicke der zu verschweißenden Querschnitte, d. h. je nach der Wärmeableitung, schneller oder langsamer. Auch eine Vorwärmung oder Kühlung der Schweißnahtkanten beeinflusst die Abkühlungsgeschwindigkeit, ebenso auch der Durchmesser der zum Schweißen verwendeten Elektrode, weil sich nach ihm die in Wärme umgesetzte Schweißenergie richtet. Je nachdem nun die Abkühlung langsamer oder schneller vor sich geht, erhalten wir beim Stahl St 52 sorbitisches, troostitisches oder gar martensitisches Gefüge¹⁸⁾ und damit neben der Naht mehr oder weniger hohe Härten⁸⁾. Das Spannungsfreiglühen hat für alle diese Gefüge und gerade für das härteste Veränderungen zur Folge derart, daß es der Härte des Anlieferungszustandes wieder nahekommt. Diese Verminderung der Härtespitzen neben Schweißnähten durch Spannungsfreiglühen ist überzeugend mit einem für Schweißverbindungen eigens entwickelten Härteprüfgerät nachgewiesen worden¹⁹⁾. Danach kommen bei Glühtemperaturen um etwa 600° die Härtehöchstwerte in der Ubergangszone zwischen Schweißgut und Grundwerkstoff den entsprechenden Werten des verschweißten Stahles wieder nahe; in spannungsfreigeglühten Schweißverbindungen ist mit einer Härteminderung auf etwa 220 Brinell-Einheiten zu rechnen unabhängig davon, wie hoch auch die Härtespitze nach dem Schweißen gewesen ist.

Die Festigkeitseigenschaften von Schweißverbindungen mit Stahl St 52 werden nach K. L. Zeyen²⁰⁾ durch Spannungsfreiglühen bei 550° günstig beeinflusst; gleiche Beobachtungen liegen bei uns vor für höhere Temperaturen von 600 bis 650°. Danach werden die Werte für Elastizitäts- und Streckgrenze sowie Zugfestigkeit der Baustähle und vom abgeschmolzenen

Schweißgut üblicher Mantelelektroden entweder gar nicht oder nur um kleine Beträge vermindert. Auf die bessere Verformungsfähigkeit von spannungsfreigeglühten Proben aus Stahl St 52 im Aufschweißbieveversuch⁴⁾ ist verschiedentlich hingewiesen worden. Aber auch bei dem einfachen Kaltversuch an Schweißdraht²¹⁾ ist besonders bei dickeren Querschnitten deutlich der günstige Einfluß des Spannungsfreiglühens zu beobachten, wonach ein Biegewinkel von 180° wie beim vollen Werkstoff die Regel ist.

An elektrisch geschweißten Zugstäben aus Stahl St 52 ist der günstige Einfluß des Glühens bei 600° auf die Dehneigenschaften im zügigen Belastungsfall bereits nachgewiesen worden²²⁾; während dabei die Werte für Streckgrenze und Zugfestigkeit den Vorschriften entsprechend ausreichend gewesen sind, fällt bei den Dehnungswerten vorteilhaft auf, daß sie nicht nur über denen des nach dem Schweißen nicht geglühten Zustandes liegen, teilweise sogar um das Vielfache höher, sondern die Dehnungen sind nach Spannungsfreiglühen bei 600° auch gleichmäßig und wiederholbar gewesen, und zwar sowohl in der Naht als auch im Werkstoff, daß man darin schon einen klaren Beweis für den Vorteil des Spannungsfreiglühens erblicken muß. Ebenso sind die an diesen Probestäben ermittelten Werte der Einschnürung für die Beurteilung des Spannungsfreiglühens von Bedeutung: Die Mittelwerte der ungeglühten Proben liegen durchweg und zum Teil erheblich niedriger als nach dem Glühen der elektrisch geschweißten Zugstäbe bei 600°.

Versuche mit geschweißten Vollwandträgern

Als Werkstoff für die Gurte und Stegblech sind bewußt Stahlsorten St 52 ohne Sonderbehandlung beim Erschmelzen oder nach dem Abwalzen gewählt worden. Erwartungsgemäß befriedigte der Stahl für die Gurte nicht im Aufschweißbieveversuch; außerdem lagen die Werte für Schmelzzusammensetzung, Streckgrenze und Zugfestigkeit an der oberen Grenze der Vorschriften⁷⁾ (Zahlentafel 1). Die Kerbschlagzähigkeit war gut und entsprach bei Raumtemperatur der Hochlage in der Kerbschlagzähigkeits-Temperatur-Kurve. Der Stahl für die Gurte war sehr schweißempfindlich — nach dem Prüfverfahren von T. Swinden und L. Reeve²³⁾ ist er mit 3 zu beurteilen —, so daß beim Heften in der Werkstatt die Schweißstellen aus dem Gurt herausrissen (Bild 2); die Halsnähte mußten daher unter Anwärmen geschweißt werden. Die Schweißfolge geht im einzelnen aus Bild 1 hervor. Alle Schweißnähte sind mit der stark umhüllten Elektrode, Marke „GHH-Certa“, ausgeführt worden.

¹⁷⁾ Busch, H.: Mitt. Forsch.-Anst. Gutehoffn. 7 (1939) S. 1/14. Elektroschweißg. 10 (1939) S. 9/17.

¹⁸⁾ Rapatz, F., und F. Schütz: Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 378/81 (Werkstoffaussch. 409).

¹⁹⁾ Hautmann, H.: Mitt. Forsch.-Anst. Gutehoffn. 7 (1939) S. 41/47; siehe auch Stahl u. Eisen 63 (1943) S. 41/47 (Werkstoffaussch. 629).

²⁰⁾ Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 456/61. Bautechn. 18 (1940) S. 269/73.

²¹⁾ Vorläufige Technische Lieferbedingungen der Deutschen Reichsbahn für Schweißdraht. Druckschrift 91 927 vom Juli 1938.

²²⁾ Bicerett, G., und W. Stein: Elektroschweißg. 9 (1938) S. 81/91.

²³⁾ Quart. Trans. Inst. Weld. 1 (1938) S. 7/24; vgl. Buchholtz, H., und P. Bettzieche: Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 1148/49 (Werkstoffaussch. 517).

Für die Durchführung des Spannungsfreiglühens ist es von Bedeutung, den Glühvorgang so zu führen, daß infolge des Spannungsabbaus oder der Aufstellung im Glühofen unzulässige Maßabweichungen durch Verziehen oder Verwerfen nicht entstehen. Ueber die Längenänderungen beim Schweißen und Spannungsfreiglühen von geschweißten Bauteilen aus Stahl St 52 haben E. Gerold und A. Droszd²⁴⁾ ermittelt, daß bei elektrisch geschweißten Blech- und Nasenprofilträgern (750 bis 850 mm Länge, 200 bis 300 mm Höhe) der nach dem Spannungsfreiglühen ge-

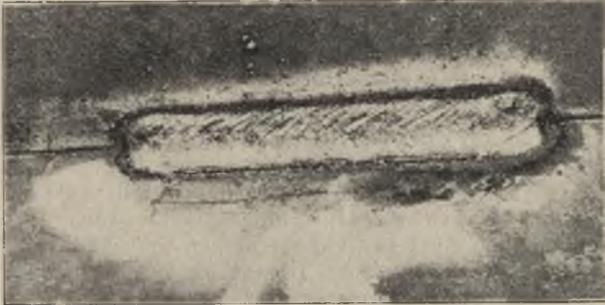


Bild 2. Rißbildung in der Gurtlamelle an der Schweißstelle beim Heften.

messene Rückgang der durch Schweißen hervorgerufenen Verkürzungen 50 bis 100 %, im Mittel 80 % und im Vergleich dazu an geschweißten Platten (400×190×10 mm³) nur etwa 20 % betrug. Die Frage ausreichender Formbeständigkeit ist bei der Planung unserer Versuche insofern berücksichtigt worden, als zwei Versuchsträger gleicher Bauart und Herstellung (Bild 1) mit den in Brückenbauwerkstätten üblichen Meßblättern (Meßgenauigkeit ± 1 mm) ausgemessen, einer davon alsdann geglüht und noch einmal nachgemessen werden sollte.

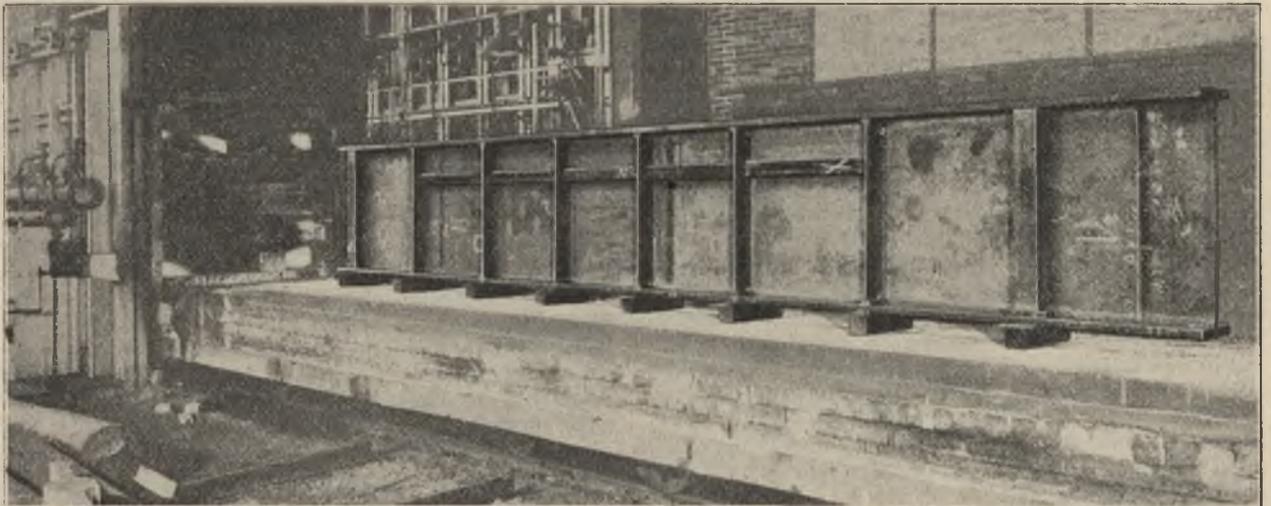


Bild 3. Versuchsträger I auf dem Herdwagen vor dem Glühofen. (Aufnahme nach dem Spannungsfreiglühen.)

Das Spannungsfreiglühen des Trägers I erfolgte in einem gasbeheizten Glühofen unseres Schmiedebetriebs, welcher bei einem Querschnitt von 1,6×1,6 m² und 8 m Länge eine durchgreifende und sorgfältige Glühbehandlung verbürgt. Der Ofen faßt bis 40 t Glühgut, das beliebig durch eine der beiden beweglichen Beschickungstüren eingefahren werden kann. Der innere Ausbau besteht aus „Feuerleichtsteinen“. Achtzehn Brenner sind in den Seitenwänden in je zwei Reihen untergebracht und gestatten einen höchsten Durchsatz von 360 Nm³/h Koksgas (4200 kcal). Die

²⁴⁾ Elektroschweißg. 11 (1940) S. 141/46.

Brenner sind als Niederdruckbrenner (60 mm WS) ausgeführt und mischen je nach der gewünschten Heizwirkung das Gas mit Luft in einem beliebigen Verhältnis. Jeder Brenner kann einzeln über Schieber geregelt werden. Die Temperatur wurde während der ganzen Glühung an fünf Thermoelementen, von denen drei in der Decke und zwei an jeder Seite untergebracht sind, überwacht; dabei beträgt die Meßgenauigkeit bis zur Höchsttemperatur des Ofens (1200°) immer $\pm 10^\circ$. Der Temperaturverlauf wurde während der Glühung mit einem selbsttätigen Schreibgerät verfolgt.

Der Versuchsträger I wurde vor dem Glühen auf einen ausfahrbaren Herd zunächst auf Unterlagen unter die beiden äußersten Aussteifungen gestellt (Bild 3). Zwischen diesen wurde alsdann das Bauteil unter jeder Aussteifung zusätzlich und sorgfältig unterbaut, damit es sich infolge der Verminderung der Werkstofffestigkeit während des Glühens durch sein Eigengewicht nicht durchbiegen konnte. Eine Aufschweißbiegeprobe aus dem Stahl der Gurte ist mitgeglüht worden. Herdwagen und Versuchsträger wurden in den kalten Ofen eingefahren. Nach langsamer Anheizung wurde die Temperatur von 650° 4½ h gleichgehalten, die Gaszufuhr wurde dann unterbrochen und das Glühgut im geschlossenen Ofen bis auf etwa 270° abgekühlt, herausgefahren und weiter an ruhender Luft erkalten gelassen. Nach der Temperaturaufzeichnung ist die Glühtemperatur von 650° zeitweilig etwas überschritten worden (bis 680°). Dies mag darauf zurückzuführen sein, daß der Ofen für größere Glühgewichte eingerichtet ist und betrieben wird und bei dem verhältnismäßig leichten Versuchsträger schwieriger auf einer bestimmten Temperatur zu halten war. Da beim Spannungsfreiglühen ein bestimmter Abstand vom Perlitpunkt eingehalten werden muß, wird es zweckmäßig sein, die Soll-Glühtemperatur auf 600° festzulegen, damit betrieblich bedingte, geringe Ueberschreitungen noch genügend unter dem unteren Umwandlungspunkt bleiben.

Im übrigen ist der für den Versuch verwendete Glühofen, wie auch an anderer Stelle beschrieben^{14) 25)}, für Anwendungsgebiete bestimmt und auch durchaus bewährt, die nach Form und Gewicht des Glühgutes von dem der Stahlbauteile weitgehend abweichen. Bei einem etwaigen laufenden Bedarf an spannungsfrei zu glühenden Teilen dieser Herstellungsart wird es vielleicht zweckmäßiger und wirtschaftlicher sein, andere Querschnittsformen zu wählen, die Ofen auf geringere Höchsttemperatur auszulegen und sie ge-

²⁵⁾ Schneider, W. I.: Elektroschweißg. 11 (1940) S. 180/84.

gebenfalls unterteilbar einzurichten, damit man beliebige Längen je nach den Erfordernissen glühen kann.

Beim Ausmessen der Form haben wir die beiden Vergleichsträger unter den äußersten Aussteifungen auf Schneiden aufgestellt und außer den Hauptabmessungen den Abstand von 43 gleichen und besonders bemerkten Punkten, auf zwei senkrecht zueinander stehenden Ebenen bezogen, bestimmt. Danach weichen die zwei unter den gleichen Bedingungen hergestellten, d. h. zusammengebauten und elektrisch geschweißten Träger an manchen Stellen schon um mehrere Millimeter voneinander ab. Die an verschiedenen Punkten gemessenen stärkeren Abweichungen in der Größenordnung von 10 mm sind darauf zurückzuführen, daß die Schmalseiten der Gurtplatten nach dem Herausbrennen aus dem angelieferten Blech absichtlich nicht nachgearbeitet worden sind. Die Unterschiede in den Meßwerten vor und nach dem Glühen beim Versuchsträger I liegen in derselben Größenordnung, in der die beiden gleichzeitig hergestellten Träger nach dem Fertigschweißen voneinander abweichen. Wir schließen daraus, daß die Form des Trägers sich durch das spannungsfreie Glühen bei 650° nicht verändert hat. Es erscheint uns hiernach möglich, selbst größere Träger bei der von uns gewählten Aufstellungsart ohne Gefahr für Form und Gestalt bei 600 bis 650° zu behandeln. Abschließend wurden sämtliche Schweißverbindungen magnetisch durchflutet und die Stumpfstöße geröntgt; hierbei sind keinerlei Mangelstellen gefunden worden.

Die Belastung der beiden Versuchsträger erfolgte im Institut für Bauforschung und Materialprüfungen des Bauwesens der Staatlichen Materialprüfungsanstalt an der Technischen Hochschule Stuttgart nach einem gemeinsam vereinbarten Arbeitsplan, der sich an bereits durchgeführte ähnliche Belastungsversuche²⁶⁾ anlehnte, jedoch durch einige Dehnungsmessungen zum besseren Beobachten der Verformung erweitert war. Bild 4 zeigt das Schema für die Belastung und die Anordnung der Meßstellen; für das Messen der Dehnung am Untergurt — unmittelbar neben der Halsnaht — sind nur die Stellen eingezeichnet, welche im

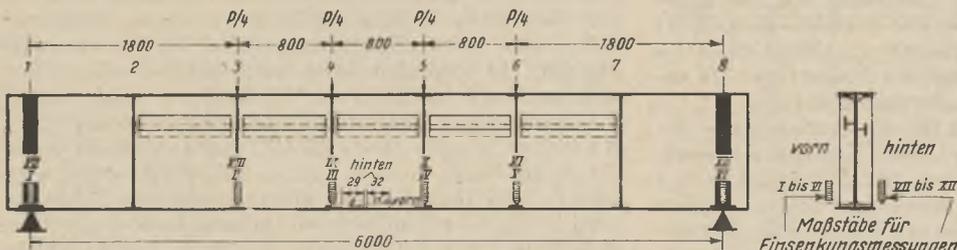


Bild 4. Anordnung der Meßstellen für die Einsenkungen und Dehnungen beim Belastungsversuch der Träger I und II.

Rahmen dieser Arbeit ausgewertet worden sind; eine weitergehende Auswertung dieser und anderer Messungen ist von O. Graf²⁶⁾ vorgenommen worden. Die Belastung erfolgte in Stufen. Bei der für Baustahl St 52 zulässigen Biegeanstrengung von $\sigma_{zul.} = 2100 \text{ kg/cm}^2$ ist die Belastung 1000mal und bei einer Biegeanstrengung von $\sigma = 3000 \text{ kg/cm}^2$ 1000mal beim geglühten Träger I und 2000mal beim nichtgeglühten II wiederholt worden; hierbei ist dann noch der Zuggurt im Gebiet der größten Beanspruchung mit Kohlensäureeis auf Temperaturen unter -20° (sogar bis an -60°) gekühlt worden, um dadurch den Werkstoff und die Schweißverbindungen in den Zustand geringer Kerbschlagzähigkeit zu versetzen. Nach einigen Laststufen ist entlastet worden zur Feststellung der bleibenden Verformungen. Nach jeder Entlastung sind alle

²⁶⁾ Berichte des Deutschen Ausschusses für Stahlbau, Heft 15, Berlin 1943.

Schweißnähte und ihre Umgebung sorgfältig auf etwaige Anrisse, teilweise mit dem Magnetspulververfahren, abgesehen worden.

Bild 5 gibt das Ergebnis der Einsenkungsmessungen unter den mittleren Aussteifungen 4

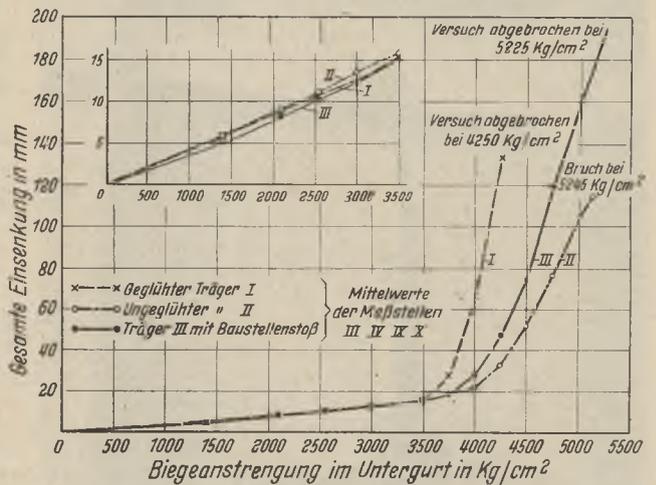


Bild 5. Einsenkungen unter den Aussteifungen 4 und 5 bei verschiedenen Belastungen für die Versuchsträger (Mittelwerte).

und 5 wieder; bis etwa 3500 kg/cm^2 Biegeanstrengung im Untergurt war der geglühte Träger I etwas widerstandsfähiger, d. h. er erlitt unter gleichen Lasten etwas geringere Einsenkungen. Nach Ueberschreiten dieser Belastung ist der ungeglühte Träger II sehr viel weniger eingesunken, und zwar ist schon bei 4000 kg/cm^2 Last der Unterschied zwischen beiden beträchtlich (66 mm höchste Gesamtdurchbiegung beim geglühten Träger I gegenüber 23 mm beim ungeglühten Träger II). Nach Ueberschreiten des „Fließbereiches“ ist der ungeglühte Träger II bei 5245 kg/cm^2 , nachdem er von 5000 kg/cm^2 noch einmal entlastet worden war, mit lautem Knall plötzlich verformungslos etwa in Trägermitte aufgebrochen, und zwar durch den Zuggurt und das gesamte Stegblech bis an die Halsnaht des Obergurtes (Bild 6). Die bleibende Dehnung nach dem Bruch betrug nur 1,73 %, gemessen an noch erhaltenen Meßstrecken im

Mittelfeld auf der Schweißnaht neben der Bruchstelle. Der geglühte Träger I dagegen ist beträchtlich eingesunken und hatte unter 4250 kg/cm^2 Biegeanstrengung im Zuggurt bereits höhere gesamte Einsenkung (134 mm) als der ungeglühte Träger II bei 5000 kg/cm^2 (105 mm); Bild 5. Beim Wiederaufbringen der vorhergehenden Last mußte der Versuch mit dem geglühten Träger I, dessen Untergurt sich inzwischen schon zu einem „Vieleck“ entsprechend der Anzahl der senkrechten Aussteifungen verformt hatte, abgebrochen werden, weil die Aussteifung 6 ausknickte, dadurch der Druckgurt auswich und nun der Träger zu sehr verbogen war (Bild 7). An beiden Trägern ist sowohl während der Prüfung, d. h. nach jeder Entlastung, als auch nach dem Abschluß der Belastungsversuche kein Riß gefunden worden. Der verformungslose Trennbruch beim ungeglühten Träger II trat ohne vorherige Anzeichen plötzlich ein (Bild 6).

Zur Vervollständigung des Vergleichs sei das Ergebnis mit einem weiteren geglühten Versuchs-

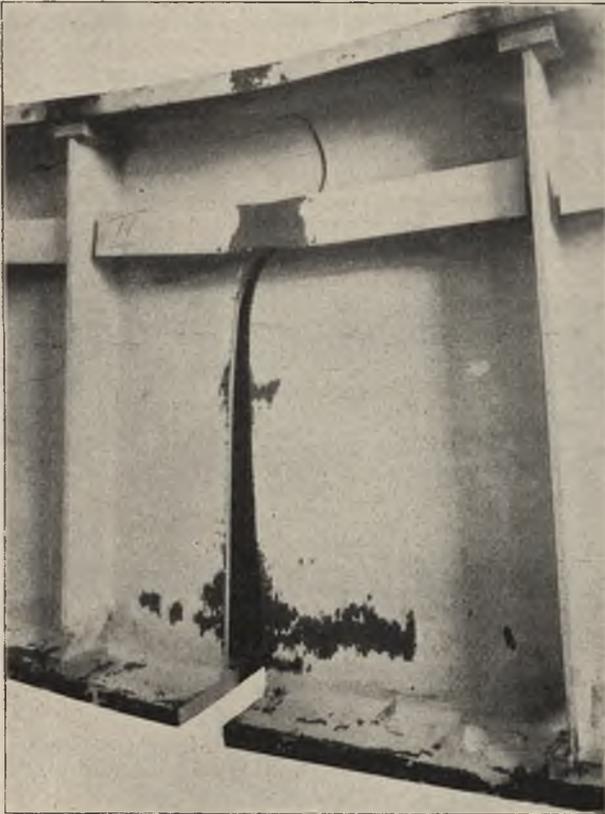


Bild 6. Bruchverlauf im ungeglühten Versuchsträger II durch Untergurt und Stegblech bis an den Obergurt.

träger III mit „Baustellenstoß“, auf den im einzelnen noch näher eingegangen wird, vorweggenommen (Bild 5). Durch Verstärken der Aussteifungen ist erreicht worden, daß dieser Träger ohne Ausweichen des Druckgurtes bis zu 5225 kg/cm^2 belastet werden konnte. Die bessere Verformbarkeit oberhalb des Fließbereiches infolge Spannungsfreiglühen ist aus Bild 5 zu entnehmen. Unter 5000 kg/cm^2 Belastung war der ungeglühte Träger II um 105 mm, das geglühte Bauteil III dagegen um 160 mm eingesunken; unterhalb etwa 3500 kg/cm^2 Last war der geglühte Probeträger III dagegen widerstandsfähiger als der ungeglühte II.

Besonders aufschlußreich für die vergleichende Beurteilung der beiden Träger I und II ist die sehr sorgfältig ausgeführte Beobachtung der Strecklinien (für die Prüfung erhielten die Träger einen weißen Kalkanstrich) im Hinblick darauf, daß sich die Berechnungsgrundlagen stählerner Bauwerke auf die Streckgrenze beziehen. Sie sind an anderer Stelle²⁷⁾ ausführlich wiedergegeben. Danach traten die ersten Strecklinien im ungeglühten Träger II bei deutlich geringeren Beanspruchungen ein als beim geglühten Träger I ($33,3$ gegenüber $37,5 \text{ kg/mm}^2$). Dieser Befund bestätigt den in Bild 5 wiedergegebenen Verlauf der Belastungseinsenkungs-Linien, wonach bis etwa 35 kg/mm^2 Last

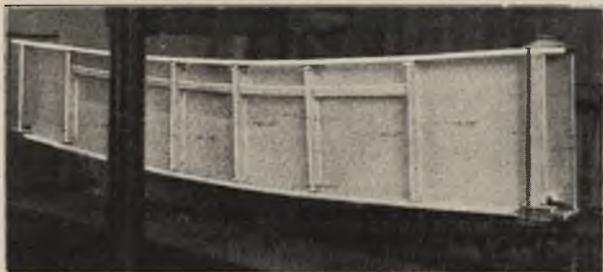


Bild 7. Der geglühte Versuchsträger I nach dem Abbrechen des Biegeversuches.

(Streckgrenze von Stahl St 52) der geglühte Träger I widerstandsfähiger war als der ungeglühte Träger II.

Die bessere Verformungsfähigkeit des geglühten Trägers I gegenüber dem nicht geglühten II nach Ueberschreiten des „Fließbereiches“ kommt auch beim Vergleich der Dehnungswerte an verschiedenen Meßstellen des Untergurtes zum Ausdruck (Bilder 8 und 9). Das geglühte Bauteil I ist oberhalb etwa 3500 kg/cm^2 Last im Untergurt um ein Vielfaches dehnfähiger gewesen als das ungeglühte Teil II; bei 4000 kg/cm^2 z. B. war die Trägermitte im ungeglühten Träger II nur um 0,32 % gesamt und um 0,15 % bleibend gedehnt, beim spannungsfreiglühten Träger I dagegen um beinahe den fünffachen Betrag, nämlich um 1,55 % gesamt und um mehr als den neunfachen, nämlich um 1,4 % bleibend. Für IP-28-Träger aus einem Baustahl von etwa 48 kg/mm^2 Zugfestigkeit mit eingeschweißten Aussteifungen hat O. Graf²⁷⁾ eine Beobachtung mitgeteilt, die wir an unseren Vergleichsträgern I und II bestätigen können (Bild 8). Nach dem Spannungsfreiglühen sind unterhalb der Streckgrenze die bleibenden Verformungen kleiner als in ungeglühten Trägern (bzw. im Walzzustand oder nach Normalglühen). Wenn auch die absoluten Beträge dieser Unterschiede gering sind, so soll doch auch auf diesen günstigen Einfluß des Spannungsfreiglühens hingewiesen werden.

Bruchverlauf und -querschnitt (Bild 6) im ungeglühten Probeträger II ähneln den Brüchen des bekannten Schadensfalles Rüdersdorf¹⁾ (Stahl St 52) und den Fehlstellen an den belgischen Vierendeelbrücken¹⁾²⁾ (Stahl St 42). Es darf in diesem Zusammenhang noch einmal an den Unterschied im Aussehen der nach dem Sprengen auseinandergebrochenen Brückenteile geschweißter und genieteteter Bauart hingewiesen werden, bei denen die ausgezeichnete Verformungsfähigkeit der bewährten Nietbauweise gegenüber den mit Schweißspannungen behafteten auch bei gewaltsamen Zerstörungen so sichtbar zum Ausdruck kommt²⁾.

Die Anwendung des Spannungsfreiglühens als eines durchgreifenden Mittels zur Wiederherstellung der Sicherheit in elektrisch geschweißten Bauwerken ist an eine sorgfältige Glühbehandlung, wie sie in geeigneten Oefen ohne Schwierigkeit ausgeführt werden kann, gebunden. Es wird aber immer notwendig sein, beim Zusammensetzen mehrerer in Werkstätten nach diesen Voraussetzungen hergestellter Träger Stöße auf der Baustelle zu schweißen, und zwar nicht allein die Stumpfstoße in den Gurten und Stegblechen, sondern — aus Gründen der unterschiedlichen Schrumpfung in den Gurtlamellen und im Stegblech — abschließend auch Teile der Halsnaht. Die dann dort auftretenden Spannungshöhen können wiederum für die Verformungsfähigkeit oder -behinderung des ganzen Tragwerkes von rückwirkender Bedeutung sein.

Die folgerichtige Nutzenanwendung der aus den geschilderten Vergleichsversuchen abzuleitenden Erkenntnisse würde bedeuten, daß auch diese „Baustellenstoße“ nach dem Fertigschweißen spannungsfreiglüht werden, um für das ganze Bauwerk durchgehend die gleiche Sicherheit zu erzielen. Für Rohrquerschnitte und dergleichen sind geeignete Glührichtungen in Gebrauch²⁸⁾. Während aber bei Bauteilen der hier untersuchten Art die erforderliche Glühbehandlung in Werkstätten mit üblichen Mitteln sicher ausgeführt werden kann, müßte dies Verfahren auf Baustellen erst entwickelt und erprobt werden und wäre dann bei Berücksichtigung der erforderlichen Vorichtsmaßnahmen zudem recht kostspielig. Auch aus anderen Gründen ist für Baustellenstoße bei ge-

²⁷⁾ Bauingenieur 23 (1942) Nr. 5/6, S. 31/41.

²⁸⁾ A s s m u s, I.: Elektroschweißg. 10 (1939) S. 47/49; T o r m i n, R.: Elektroschweißg. 14 (1943) S. 35/38.

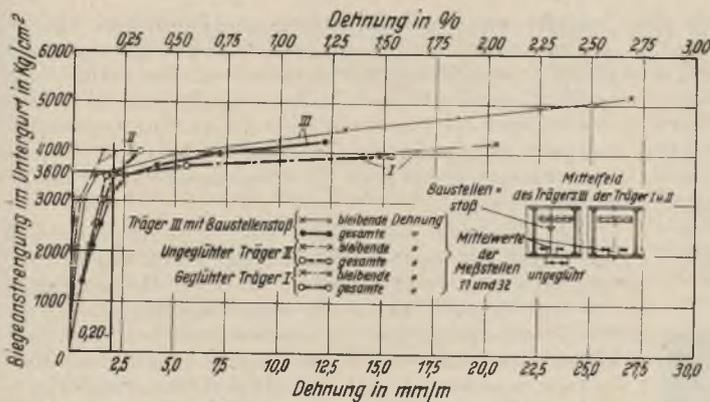


Bild 8. Meßstrecke 11/32 (Trägermitte)

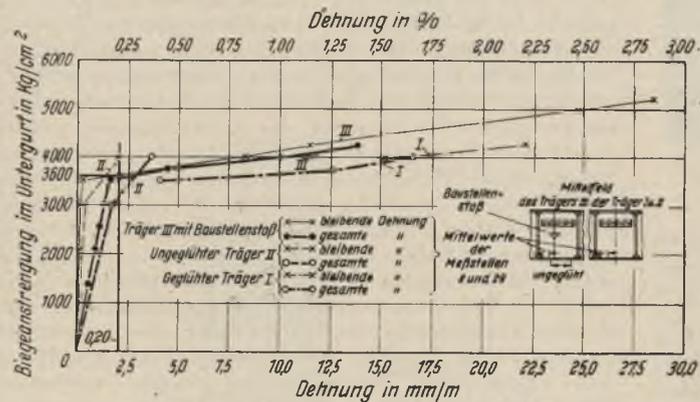


Bild 9. Meßstrecke 8/29

Bilder 8 und 9. Gesamte und bleibende Dehnungen im Untergurt in Abhängigkeit von der Beanspruchung der Versuchsträger (Mittelwerte).

schweißten Brücken gelegentlich der Vorschlag gemacht worden, diese zu nieten und entsprechend dem Nietlochabzug durch Laschen zu verstärken. Wenn aber die Baustellenstöße doch geschweißt werden, dann sollte die Verformungsfähigkeit nicht in Frage gestellt sein in einem Bauwerk, welches in den einzelnen Trägerabschnitten nach sachgemäßer Glühung verformungsfähig und nur in den ungeglühten Bauteilen darin behindert ist. Man kann sich nämlich vorstellen, daß sich dann z. B. bei Ueberbeanspruchungen die gut dehnfähigen geglühten Teile verformen lassen und dadurch der ungeglühte Teil entlastet wird und nicht verformungslos aufreißt.

In Verfolg dieses Gedankens ist ein weiterer Versuchsträger III mit „Baustellenstoß“ hergestellt (Bilder 10 und 11) und ebenso geprüft worden wie die beiden Vergleichsträger I und II. Um möglichst eng an die soeben behandelten Versuche anknüpfen zu können, haben wir für Gurte und Stegblech die Teile des etwa in der Mitte verformungslos aufgebrochenen ungeglühten Trägers II verwendet; nach dem Herrichten der beiden Hälften sind sie nach den Erfahrungen mit dem Träger I bei nur 600° spannungsfreigeglüht worden. Die für den Baustellenstoß erforderlichen Schweißnähte in den Gurten und im Stegblech waren entsprechend den Bildern 10 und 11 angeordnet und die Halsnähte in den angegebenen Entfernungen von den Stoßstellen zunächst offen gelassen. In Übereinstimmung mit Ergebnissen von G. Bierett²⁰⁾ hielten wir diese Längen möglichst kurz. Die drei Stumpfstoße wurden in einem Zuge zugleich von drei Schweißern und zwar von je einem an den beiden Gurten und einem am Stegblech zugeschweißt. Nachdem im Stegblech drei Lagen auf der einen Seite eingeschweißt, die Rückseite ausgeschliffen und mit zwei Lagen zugeschweißt

und schließlich auf der ersten Seite noch eine Decklage aufgebracht war, sind auch die beiden Gurtnähte nahezu randvoll gewesen. Gelegentlich mußten Unterbrechungen eingeschaltet werden, damit der Abschluß gleichmäßig erfolgte; alsdann sind die Gurtnähte gesondert ausgeschliffen und fertiggeschweißt worden; erst jetzt wurden die kurzen Halsnähtenden mit zwei Lagen geschlossen und dabei zur Vermeidung von Rissen die Lamellen an der Schweißstelle auf etwa 200° vorgewärmt.

Da beim Biegeversuch mit dem geglühten Träger I eine Aussteifung einknickte und infolgedessen der Druckgurt auswich, so daß der Versuch noch vor Erreichen der rechnerischen Höchstlast im Zuggurt abgebrochen werden mußte, sind auf Anregung von O. Graf beim Versuchsträger III die Aussteifungen durch Aufschweißen von Flachstahl verstärkt worden (Bild 10). Diese Maßnahme führte zum gewünschten Erfolg; nachdem bis 3000 kg/cm² Last unter gleichen Prüfbedingungen die nämlichen Belastungen, Messungen und dergleichen ausgeführt worden sind wie bei den Vergleichsträgern I und II (nur der Umfang der Dehnungsmessungen wurde nach den vorausgegangenen Erfahrungen etwas verringert), konnte der Probeträger III bis 5225 kg/cm² belastet werden; nach 5000 kg/cm² Last wurde auch dieser Träger noch einmal entlastet. Unter der Höchstlast ist weder eine Aussteifung eingeknickt noch der Druckgurt ausgewichen, sondern das Stegblech an einem Auflager ausgebeult (Bild 12). Der Baustellenstoß selbst ist nicht gerissen.

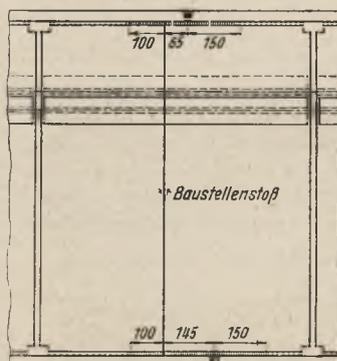


Bild 10. Abmessungen und Schweißung des Versuchsstahlträgers III mit Baustellenstoß.

Schweißfolge für die beiden Trägerhälften:

1. Lamellen mit Stegblechen gleichmäßig heften
2. Träger mit senkrechter Aussteifung gleichmäßig heften
3. Halsnähte schweißen
4. Senkrechte Aussteifung schweißen
5. Längsaussteifung schweißen
6. Plättchen einpassen und an die Aussteifungen anschweißen

anschließend Spannungsfreiglühen; „Baustellenstoß“ auf Montage schweißen.



Schweißfolge:
Die beiden Gurtnähte und den Stegblechstoß gleichzeitig von 3 Schweißern herstellen, zum Schluß die offenen Halsnähte. Halsnaht mit spannungsfreigeglüht. Offene Halsnahtlänge nach dem Baustellenstoß schweißen ohne abschließend zu glühen.

Bild 11. Abmessungen und Schweißplan des Baustellenstoßes bei Träger III.

²⁰⁾ Berichte des Deutschen Ausschusses für Stahlbau, Heft 10, Berlin 1940.

In den *Bildern 5, 8 und 9* sind zum Vergleich alle in Betracht kommenden Meßwerte für drei Probeträger eingetragen. Die Dehnungen (gesamt und bleibend) in Trägermitte (Meßstelle 11/32) neben der ungeglühten Halsnaht (*Bild 8*) sind bis etwa 3500 kg/cm² Last (Streckgrenze vom Stahl St 52) für den Träger III größer als die unter gleichen Lasten in den Vergleichsträgern I und II; oberhalb dieser Spannung bleiben sie deutlich größer als die zugehörigen im ungeglühten Träger II und sind geringer als die im geglühten Träger I. Entgegen unserer Annahme ist also das Dehn-

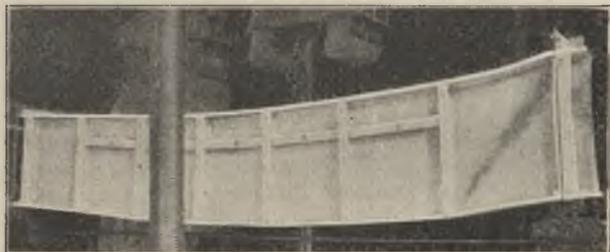


Bild 12. Der Versuchsträger III mit Baustellenstoß nach den Biegeversuchen.

vermögen dieser Meßstrecke neben dem ungeglühten Halsnahtabschnitt des Baustellenstoßes dem des geglühten Trägers I ähnlicher als dem des ungeglühten Trägers II. Wir können hierfür keine sichere Erklärung geben; wahrscheinlich hängt die Dehnfähigkeit neben ungeglühten Schweißnähten von deren Länge ab, weil sich mit dieser Schrumpfung und Verspannung ändern³⁰). An der anderen Meßstelle 8/29 (*Bild 9*) bestätigt sich der schon beschriebene Befund, daß unterhalb der Werkstoffstreckgrenze nach Spannungsfreiglühen (Bauteil III) die bleibende Dehnung geringer ist als im ungeglühten Träger II, während darüber die Dehnfähigkeit des geglühten Trägers III wesentlich größer ist als im ungeglühten Träger II.

Die verminderte Dehnfähigkeit neben den Halsnähten im Untergurt des ungeglühten Versuchsträgers II führt — wie aus den *Bildern 8 und 9* hervorgeht — zu einer Erhöhung der Streckgrenze (bleibende Dehnung 0,2 % oberhalb 40 kg/mm² Belastung). Während in den geglühten Probeträgern der Verlauf der Spannungs-Dehnungs-Kurve dem beim üblichen Zerreißstab entspricht, behindern die Schweißspannungen das Fließvermögen des Stahles in ähnlicher Weise wie Kerben³¹). Ebenso wie diese bei der Gestaltung wegen ihrer Dehnungsbehinderung möglichst vermieden werden, sollte man dies bei geschweißten Bauteilen durch Beseitigen der Schweißspannungen tun.

Hinsichtlich des Baustellenstoßes ist durch den Versuchsträger III bewiesen, daß spannungsfreigeglühte elektrisch geschweißte Trägerabschnitte in der geschilderten Weise auf einer Baustelle verbunden werden können, um ein einheitlich geschweißtes Bauwerk ohne Gefahr für einen Trennbruch, hervorgerufen durch Schweißspannungen, zu schaffen.

An den Ansatzstücken, um welche die beiden Versuchsträger I und II länger waren (*Bild 1*) und die vor der Belastung abgetrennt worden sind, sowie an dem Untergurt und einem Teil des Stegbleches vom Träger III zwischen den mittleren Aussteifungen 4 und 5 haben wir Sonderuntersuchungen über den

Zustand der Schweißverbindungen und den Einfluß des Spannungsfreiglühens auf die Schweißspannungen, Aufhärtung, Festigkeitseigenschaften des Stahles und Gefüge ausgeführt. Dabei schied das Reststück aus dem Probeträger III für einen Teil dieser Untersuchungen aus, weil in diesem der Werkstoff nach einer 2½- bis 3prozentigen bleibenden Verformung (*Bilder 8 und 9*) verfestigt war.

Da der Stahl der Gurte sehr schweißempfindlich war (*Bild 2*), sind die Halsnähte auf Rissigkeit sorgfältig untersucht worden; mehrere herausgesägte Stücke, bei dem Reststück aus dem Bauteil III vor allem auch die beiden Stoßstellen zwischen den ungeglühten und mit den Trägerhälften geglühten Halsnähten, wurden schichtweise abgehobelt — ähnlich wie es O. Graf³²) beschrieben hat —, geschliffen, poliert und gegebenenfalls geätzt und in jeder Schicht auf Risse abgesehen; dabei gelangten Vergrößerungen bis 200fach zur Anwendung. Die Proben aus den Ansatzstücken, welche nicht mit belastet worden sind, waren rissfrei, erneut ein Beleg dafür, daß schweißempfindliche Stähle bei geeigneter Vorwärmung der Schweißkanten rissfrei verschweißt werden können. Die aus dem gedehnten Untergurt des Mittelfeldes vom Träger III untersuchten Stücke waren ebenfalls rissfrei neben den Schweißnähten, welche mit den Trägerhälften geglüht worden sind; jedoch fanden wir Risse im härteren Uebergang neben der zuletzt beim Baustellenstoß gelegten Halsnaht. Ihr Aussehen und Auftreten ist ähnlich den von O. Graf³²) beschriebenen, ihre Anzahl aber wesentlich geringer (*Bild 13*). An den Stoßstellen der geglühten und ungeglühten Halsnahtenden waren vereinzelt Poren und Längsrisse im Schweißgut, ebenso dort, wo die Stegblech- und Gurtstumpfnähte mit der ungeglühten Halsnaht zusammentreffen; diese letztgenannten Unregelmäßigkeiten traten vornehmlich aber erst dann in Erscheinung, wenn vom Schweißgut einige Millimeter abgehobelt waren, und stehen wohl im Zusammenhang mit den Schwierigkeiten, wurzelreine Kehlnähte beim Stumpfaufsetzen eines Stegbleches auf

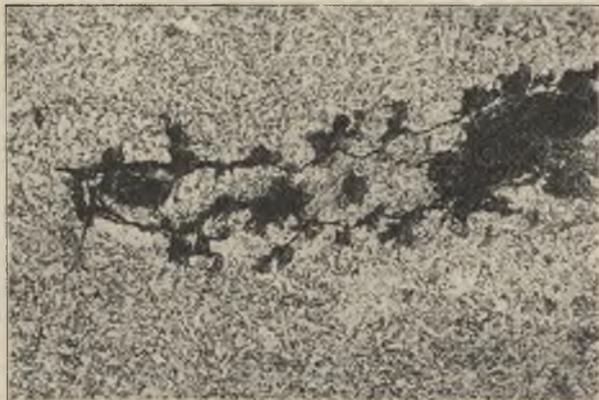


Bild 13. Risse in der härteren Zone des Schweißnahtüberganges neben der ungeglühten Halsnaht des Baustellenstoßes nach einer bleibenden Dehnung im Untergurt von etwa 3 %; Belastung 5225 kg/cm².

(× 200; geätzt mit alkoholischer Salpetersäurelösung.)

Breitflachstahl zu erzielen. Selbst unter ungünstigen Voraussetzungen geschweißte Kehlnähte oder die nach Verformung aufreißenden Härtezone haben also nicht zum Aufplatzen des Trägers geführt; es mag dies als ein weiterer Beweis dafür angesehen werden, daß vor allem die mehrachsigen Schweißspannungen als Ursache für solche Schäden anzusehen sind.

[Schluß folgt.]

³⁰) Malisius, R.: Mitt. Forsch.-Anst. Gutehoffn. 8 (1940) S. 15/40.

³¹) Ludwik, P., und R. Scheu: Stahl u. Eisen 43 (1923) S. 999/1001.

Die Wasserversorgung eines an einem natürlichen Wasserlauf liegenden gemischten Hüttenwerkes

Von Henno Franz Strähuber

[Mitteilung Nr. 329 der Wärmestelle des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.*.]

(Wasserwirtschaft und Werksaufbau. Werkswasserversorgung. Kühlwasserverbrauch des Hochofenbetriebes, des Stahlwerks sowie der Walzwerksbetriebe. Trinkwasserversorgung. Wasserersparnisse.)

Einen sehr hohen Anteil am Stromverbrauch gemischter Hüttenwerke, und zwar bis zu 20 %, hat die Wasserwirtschaft; namhafte Ersparnisse lassen sich hier erzielen. Daher scheint es schon aus diesem Grunde angezeigt, daß sich der Wärme-Ingenieur mit diesem „Hilfsbetrieb“ beschäftigt.

Wasserwirtschaft und Werksaufbau

Die nachstehenden Ausführungen geben einen Einblick in die Wasserwirtschaft eines gemischten Hüttenwerkes, das im Gegensatz zu anderen Werken¹⁾ unmittelbar an einem natürlichen Wasserlauf liegt, dem das

nahegelegenen Pumpwerk zu. Mit einem besonderen Heber können aus dem Hafenbecken zusätzlich 90 m³/min gewonnen werden, während aus 30 am Flußlauf gelegenen Brunnen — mit einer Ergiebigkeit von 1 m³/min — noch zusätzlich 30 m³/min zur Verfügung stehen. Ein zweites nachgeschaltetes Wasserwerk hat weitere Pumpen, die bis zu 222 m³/min den Kondensatoren des Kraftwerks zuführen können. Der Kraftwerksbedarf kann zwischen 180 und 220 m³/min wechseln. Nach vollbrachter Kühlleistung im Kraftwerk gelangen bis zu 91 m³ je min durch einen Ueberlauf in den Abwasserkanal und damit zum Flußlauf zurück, während bis zu 120 m³/min zur weiteren Verwendung verschiedenen Betrieben zugeleitet werden. Parallelgeschaltet ist ein Hochbehälter.

Die Wasser-„Ausnutzung“ ist infolge der Hintereinanderschaltung von Kraftwerk und weiteren Betrieben gut, da so eine mehrfache Verwendung erfolgt. Eine Drosselung des Verbrauchs der Kondensatoren wäre abwegig, da sich durch die dann eintretende Verschlechterung des Vakuums eine Erhöhung des Dampfverbrauchs der Turbinen ergeben würde. D. h. eine Energie-Ersparnis, die sich durch Verringerung des Strombedarfs infolge Verminderung der Pumpenleistung ergäbe, würde ins Gegenteil verkehrt. Die Pumpen müssen jedoch zeitweise auch einer Prüfung unter-

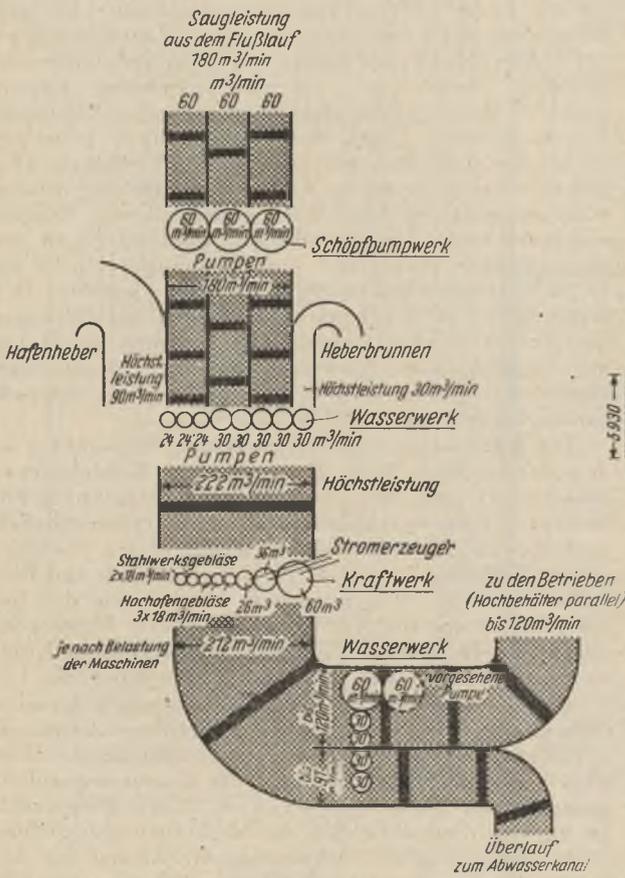


Bild 1. Derzeitiger Stand der installierten Kühlwasserleistung.

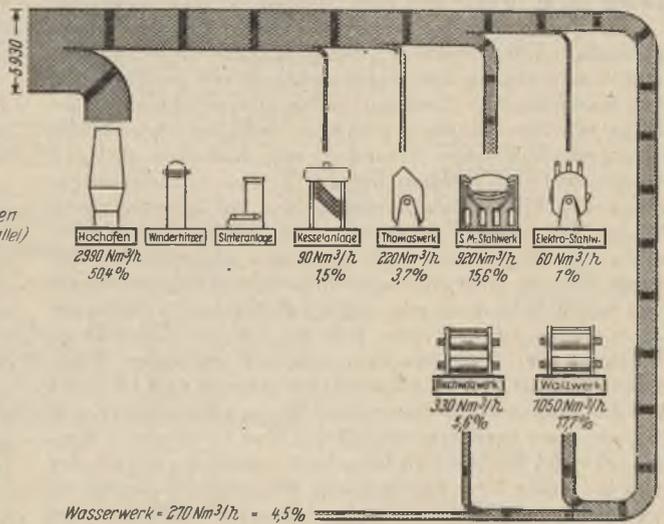


Bild 2. Kühlwasserflußbild.

„Nutz“ = Werkswasser entnommen und nach Gebrauch wieder zugeführt wird. Die Wassermenge wird dabei hauptsächlich bestimmt durch den Bedarf der Kondensationsanlage der Turbinen. Von diesen dient ein Teil zum Antrieb der Hochofen- und Stahlwerksgebläse, während der andere Teil Stromerzeuger betreibt. Der Lauf des Wassers ist nach Bild 1 folgender:

Drei Schöpfungspumpen von je 60 m³ minutlicher Leistung fördern insgesamt 180 m³ Wasser je min unmittelbar aus dem Flußlauf und führen diese einem

*) Vorgetragen in der 158. Sitzung des Ausschusses für Wärmewirtschaft am 10. September 1943. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Pörsneck, Postschließfach 146, zu beziehen.

1) Vgl. G ü l d n e r, W. A.: Stahl u. Eisen demnächst.

zogen werden, da man für ihren Antrieb rd. 17 % des Gesamtstromverbrauchs der Hütte benötigt.

Kleinere Ersparnisse wurden z. B. an den Spritzpumpen für die Siebanlagen erzielt. Diese waren für eine Förderhöhe von rd. 5 atü ausgelegt, während nur 1/2 bis 1 atü benötigt wurden. Nach Ausbau einer Druckstufe konnten an diesen kleinen Spülpumpen rd. 4500 kWh/Monat gespart werden. Am Gesamtstromverbrauch des Werkes gemessen, ist diese Ersparnis gering; sie ist jedoch als Energie-Einsparungsmaßnahme entsprechend zu werten, zumal da man ähnliches vielfach findet. Unnötige Sicherheitszuschläge in der Fördermenge und namentlich der Förderhöhe sind bei Kreiselpumpen vom Uebel; sie verschlechtern den Wirkungsgrad übermäßig.

Kühlwasserverbrauch der einzelnen Betriebe

Die größten Wasserverbraucher sind, wie allgemein in gemischten Hüttenwerken, die Hochöfen (siehe Bild 2). Die Kühlwassermenge des Hochofens ist ein von der Belastung unabhängiger Festwert. Bezogen auf die Erzeugungseinheit ergibt sich ein Verbrauch ausschließlich an Hochofenkühlwasser von rd. 28 m³/t Roheisen. Dabei ist zu beachten, daß von den Hochöfen einige bereits ein beachtliches Alter aufweisen; so hat einer von ihnen schon 2,8 Mill. t, ein weiterer 2,2 Mill. t Roheisen erschmolzen, während ein dritter Ofen auch bereits 1,1 Mill. t Roheisen erzeugte. Durch Verschleiß des Mauerwerks sind dabei die Kühlkästen mehr oder minder stark der unmittelbaren Einwirkung der heißen Hochofengase und Beschickung ausgesetzt.

Aus der Zusammenstellung von B. v. Sothen²⁾ über die Wasserkühlung des Hochofens ist zu entnehmen, daß die kleinen und mittleren Gießerei-, Sonder- und Stahleisenöfen mit einem nutzbaren Inhalt bis etwa 650 m³ eine Leistung von im Mittel 26 kg Roheisen je m³ Nutzinhalt und h aufweisen, während die mittleren und schweren rheinisch-westfälischen Thomasöfen mit Nutzinhalt von 500 bis 900 m³ mit einer weitaus höheren Belastung von im Mittel 48 kg Roheisen je m³ Nutzinhalt und h fahren. Dieser stärkeren Beanspruchung muß durch Bauart und Ausbildung der Wasserkühlung, besonders des Schachtes, Rechnung getragen werden. Der Kühlwasserverbrauch der Oefen auf die Tonne Roheisen bezogen (wobei man selbstverständlich sämtliche Oefen bei dem Lastgrad 1 miteinander vergleichen muß) schwankt nach der angegebenen Quelle allgemein zwischen 10 und 45 m³/t Roheisen und für die hochbeanspruchten Thomasöfen zwischen 20 und 34 m³/t Roheisen. Einige neuere Zahlen, die auf Grund einer Rundfrage ermittelt wurden, ergaben sogar Werte zwischen 30 und 60 m³/t Roheisen.

Hier war nur der Verbrauch der Hochöfen allein genannt. Einschließlich Sinteranlage, Winderhitzer und Gasreinigung wechseln insbesondere je nach Art der Gasreinigung die Kennzahlen dieser von der Umfrage erfaßten Werte (es handelt sich um sechs Hochofenwerke) zwischen 35 und 65 m³/t Roheisen. Mit den vorgenannten Betrieben beträgt — bei Vorhandensein einer Trockenelektrofilteranlage — bei dem beschriebenen Werk der Wasserverbrauch 32 bis 33 m³/t Roheisen. Er liegt damit noch unter den üblichen Werten. Diese Mengen sind auch aus stoffwirtschaftlichen Gründen beachtlich; denn um eine Gewichtseinheit Roheisen zu erzeugen, braucht man also das 33fache Gewicht an Wasser. Der Temperaturunterschied zwischen Kühlwasserzu- und -abfluß schwankt zwischen 6 und 14 ° und bei den Oefen des betrachteten Werkes zwischen 4 und 5 °, wobei zu beachten ist, daß das hier verwendete Wasser sehr viel Schlamm in feinsten Verteilung enthält, der sich bei einer Verringerung der Wassergeschwindigkeit in den Armaturen ablagert, verkrustet und so sehr leicht zum Durchbrennen der Kühlelemente führen kann. Eine Betriebsstörung infolge Durchbrennens, z. B. der Umsteuer-Schieberrahmen im Siemens-Martin-Stahlwerk, würde einen Stillstand des betreffenden Ofens bewirken. Auch hier würde deshalb der Sinn der Energie-Einsparung ins Gegenteil verkehrt. In dem vorliegenden Hochofenbetrieb wird mit Wassereintrittstemperaturen von 26 ° und Wasseraustrittstemperaturen von 30 bis 31 ° gefahren.

Die oben erwähnten Unterschiede zwischen 10 und 45 m³/t Roheisen können allerdings nur zum Teil durch unterschiedliche Ofengröße und Bauart, verschiedenartige Wasserkühlung, baulichen Zustand und örtliche Betriebs-, insbesondere auch Wasserhältnisse erklärt werden. Sie deuten jedenfalls auf eine gewisse Will-

kür bei Einstellung der Kühlwassermengen hin, so daß besonders bei dem „Wassersäuer“ Hochofen noch Ersparnisse erreichbar sind.

B. von Sothen²⁾ gibt bereits für den Wasserbedarf kupferner Windformen verschiedenen Formendurchmessers Richtwerte, aus denen ersichtlich ist, daß der Kühlwasserverbrauch je Form und Stunde bei einem Unterschied zwischen Wasserzulauf- und -ablaufftemperatur (Δt) < 15 ° erheblich ansteigt, und daß bei einer Temperaturerhöhung von $\Delta t > 30$ ° nur noch geringe Wasserersparnisse erzielbar sind. Bei den Windformen, die höchste Wärmeverluste verursachen, wurden meist Wasserablaufftemperaturen zwischen 25 und 35 ° festgestellt, während 40 bis 50 ° dort zulässig sind. Jedenfalls ist auch am Hochofen eine mehrfache Verwendung des Kühlwassers anzustreben.

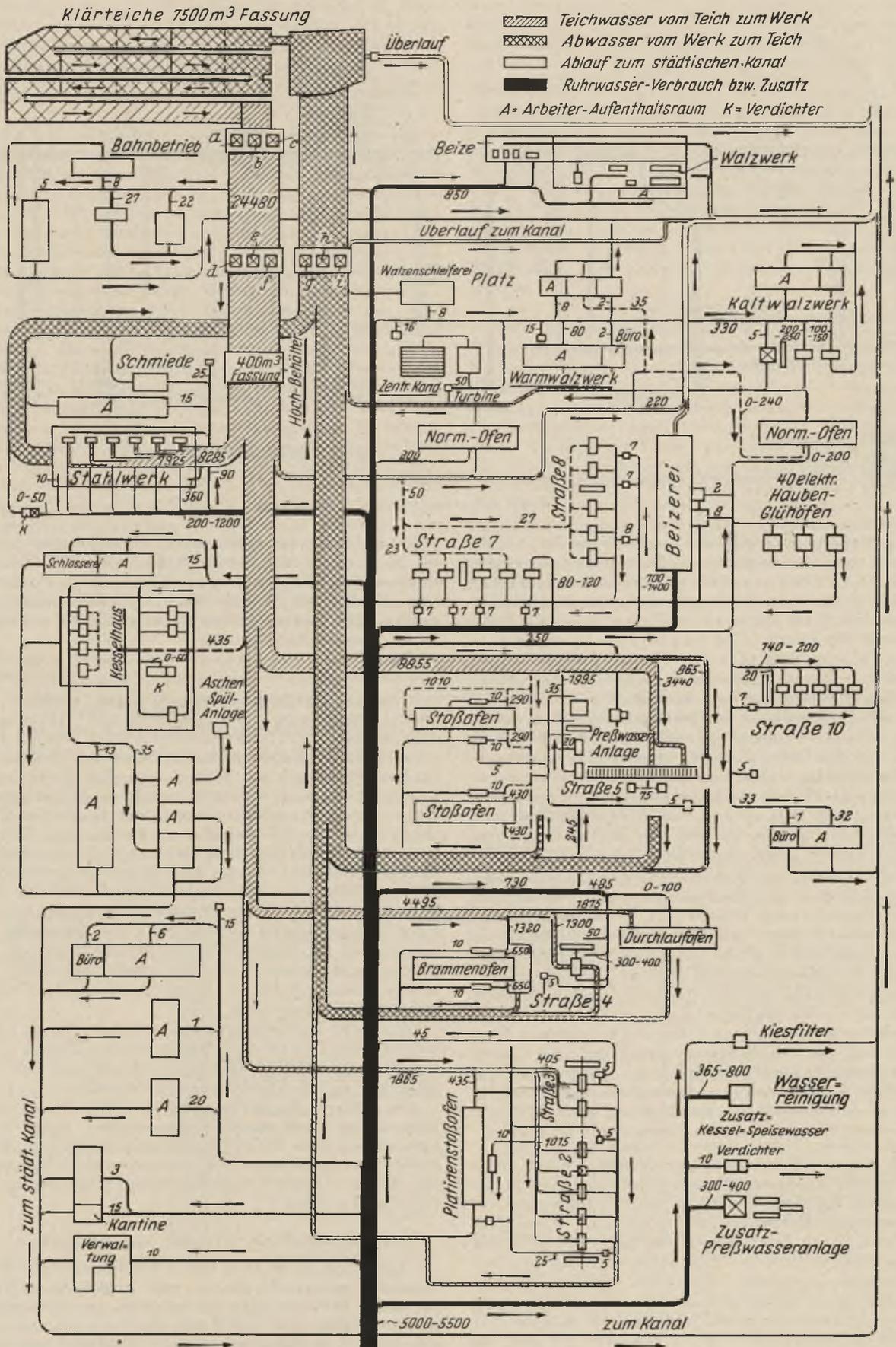
Im Siemens-Martin-Stahlwerk beträgt der Wasserverbrauch, auf die Tonne Rohstahl bezogen, etwa 13 m³. Neben zwei Oefen mit üblicher Kopfbauart handelt es sich bei den anderen Oefen ausschließlich um die Bauart Maerz. Wassergekühlt sind die Gaszug- und Luftzug-Austrittsquerschnitte. In den Wechselkanälen sind Zimmermann-&Jansen-Schieber mit wassergekühlten Rahmen und Schieberplatten angeordnet. Außerdem sind die Türrahmen wassergekühlt. Da die Oefen mit hohem Anteil an flüssigem Einsatz arbeiten, liegen die Ofenleistungen günstiger als bei den nach dem Schrott-Roheisen-Verfahren, also mit geringerer Leistung betriebenen Oefen. Einige Stahlwerke haben daher auch einen höheren Wasserverbrauch von 25 m³/t Rohstahl, während durch die obenerwähnte Rundfrage ein Verbrauch von 13 bis 41 m³/t Siemens-Martin-Stahl ermittelt wurde. Der Wert von 13 m³/t entspricht dabei den mit flüssigem Einsatz arbeitenden Oefen. Die Streuung bleibt bei den Angaben der verschiedenen Werke in durchaus normalen Grenzen. Einbezogen in diese Werte ist auch der Verbrauch der Kokillenkühlbecken.

Die Kühlwasser-Ablaufftemperaturen schwankten in dem untersuchten Werk je nach Art der Kühlelemente zwischen 31 und 56 °. Daß auch im Siemens-Martin-Stahlwerk noch beachtliche Wasserersparnisse möglich sind, konnte an einem Ofen nachgewiesen werden, dessen Wasserverbrauch durch Ueberwachung und Einstellung um rd. 70 % gedrosselt wurde. Bei der Beschaffenheit des zur Verfügung stehenden Wassers ist allerdings ein kräftiges Durchspülen sämtlicher Kühlelemente nach Ablauf von etwa 8 h erforderlich.

Das Walzwerk hat an mit Wasser zu kühlenden Ofenanlagen vorwiegend Großraumtieföfen mit wassergekühlten Abgasschiebern und Ankerschrauben. Hier wird bei voller Belastung (auf die Erzeugungseinheit bezogen) eine Wassermenge von rd. 12 m³/t verbraucht. Da auch in diesem Betrieb der Verbrauch jedes Ofens einen Festwert bildet, schwanken die Zahlen mit der Größe des Durchsatzes. Vielfach wird man mit den Kühlwasser-Ablaufftemperaturen bis höchstens 50 ° gehen können, da sich in diesem Bereich bereits die Neigung mancher Flußwässer zur Algenbildung stärker auswirkt. Jeder Doppeltieföfen hat für sich einen Wasserverbrauch von 30 m³/h und damit beim Einsatz kalter Blöcke von rd. 2,2 m³/t. Die gesamte Tiefofenanlage schluckt jedoch nur 17 %, während die Walzenstraßen allein 50 % der zugeführten Wassermenge verbrauchen. Die Ersparnismöglichkeiten bei den Oefen sind also geringer als an der Walzenstraße, zumal da eine Wasserdrosselung wegen möglicher Ablagerungen stets gefährlich ist. Der Verbrauch von Profil- und Stabstahl-Walzwerken liegt nach der obigen Umfrage in guter Uebereinstimmung zwischen 12,4 und 16,6 m³/t.

Im Grobblechwalzwerk ist mit einem Verbrauch von rd. 10 bis 11 m³/t Erzeugung zu rechnen. Die Tieföfen haben hier wassergekühlte Feuerbrücken

²⁾ Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 85/91, 121/25 (Wärme-stelle 176).



Die Zahlen geben den Wasserverbrauch in m³/24 h. an.

a bis c = Pumpen an den Klärteichen d bis f = Pumpen in der Zentral-Kondensation g bis h = Pumpen im Pumpensumpf

Bild 3. Wasserfußbild eines Hüttenwerkes.

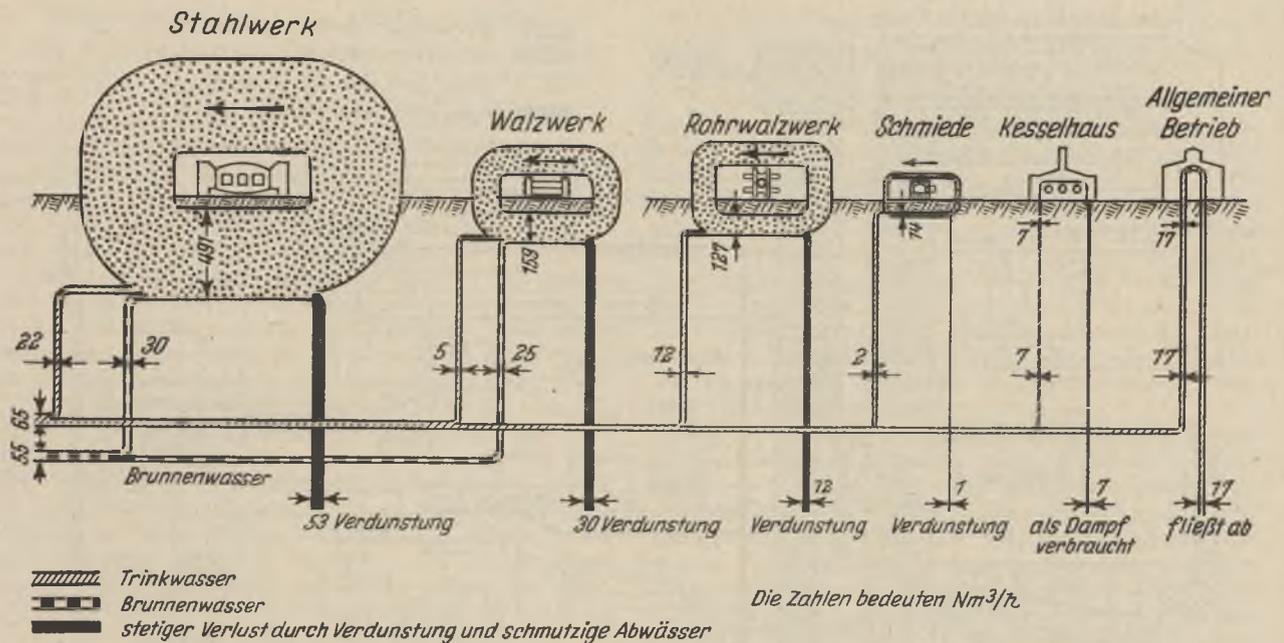


Bild 4. Wasserkreislauf.

und Abgasschieber, während die Stoßöfen mit Kühlbalken und wassergekühlten Türrahmen ausgerüstet sind. Je Tieföfen werden $12 \text{ m}^3/\text{h}$ oder 2 m^3 Wasser/t Ofendurchsatz verbraucht, d. h. das doppelte Einsatzgewicht fließt stündlich an Wasser durch die Kühlelemente des Ofens. Die Stoßöfen brauchen 5 m^3 Wasser/h oder $0,33 \text{ m}^3/\text{t}$ Durchsatz. (Je Kühlrahmen $2,5 \text{ m}^3/\text{h}$.) Ausschlaggebend ist jedoch hier wiederum mit 86% der anteilige Verbrauch der Walzen, die sämtlich auf Preßstofflager umgestellt sind. Man würde nicht allzuviel Wasser einsparen, wenn man die Wasserzufuhr zu den Öfen drosselt. Andere Blechwalzwerke im Nordwesten schwanken im Wasserverbrauch zwischen 7 und $13 \text{ m}^3/\text{t}$. Selbstverständlich wird der Verbrauch in den Walzwerken von den unterschiedlichen Betriebsverhältnissen, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann, maßgeblich beeinflusst.

Da die Höhe der Rohstahlerzeugung einen guten Ueberblick über den Beschäftigungsgrad oder die Leistungsfähigkeit eines Werkes gibt, so empfiehlt es sich, den Wasserverbrauch auf diese Größe zu beziehen und hieraus eine Kennzahl abzuleiten. Selbstverständlich ist in jedem einzelnen Fall die Betriebseigenart sowie die Anzahl der den Hochofen- und Stahlwerksbetrieben nachgeschalteten Walzwerks- und Verarbeitungsbetriebe zu beachten. Für das betrachtete Werk ergibt sich für den Nutzwasserverbrauch eine „Kennzahl“ von $65 \text{ m}^3/\text{t}$ Rohstahl — ohne den Aufwand des Kraftwerkes —, also nur für das in den Betrieben verbrauchte Wasser, und von etwa $105 \text{ m}^3/\text{t}$, wenn man den Kraftwerksverbrauch mit einbezieht.

Da die mit Rückkühlung arbeitenden Werke einen bestimmten Werkswasserstrom umwälzen, braucht nur die durch Spritzwasserverluste und Verdunstung verlorengehende Menge ersetzt zu werden. Dieser Verlust wird durch Frischwasser, das meist einem Fremdwassernetz, z. B. dem öffentlichen Leitungsnetz entnommen wird, gedeckt. Als zweite wichtige Kennzahl ist daher diese Menge des „Zusatz- oder Frischwasserbedarfs je Tonne Rohstahl“ zu ermitteln und für Vergleiche heranzuziehen. W. A. G ü l d n e r¹⁾ geht auf diese Verhältnisse besonders ein.

Aus der schon mehrfach erwähnten Rundfrage ergeben sich für den Gesamtwasserverbrauch je Tonne Rohstahl Kennzahlen zwischen 104 und $194 \text{ m}^3/\text{t}$. wäh-

rend die Zusatzwassermenge für Rückkühlung bei 17 bis $18 \text{ m}^3/\text{t}$ Rohstahl entsprechend 10 bis 20% des Gesamtwasserverbrauchs liegt. Werke ohne Hochofenbetrieb, aber mit Siemens-Martin-Stahlwerk und nachgeschalteter Weiterverarbeitung geben Werte von 46 bis 65 m^3 Wasser/t Rohstahl an.

Für die Trinkwasserversorgung des Werkes stehen mehrere Tauchpumpen mit einer Leistung von je $3 \text{ m}^3/\text{min}$ sowie einige einfache Pumpen mit einer Fördermenge von je $1 \text{ m}^3/\text{min}$ zur Verfügung, so daß insgesamt $20 \text{ m}^3/\text{min}$ gefördert werden können. Eine oder zwei Pumpen befinden sich meist in Ueberholung.

Der Verbrauch an Wasser aus den Trinkwasserbrunnen beträgt etwa $10 \text{ m}^3/\text{min}$. Dieses „Trinkwasser“ findet für die verschiedensten Sonderzwecke — z. B. als Preßwasser — Verwendung, während zum Trinken und Baden für die Belegschaft sowie für die Werksiedlungen etwa 15% der vorgenannten Menge benötigt werden. Als weitere Kennzahl ergibt sich der Verbrauch an Wasser aus Trinkwasserbrunnen zu rd. $6,5 \text{ m}^3/\text{t}$ Rohstahl und an Trink- und Badewasser für die Belegschaft zu etwa $0,54 \text{ m}^3/\text{t}$ Rohstahl, oder von rd. $0,21 \text{ m}^3$ je Mann und 24 h . Die erwähnte Umfrage ergab je Tonne Rohstahl einen Trinkwasserverbrauch zwischen $0,31$ und $2,5 \text{ m}^3$.

Bei den Trinkwasserpumpen konnte durch Verkleinern des Laufrad-Durchmessers einer Pumpe (Verminderung der Förderhöhe) eine Strom einsparung von insgesamt $12\,000 \text{ kWh}/\text{Monat}$ erzielt werden.

Bei den Kesselspeisepumpen wurde eine Rückführung des Leckwassers vorgenommen. Dadurch ergab sich bei etwa 30 m^3 Frischwasserzusatz/h ein Rückgewinn von stündlich 6 m^3 Speisewasser. Man wird überhaupt weitgehend auf Kondensat-Rückführung bedacht sein müssen.

Wasserwirtschaft erfordert viel Kleinarbeit

Auf einem Werk stieg durch die Reinigung und Instandsetzung verschlammter und zugerosteter Saugkörbe die Förderleistung um rd. 45% an. Die zusätzliche Saughöhe von 3 m durch die Verschmutzung ergab bei 15 m Förderhöhe einen Mehrkraftverbrauch von 20% , der durch die Reinigung eingespart wurde.

Auf einem anderen Werk wurden die für 40 m Förderhöhe gebauten Pumpen an der ursprünglichen Einbaustelle überflüssig. Man verwendete sie an au-

derer Stelle, wo nur 15 m Höhenunterschied zu überwinden waren, und fuhr mit gedrosselten Schiebern. Der zur Energieeinsparung vorgenommene Austausch der Pumpen machte sich bereits in einem halben Jahr durch entsprechend verringerten Verbrauch an Strom bezahlt.

Um feststellen zu können, an welcher Stelle eines Werkes die den größten Erfolg versprechenden Sparmaßnahmen einzusetzen haben, müssen Wasserweg und -verbrauch der einzelnen Betriebe genauestens bekannt sein. Mit Wassermessern muß dabei nach den bekannten Verfahren zumindest die Entnahme der Hauptverbraucher laufend erfaßt werden. Wo aus besonderen Gründen eine solche Dauermessung nicht möglich ist, sollten wenigstens durch Behältermessung, die meist einfach durchführbar ist, Erhebungen über den Verbrauch der verschiedenen Abnehmer vorgenommen werden. Da viele Großverbraucher eine fast gleichbleibende Entnahme aufweisen, so genügt jeweils eine Messung in größeren zeitlichen Zwischenräumen.

Um einen guten Ueberblick über den Weg des Wassers sowie über den mengenanteiligen Verbrauch von Betrieben oder Einzelverbrauchern zu erhalten, empfiehlt sich die Aufstellung eines Wasserflußbildes.

Das schon erwähnte Bild 2 zeigt ein einfaches und übersichtliches Wasserflußbild, aus dem jeweils der Gesamtverbrauch eines Betriebes zu erkennen ist; Bild 3 erfaßt jeden einzelnen Wasserverbraucher. Eine solche Uebersicht bildet die Grundlage für Ueberwachung und Einsparung des Wasserverbrauchs. Bild 4 läßt den Kreislauf des Wassers in einem Hüttenwerk mit Stahlwerk und nachgeschal-

teten Fertigungsbetrieben erkennen, das mit Rückkühlung und entsprechenden Zusatzwassermengen arbeitet. Solche Darstellungen sind auch zur Unterweisung der mit der Durchführung von Sparmaßnahmen betrauten Hilfskräfte sehr wertvoll.

Zur Sicherung der Wasserversorgung wurde ein Verbundbetrieb mit benachbarten Werken über zwei Leitungen von je 150 mm Dmr. eingerichtet. Wichtiger ist jedoch ein Anschluß, der an eine in der Nähe gelegene städtische Rohrleitung vorgenommen wurde. Hierdurch besteht die Möglichkeit, jederzeit Wasser aus dem Stadtnetz zu entnehmen und umgekehrt in dieses hinein zu speisen. Außerdem ist noch ein Dieselpumpensatz mit einer Leistung von 60 m³/min vorhanden.

Zusammenfassung

Die von gemischten Hüttenwerken geschluckten Wassermengen schwanken zwischen 3 und 15 Millionen m³/Monat. Entsprechend hoch liegt der Kraftaufwand zur Förderung dieses Wassers. Wassereinsparung bedeutet daher je nach Größe der vorhandenen Pumpeneinheiten auch entsprechende Stromersparnisse. In manchen Fällen wird man allerdings zugunsten der Betriebssicherheit auf Ersparnungsmöglichkeiten verzichten müssen. Erst nach Kenntnis der gesamten weitverzweigten Wasserwirtschaft können zweckentsprechende und richtige Entscheidungen gefällt werden, da gerade für gemischte Hüttenwerke allgemeingültige Vorschläge schwer gemacht werden können. Vor allem verlangt dies die Schaffung von Richtwerten, wozu die vorstehenden Ausführungen einen Beitrag geben.

Umschau

Berechnung des Brennstoffverlustes aus dem Aschengehalt des Brennstoffes und dem Unverbrannten der Rückstände

In jeder Feuerung, in der feste Brennstoffe verheizt werden, entstehen Brennstoffverluste dadurch, daß in den Rückständen noch Anteile an Unverbranntem enthalten sind.

Will man z. B. bei einer Kesselfeuerung diesen Verlust bestimmen, so liegt es nahe, die Menge der in der Zeiteinheit verbrannten Kohle sowie die der anfallenden Kesselasche zu ermitteln. Bestimmt man nun den Gehalt an Unverbranntem in der Kesselasche, so erhält man den Brennstoffverlust, indem man die Menge des Unverbrannten auf die durchgesetzte Reinkohle (trockene, aschefreie Kohle) bezieht. Eine Ungenauigkeit kann noch dadurch entstehen, daß der Heizwert des Brennbares in den Rückständen nicht gleich dem der Reinkohle sein wird. Bei der Geringfügigkeit des Fehlers wird sich in Normalfällen eine beiderseitige Heizwertbestimmung nicht lohnen.

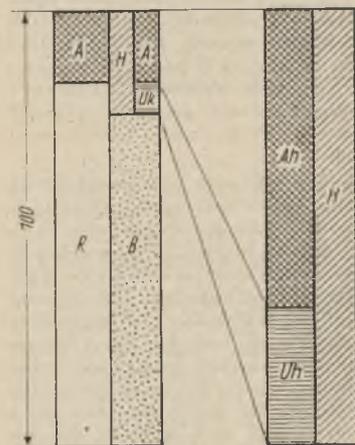


Bild 1. Rechnungsgrundlage.

Rückstände ist aber mit größeren Umständen verbunden. Es wird deshalb im folgenden eine Formel entwickelt, aus der sich der Brennstoffverlust sofort errechnen läßt, wenn der Aschengehalt der Kohle in Prozent der trockenen Rohkohle und das Unverbrannte in Prozent der gesamten Rückstände (Kesselasche, Generatorschlacke usw.) bekannt ist.

Wird laufend der Aschengehalt der angelieferten Kohle festgestellt und auf trockene Kohle umgerechnet, und wird

ferner das Unverbrannte in den Rückständen laufend bestimmt, so ergibt das Mittel der einzelnen Befunde einen guten Durchschnittswert der Brennstoffverluste.

Ableitung der Formel (vgl. Bild 1).

Die trockene Rohkohle setzt sich zusammen aus der Reinkohle R (dem Verbrennlichen) und dem Aschengehalt A (dem Unverbrennlichen).

Von der Reinkohle vergast ein großer Teil B bei der Verbrennung und verschwindet in fester Form vollständig. Ein kleiner Teil Uk gelangt nicht zur Verbrennung, sondern geht in den Herdrückstand H ein. Die Asche beteiligt sich nicht an der Verbrennung und erscheint in gleicher Menge im Rückstand.

Als Brennstoffverlust bezeichnet man den Anteil des Unverbrannten Uk in Prozent an der Reinkohle R.

Das Unverbrannte kann aber nur im Rückstand Uh bestimmt werden. Da die Aschenmenge im Rückstand Ah und die Aschenmenge der Kohle A gleich sind, läßt sich hierüber der Verlust rechnerisch feststellen.

Es bedeuten:

- A = Aschengehalt der Rohkohle (trocken)
- R = Reinkohlenanteil der Rohkohle (trocken) (Gesamtverbrennbares in der trockenen Rohkohle)
- B = verbrannter Anteil der Reinkohle in der Rohkohle
- Uk = unverbrannter Anteil der Reinkohle in der Rohkohle
- H = gesamte Herdrückstände oder dergleichen
- Uh = unverbrannter Anteil der Herdrückstände
- Ah = Aschengehalt der Herdrückstände.

Definitionsgleichungen:

1. $A + R = 100$ oder 1a) $R = 100 - A$
2. $A + Uk + B = 100$
3. $Uh + Ah = 100$ oder 3a) $Ah = 100 - Uh$

Rechnungsgleichungen:

Es ist 4. Der auf trockene Rohkohle bezogene Verlust

$$V_k = Uk \%$$

5. Der auf Reinkohle bezogene Verlust

$$V = \frac{Uk \cdot 100}{R}$$

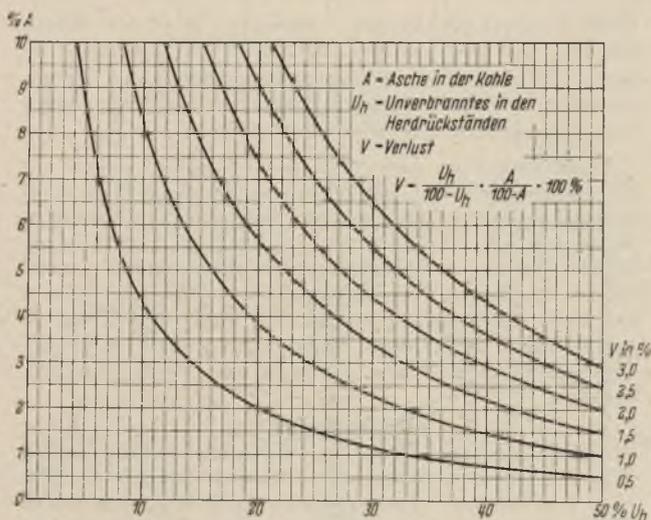


Bild 2. Ermittlung des Brennstoffverlustes (V) aus dem Aschengehalt der Kohle (A) und dem Gehalt an Unverbranntem in den Herdrückständen (Uh).

Ferner verhält sich

$$6. \frac{U_h}{A_h} = \frac{U_k}{A} \text{ oder } 6a) U_k = U_h \cdot \frac{A}{A_h}$$

In Verbindung mit Gleichung 4 und Ah nach Gleichung 3a ersetzt, ergibt sich der Verlust auf trockene Rohkohle bezogen

$$7. V_k = U_k = \frac{U_h}{100 - U_h} \cdot A \%$$

In Verbindung mit Gleichung 5 und R nach Gleichung 1a ersetzt, ergibt sich der Verlust auf Reinkohle bezogen

$$8. V = \frac{U_h}{100 - U_h} \cdot \frac{A}{100 - A} \cdot 100 \%$$

Die Gleichung 8 ist in Bild 2 dargestellt. Hierin ist auf der Abszisse das Unverbrannte im Rückstand und auf der Ordinate der Aschengehalt der trockenen Rohkohle aufgetragen. Der gesuchte Brennstoffverlust, bezogen auf trockene, aschefreie Kohle, wird als Parameter gefunden.

Außer den Brennstoffverlusten kann man durch die Beziehungen nach Bild 1 die Menge der Rückstände errechnen, wenn der Aschengehalt der Kohle und das Brennbare im Rückstand bekannt sind.

Der Herdrückstand H setzt sich zusammen aus dem Aschengehalt der Kohle A und dem Unverbrannten Uk.

$$9. H = U_k + A.$$

Wird Uk nach Gleichung 7 eingesetzt, so ist der Herdrückstand auf die durchgesetzte trockene Rohkohle bezogen

$$10. H = \frac{U_h \cdot A}{100 - U_h} + A \%$$

Gustav Schumacher.

Einfluß des Beschäftigungsgrades auf den Stoßofen-Gasverbrauch einer Walzenstraße

In folgenden sollen Gasverbrauch und Knüppeldurchsatz der Stoßöfen einer Walzenstraße in ihrer Wechselbeziehung so erfaßt werden, wie die laufenden Arbeitsverhältnisse es betriebsmäßig ausweisen. Insbesondere kann so der wärmewirtschaftliche Vorteil des Einofenbetriebes gegenüber jenem mit zwei Öfen herausgestellt werden. Die zugrunde gelegten Monatswerte sind der Statistik von 1935 bis 1941 entnommen. Aus Bild 1 ist der monatliche und spezifische Gasverbrauch in Abhängigkeit vom Monatsdurchsatz ersichtlich. Es sei bemerkt, daß wärmewirtschaftlich Ein- und Zweiofenbetrieb grundsätzlich nicht voneinander abweichen. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Öfen auch während der durchsatzlosen Schichten gefeuert bleiben. Hingegen liegt der Zweiofenbetrieb um den Betrag des „Leerlaufwertes“ des zweiten Ofens ungünstiger.

Da der monatliche Gasverbrauch in Nm³/Monat linear mit dem Monatsdurchsatz verläuft, läßt er sich analytisch durch die Gleichung

$$y = a + bx$$

mit x als Durchsatz in t/Monat und somit der spezifische Gasverbrauch in Nm³/t durch

$$y_1 = \frac{y}{x} = \frac{a}{x} + b$$

wiedergeben. Unter Berücksichtigung der Beiwerte wird für:

1. den Einofenbetrieb

$$y = 500\,000 + 350 x \text{ Nm}^3 \text{ Monat}$$

$$y_1 = \frac{500\,000}{x} + 350 \text{ Nm}^3 \text{ t}$$

2. den Zweiofenbetrieb

$$y = 1\,000\,000 + 350 x \text{ Nm}^3 \text{ Monat}$$

$$y_1 = \frac{1\,000\,000}{x} + 350 \text{ Nm}^3 \text{ t}$$

Wie ersichtlich, strebt der spezifische Verbrauch einem Bestwert von 350 zu, ohne ihn jemals zu erreichen.

Bild 1 zeigt, daß bei mittleren und hohen Belastungen der Unterschied zwischen Einofenbetrieb und Zweiofenbetrieb nur sehr gering ist. Auffallend ist der außerordentlich geringe Leerlaufbedarf, der für jeden Ofen auf 300 000

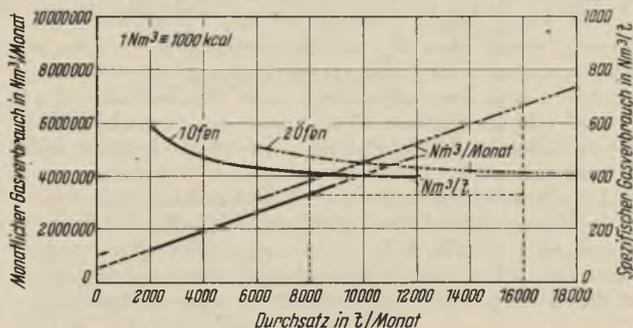


Bild 1. Gasverbrauch und Knüppeldurchsatz von Stoßöfen.

kcal/h heruntergeht. Diese Zahl entspricht in der Tat dem Verbrauch der Kalt- und Feierschichten, der zwischen 750 und 1000 Nm³/h liegt, also sehr gering gehalten wird. Man erkennt, wie man durch gute Wartung und sachgemäßen Betrieb den Leerlaufanteil senken kann.

Marcel Steffes.

Schlagzugversuche an unlegierten Stählen

Der Schlagzugversuch hat im Vergleich zum Kerbschlagbiegeversuch eine wesentlich geringere Anwendung gefunden, die einerseits durch die etwas umständlichere Versuchsdurchführung, andererseits durch die Schwierigkeit einer genauen Bestimmung der Arbeitsverluste begründet zu sein scheint. Um diese beim Schlagzugversuch genauer bestimmen zu können, haben F. V. Warnock und J. B. Brennan¹⁾ eine bereits früher benutzte Versuchseinrichtung²⁾ mit einer zusätzlichen Vorrichtung zur genaueren Ermittlung der nach dem Bruch der Probe noch vorhandenen überschüssigen Arbeit versehen.

Die Schlagvorrichtung besteht aus einem 3,2 kg schweren Bär, der durch die Probe mit einem Querstück verbunden ist. Alle drei Teile können durch eine von einem Kurbeltrieb betriebene Winde bis zu 2,5 m angehoben werden und fallen nach Erreichen einer einstellbaren Fallhöhe, durch selbsttätige Entkopplung zwischen Hubseil und Querstück, in freiem Fall auf ein Widerlager. Ist der Schlag genügend stark, so bricht die Probe, und der Bär fällt zusammen mit dem abgerissenen Probenende in eine als Hebel ausgebildete Auffangvorrichtung, an deren einem Ende eine geeichte Zugfeder angebracht ist, die durch die überschüssige Arbeit des Bärs gedehnt wird und dadurch die Ermittlung der Restarbeit ermöglicht. Die verfügbare Schlagarbeit beträgt 8 mkg; in der Auffangvorrichtung können bis zu 4,6 mkg bei einer Federauslenkung von 381 mm vernichtet werden. Da die Hebelübersetzung dieser Vorrichtung jedoch nicht angegeben ist, läßt sich nicht überblicken, welchen Weg der Bär vom Augenblick des Auftreffens auf das eine Hebelende bis zur völligen Vernichtung der Rest-

¹⁾ Iron Steel 17 (1943) S. 98/102.

²⁾ Smith, I. H. u. F. V. Warnock: J. Iron Steel Inst. 116 (1927) II, S. 323/36; vgl. Stahl u. Eisen 48 (1928) S. 110/11.

Zahlentafel 1. Chemische Zusammensetzung und Festigkeitseigenschaften der untersuchten Stähle bei zügiger und schlagartiger Beanspruchung

Bezeichnung	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Brinell- härte	Zügige Beanspruchung						Schlagbeanspruchung durch 1 Schlag			Ver- hältnis $\frac{A'}{A} = \nu$
							Streck- grenze kg/mm ²	Zug- festig- keit kg/mm ²	Bruch- dehn- nung %	Bruch- dehn- nung mm ²	Einschnü- rung %	Bruch- arbeit A mkg	Bruch- arbeit A' mkg	Bruch- dehn- nung mm ²	Einschnü- rung %	
A	0,12	0,04	0,56	0,020	0,030	116	26,8	38,1	35,0	6,60	68,2	6,84	6,20	6,17	67,7	0,970
B	0,18	0,07	0,56	0,040	0,040	121	27,6	42,4	35,0	6,33	67,8	7,12	6,10	5,97	67,1	0,865
C	0,28	0,07	0,78	0,037	0,035	153	32,3	52,6	25,5	5,00	54,2	8,17	6,90	4,62	53,2	0,854
D	0,29	0,18	0,62	0,011	0,030	158	31,2	54,8	25,0	5,20	55,6	7,77	6,30	5,00	52,5	0,808
E	0,33	0,07	0,66	0,032	0,035	156	31,3	53,8	27,3	5,33	54,7	7,65	6,63	5,16	56,6	0,862
F	0,37	0,09	0,65	0,024	0,033	163	33,7	60,3	24,3	4,83	51,1	8,35	6,42	4,47	51,2	0,770
G	0,47	0,13	0,60	0,045	0,031	179	34,3	64,8	23,5	4,17	47,1	7,76	6,66	4,24	49,0	0,845
H	0,52	0,10	0,72	0,032	0,042	202	37,6	69,8	20,8	4,04	44,0	7,94	6,47	3,94	45,1	0,840
J	0,58	0,14	0,63	0,029	0,028	207	41,2	79,7	16,3	2,92	32,6	6,59	6,03	3,07	36,3	0,910
K	0,63	0,17	0,53	0,032	0,035	228	—	82,3	13,3	2,92	34,0	6,34	5,97	2,87	33,7	0,940

1) Meßlänge rd. 100 mm. — 2) Durchmesser 6,35 mm; zylindrische Länge 9,53 mm.

arbeit zurücklegt. Diese zusätzlich geleistete Arbeit wird von den Verfassern anscheinend nicht beachtet und kann möglicherweise eine zu große Restarbeit vortäuschen, woraus sich wiederum eine zu geringe Brucharbeit ergeben würde. Auf dem Fallwerk können Einzelschlagversuche sowie Dauerversuche mit 40 Schlägen in der Minute durchgeführt werden. Die Proben hatten eine Meßlänge von 25,4 mm bei einem Durchmesser von 6,35 mm; der zylindrische Prüfteil war 9,5 mm lang und beiderseits mit Uebergangsradien von 7,9 mm versehen.

Untersucht wurden zehn unlegierte Stähle im Anlieferungszustand; die Vorbehandlung ist nicht angegeben. Die Ergebnisse der Einzelschlagversuche sind zusammen mit den Werten aus den statischen Zugversuchen aus Zahlentafel 1 ersichtlich. Danach ist bei schlagartiger Beanspruchung die Brucharbeit bei allen untersuchten Stählen kleiner als bei zügiger Beanspruchung. Dieses Ergebnis ist überraschend und steht im Widerspruch mit den meisten Angaben im Schrifttum³⁾. Die sonst stets höher gefundene Brucharbeit bei Schlagbeanspruchung erklärt sich daraus, daß mit zunehmender Verformungsgeschwindigkeit der Formänderungswiderstand zunimmt, während die Formänderung fast gleichbleibt oder sogar ebenfalls etwas größer wird. Da sich jedoch bei den vorliegenden Schlagversuchen die Bruchdehnung und Einschnürung gegenüber dem statischen Versuch kaum geändert haben, ist zu vermuten, daß Warnock und Brennan aus den oben erwähnten Gründen eine zu kleine Brucharbeit bestimmt haben; sonst blieben ihre Ergebnisse in dieser Hinsicht unverständlich. Das Verhältnis zwischen dynamischer und statischer Brucharbeit ist im vorliegenden Falle für alle Stähle kleiner als 1 und zeigt einen Kleinstwert bei Stahl F mit 0,37 % C. Dieser Befund steht im Einklang mit Versuchen von N. Davidenkov

3) Vgl. Mailänder, R. In: Handbuch der Werkstoffprüfung. Hrsg. von E. Siebel, Bd. II. Berlin 1939. S. 145.

und K. Jurjew⁴⁾, wonach die Zunahme des Streckgrenzenverhältnisses, das beim Schlagversuch höher ist als beim statischen Versuch, einen Kleinstwert von 10 % für einen Stahl mit etwa 0,4 % C zeigte, während sie für höher und niedriger legierte Stähle bis auf 40 % anstieg.

Mit den im Einzelschlagzugversuchen untersuchten Stählen wurden auch Dauerschlagversuche mit 500 bis 50 000 Schlägen durchgeführt. Infolge der geringen Schlagzahlen wurde in keinem Falle die Dauerschlaghaltbarkeit ermittelt. Bei allen Werkstoffen nimmt die Dehnung mit größer werdender Bruchzahl etwas zu; die Zunahme ist bei den weichen Stählen größer als bei den harten⁵⁾. Ueberschreitet die Bruchschlagzahl ein gewisses — bei allen Stählen fast gleiches — Maß, so nimmt die Dehnung plötzlich stark ab, wodurch der Uebergang vom Verformungsbruch mit Dehnung und Einschnürung zum verformungslosen Dauerbruch angezeigt wird.

Kurt Dies.

Versuche mit sauerstoffangereichertem Wind bei eisenreichen und eisenarmen Erzmöllern

In der oben genannten Veröffentlichung von W. Lennings^{†1)} ist versehentlich ein Hinweis unterblieben, der im Nachdruck des Aufsatzes im Dezemberheft der „Mitteilungen aus den Forschungsanstalten des GHH-Konzerns“ wiedergegeben ist und folgenden Wortlaut hat:

„An dieser Stelle spreche ich meinem Mitarbeiter, Herrn Dipl.-Ing. A. Uxa, für die tatkräftige Hilfe bei der Durchführung der vorstehenden Versuche und bei der Auswertung der Ergebnisse meinen besonderen Dank aus.“

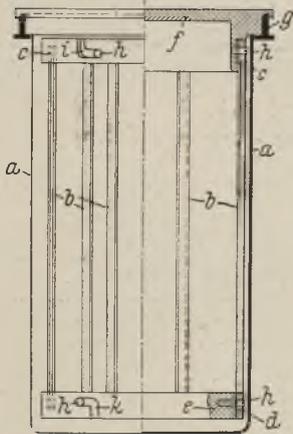
4) 1. Mitt. Neu. Int. Verb. Mat.-Prüf. 1930. Zürich. S. 231.
5) In Bild 8 der Originalarbeit sind die Dehnungswerte offensichtlich um eine Dezimale zu hoch angegeben.

1) Stahl u. Eisen 63 (1943) S. 757/67.

Patentbericht

Kl. 18 c, Gr. 8₉₀, Nr. 741 076, vom 2. März 1938. Ausgegeben am 4. November 1943. August Hoffmann. Glühgutträger für Glühkessel.

Der zur Beschickung und Entleerung des Glühtopfes dienende Glühkorb besteht aus den Käfigstangen b, die an ihrem oberen Ende im Tragring c und am unteren Ende im Tragring d befestigt sind. Die Verbindung mit der Bodenplatte e und dem Deckel f, der mit einem Bund auf dem Topf- rand g aufliegt, erfolgt durch Bolzen h, die in Winkelschlitze i, k des oberen und unteren Tragringes eingreifen. Durch kleine, nach rechts oder links erfolgende Drehbewegungen des Deckels wird die Bodenplatte



oder der Deckel vom Käfig gelöst, so daß die Bodenplatte unbehindert be- oder entladen werden kann.

Kl. 18 c, Gr. 14, Nr. 741 077, vom 15. Dezember 1939. Ausgegeben am 4. November 1943. Fried. Krupp AG. (Erfinder: Dr. phil. nat. Heinz Schlechtweg und Dr. phil. Heinrich Musmann.) Walzverfahren zur Herstellung magnetischer Vorzugsrichtungen bei Transformatoren- und Dynamo- blechen sowie magnetisierbaren Bändern.

Um in der Hauptwalzrichtung und senkrecht dazu in gleicher Weise magnetisch bevorzugte Richtungen zu erhalten, wird die letzte Kaltwalzung des Bleches oder Bandes in einer von der ursprünglichen Walzrichtung um einen bestimmten Winkel abweichenden Richtung durchgeführt. Dieser Winkel liegt nicht, wie zu erwarten wäre, bei 90 oder 45°, sondern zwischen diesen Winkelgraden. Er ist weitgehend abhängig vom Walzgrad des letzten Stiches und liegt bei Verformungsgraden von 20 und 40 % bei 50 bis 70°.

Kl. 48 d, Gr. 4₀₁, Nr. 741 100, vom 20. Juli 1939. Ausgegeben am 4. November 1943. I.-G. Farbenindustrie AG. (Erfinder: Dr. Philipp Siedler und Dr. Friedrich

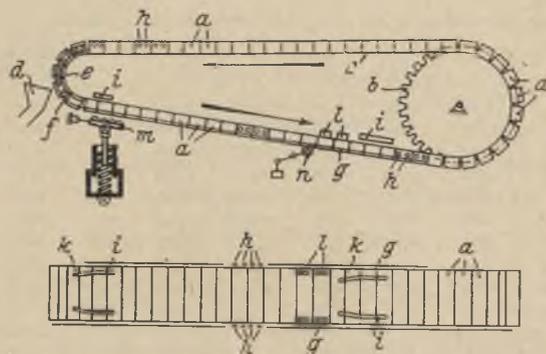
Roßteutscher.) Verfahren zur Erzeugung von Phosphatschutzschichten auf Eisen und Stahl.

Um stark wasserabstoßende, aber trotzdem gut lackierfähige Ueberzüge zu erhalten, werden die gereinigten Stahlgegenstände mit einer Lösung eines Stoffes mit hydrophoben Eigenschaften, z. B. mit einer Lösung von 1% Stearinsäure in Benzol, vorbehandelt und anschließend in einem Rostschutzbade phosphatiert, das außer primärem Schwermetallphosphat geringe Mengen schwefliger Säure oder eines diese Säure entwickelnden Salzes enthält.

Kl. 18 a, Gr. 1₁₉, Nr. 741 110, vom 20. Februar 1940. Ausgegeben am 4. November 1943. Dortmund-Hoerder Hüttenverein AG. (Erfinder: Paul Müller.) Einrichtung zum Erzielen eines geraden Laufes von endlosen Rosten zum Sintern von Erzen, vorzugsweise eisenarmen Erzen, Gichtstaub od. dgl.

Die Sinterwagen *a* werden vom Hubrad *b* auf die obere Gleitbahn *c* gehoben und über diese hinweg an das andere Ende des Sinterbandes gedrückt, wo sie sich in den Trichter *d* entleeren und durch die Führungsschienen *e*, *f* auf die geneigte Rücklaufbahn *g* umgelenkt werden. Von hier laufen sie dem Hubrade selbsttätig wieder zu. Um ein Klemmen und Schiefelaufen der mit auf Laufschiene sich abwälzenden Rollen *h* ausgerüsteten Sinterwagen zu verhindern, sind kurz hinter den Umlenkschienen *e*, *f* und dicht vor dem Hubrade

in der Rücklaufbahn besondere Führungsschienen *i* vorgesehen, die mit einem Einlauf *k* versehen sind und damit die Wagen, die ihrerseits zu diesem Zwecke mit Gleitleisten *l* ausgestattet sind, wieder ausrichten. Um die Laufrollen *h* während des



Durchtrittes des Wagens durch die Führungsschienen *i* zu entlasten, werden die Wagen von einem Entlastungsrollgang *m* unterstützt. Ferner sind nockenartige Rollen *n* vorgesehen, welche zur Reinigung der Roststäbe dienen.

Wirtschaftliche Rundschau

Der Tata-Konzern seit 1939

Aehnlich wie im ersten Weltkriege erlebte der Tata-Konzern seit 1939 wieder einen starken Aufschwung. Bereits 1939 wurde mit dem Bau einer Alkalifabrik begonnen, die 5 Mill. \$ kostet und deren Maschinen überwiegend in den Vereinigten Staaten von Amerika gekauft wurden. Gegenwärtig ist die Fabrik etwa zur Hälfte fertig; sie soll 40 000 t Soda herstellen und damit mehr als die Hälfte des indischen Bedarfs decken; ferner 9000 t Actznatron, etwa zwei Fünftel des indischen Bedarfs. In der Nachkriegszeit sollen Düngemittel hergestellt werden.

Ueber die im Jahre 1937 gegründete Investment Corporation of India, Ltd., errichtete Tata eine Stärkefabrik, eine Fabrik für Rundfunkgeräte, eine Werkzeugmaschinenfabrik und beteiligte sich an einer Batterie-, einer Kraftwagenfabrik und an einer Eisenbahn. Kürzlich gründete die Investment Co. noch eine Emaille- und Metallwarenfabrik.

Große Hoffnungen setzt der Konzern auf den Ausbau seiner bereits 1932 gegründeten Luftverkehrsgesellschaft. Diese hofft, einen Großteil der von den Amerikanern während des Krieges gebauten Flugplätze übernehmen zu können.

Vor allem aber wurde die Tata Iron and Steel Co. ausgedehnt. In den Jahren 1940 bis 1942 verausgabte die Gesellschaft für Neuanlagen über 9 Mill. \$, die weitgehend für den Ankauf amerikanischer Maschinen verwendet wurden. Dazu gehört ein neuer Hochofen mit einer Tagesleistung von 1000 t Roheisen, zwei Elektroöfen, eine Rad- und Achsenfabrik usw. Weitgehend ist das Unternehmen natürlich auf die Herstellung von Kriegsgeschütz umgestellt. Die Jahresleistung der Stahlwerke beträgt jetzt etwa 2 Mill. t.

Vereinsnachrichten

Von unseren Hochschulen

Unserm Mitglied, Professor Dr. phil. Willy Oelsen, Dozent für Metallchemie an der Universität Münster und Abteilungsvorsteher im Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung, ist vom Rektor der Bergakademie Clausthal der Lehrauftrag erteilt worden, über ausgewählte Kapitel der Metallurgie zu lesen.

Fachausschüsse

Freitag, den 16. Juni 1944, 10 Uhr, findet in Düsseldorf, Eisenhüttenhaus, Ludwig-Knickmann-Straße 27, die

34. Vollsitzung des Maschinenausschusses

statt mit nachstehender Tagesordnung:

1. Allgemeine Grundlagen der Wasserwirtschaft, insbesondere von Hüttenwerksbetrieben. Berichterstatter: Oberbaurat Dr. Schreyer.

2. Wasserwirtschaft und Wasserverbrauch auf Eisenhüttenwerken. Berichterstatter: Dr.-Ing. K. Guthmann.
3. Wasserreinigungs- und Rückkühlungsanlagen. Berichterstatter: Oberingenieur Odenthal.

Eisenhütte Berlin—Mark Brandenburg, Bezirksverband des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.

Die Eisenhütte Berlin—Mark Brandenburg, Bezirksverband des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT., hält am Freitag, dem 23. Juni 1944, 15 Uhr, im Erweiterungsbau der Technischen Hochschule Berlin, Eingang Charlottenburg, am Knie, Kurfürstenallee 13/15, Hörsaal 301, eine

Arbeitstagung

ab mit folgender Tagesordnung:

1. Begrüßung durch den Vorsitzenden Dr.-Ing. F. Lüth.
2. Die Schweißtechnik im Kriege. Berichterstatter: Dr.-Ing. K. L. Zeyen.
3. Oberflächenhärteverfahren im Dienste der Legierungseinsparung. Berichterstatter: Dr.-Ing. H. Voss.
4. Die Kriegsanstrengungen der feindlichen Eisenindustrien. Berichterstatter: Dr. phil. J. W. Reichert.

Im Anschluß an die Vorträge ist gegen 18.30 Uhr Gelegenheit zu einem gemeinsamen Eintopfen im Landwehrcasino, Berlin-Charlottenburg, Jebenstraße 2 (gegenüber S-Bahn Zoo), gegeben. Anmeldungen zur Teilnahme sind umgehend mit Anschrift an die Eisenhütte Berlin—Mark Brandenburg, z. Hd. von Herrn Dr.-Ing. F. Lüth, Berlin-Dahlem, Habelschwerdter Allee 17, zu richten.

Eisenhütte Oberschlesien,

Bezirksverband des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.

Donnerstag, den 15. Juni 1944, findet in Trzyniec (Oberschl.) die

60. Sitzung des Hochofenausschusses

statt mit nachstehender Tagesordnung:

10.30: Besichtigung der Hochofenanlage

14.30: Vorträge:

1. Der Modellhochofen. Berichterstatter: Dipl.-Ing. B. Schapo.
2. Erfahrungen mit Spänebrennöfen. Berichterstatter: Betriebsdirektor E. Wlk.
3. Bericht über die Sitzung des Hochofenausschusses in Koblenz. Berichterstatter: Dr.-Ing. H. Reinfeld.
4. Verschiedenes.

Das Abbrenn-Stumpfschweißverfahren in der Reparaturwerkstatt.

Geschäftliche Mitteilung der AEG.

Das elektrische Schweißen wird seit vielen Jahren sowohl in der industriellen Fertigung als auch in der Reparaturwerkstatt sehr häufig angewendet. In der Werkstatt wurde meistens das elektrische Lichtbogenschweißverfahren bevorzugt. In letzter Zeit hat man jedoch erkannt, daß auch das Widerstandsschweißverfahren in der Reparaturwerkstatt fast unentbehrlich geworden ist. Bei diesem Schweißverfahren wird die elektrische Energie bekanntlich unter Benutzung des inneren und des Uebergangswiderstandes der Werkstücke an der Verbindungsstelle in Schweißwärme umgewandelt. Während die Punkt- und Rollenahtschweißung fast ausschließlich zur Schweißung von Blechen dient, kann die Abbrennstumpfschweißung dagegen sehr vielseitig angewendet werden. Sie dient zur Instandsetzung von gebrochenen Werkzeugen, wie z. B. Bohrer, Hacken und Picken, sowie zur Schweißung von Wellen, Gestängen, Rohren, Kettengliedern, Stangenpuffern, Eisenbahnschwellen usw.

Im Gegensatz zur elektrischen Lichtbogenschweißung, bei der fast immer die Beigabe eines Zusatzwerkstoffes in Form von Schweißelektroden oder von Zusatzstäben wie beim elektrischen Arcatomschweißen erforderlich ist, benötigt die elektrische Abbrennstumpfschweißung keine Werkstoffzugabe. Die gebrochenen

Teile können oft ohne Vorbereitung der Trennungsflächen aneinandergefügt werden, wodurch Werkstoff eingespart und außerdem Arbeitszeit verkürzt wird. Man erhält bei einwandfreier Durchführung der Abbrennschweißung eine Festigkeit der Schweißstelle, die bis zu 100 % der Ursprungsfestigkeit des Werkstoffes erreicht.

Eine einwandfreie Abbrennstumpfschweißung erfordert eine gute Einspannmöglichkeit für die zu schweißenden Teile, damit ein Gleiten der Werkstücke beim Stauchen vermieden und eine gute Stromübertragung auf die eingespannten Werkstücke, sowie zur Schweißstelle erreicht wird. In die ebenen, glatten Einspannbacken kann ein großer Teil der instand zu setzenden Werkstücke eingespannt werden. Sind jedoch z. B. Bohrerenden, gebrochene Wellen oder starkwandige Rohre zu schweißen, so müssen prismatisch ausgeraumte Schweißbacken vorgesehen werden. Für dünnwandige Rohre müssen die Schweißbacken halbrunde Ausraumungen erhalten, damit ein Verdrücken der Rohre vermieden wird. Für das Schweißen von formschwierigen Werkstücken müssen in den meisten Fällen besondere Einspannvorrichtungen angefertigt werden, die sich in vielen Fällen jedoch noch billiger stellen als die oft zeitraubende und schwierige Beschaffung eines neuen Ersatzteiles.



WDI

Eisendrähte, Stahldrähte, Drahtstifte,
Springfedern, Drahtgeflechte, Ketten,
Holzschrauben

Drahtseile

in allen Macharten und Qualitäten

Schweißdrähte

auch für höchste Anforderungen

2851

WESTFÄLISCHE DRAHTINDUSTRIE



DEUTSCHE BANK

Hauptsitz Berlin

Finanzierung
von
Ein- und Ausfuhrgeschäften

Korrespondenten an allen bedeutenden Plätzen der Welt

Stromag
**Lamellen-
Kupplung**

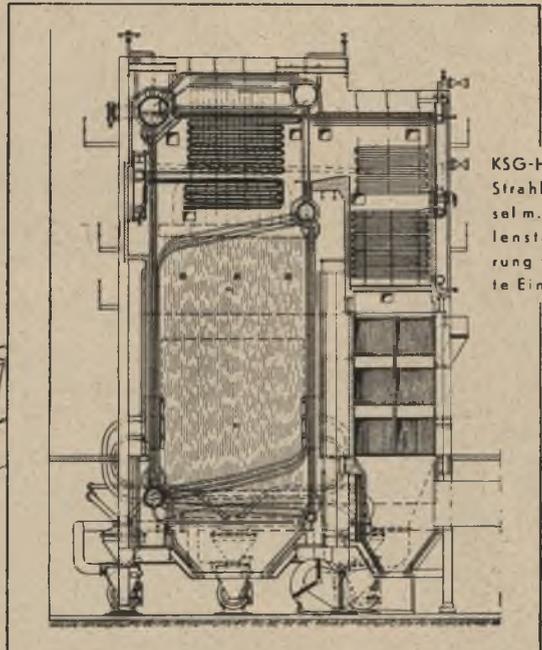
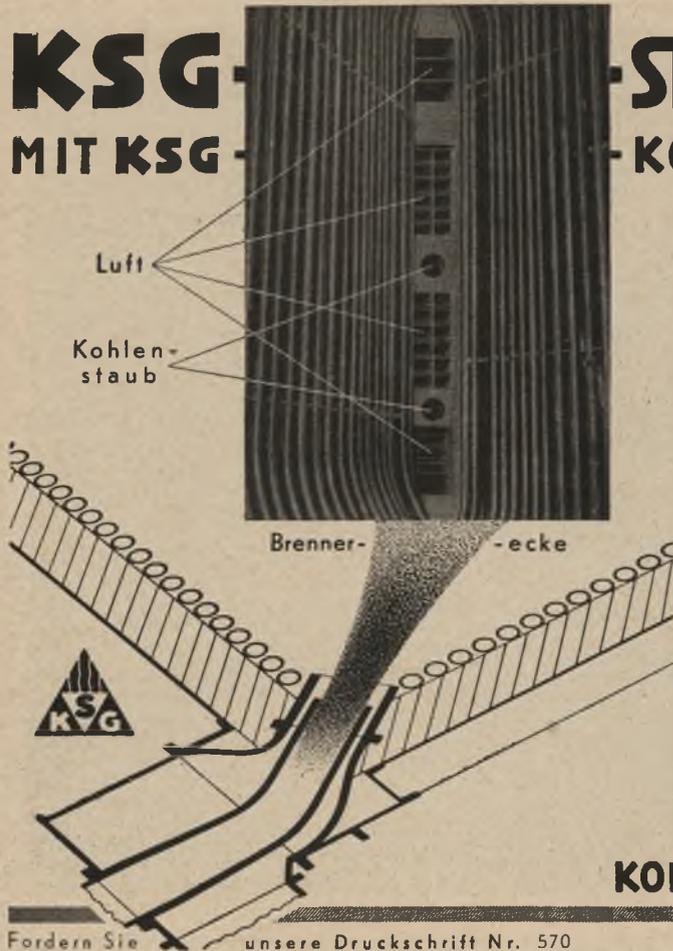
mit plangeschliffenen, gehärteten
Stahl-Lamellen · Lüftung durch
Spezialfederringe · Selbstsperrende
Betätigung · Geringe Einrückkraft

Stromag

SCHLOTMANN & CIE. MASCHINENFABRIK
DORTMUND TELEFON-ANRUF: NR. 27955

KSG
MIT **KSG**

STRAHLUNGSKESSEL KOHLENSTAUBFEUERUNG



KOHLENSCHIEDUNGS-GESELLSCHAFT

MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG

BERLIN

Fordern Sie unsere Druckschrift Nr. 570



DR. C. OTTO & COMP. GMBH. BOCHUM

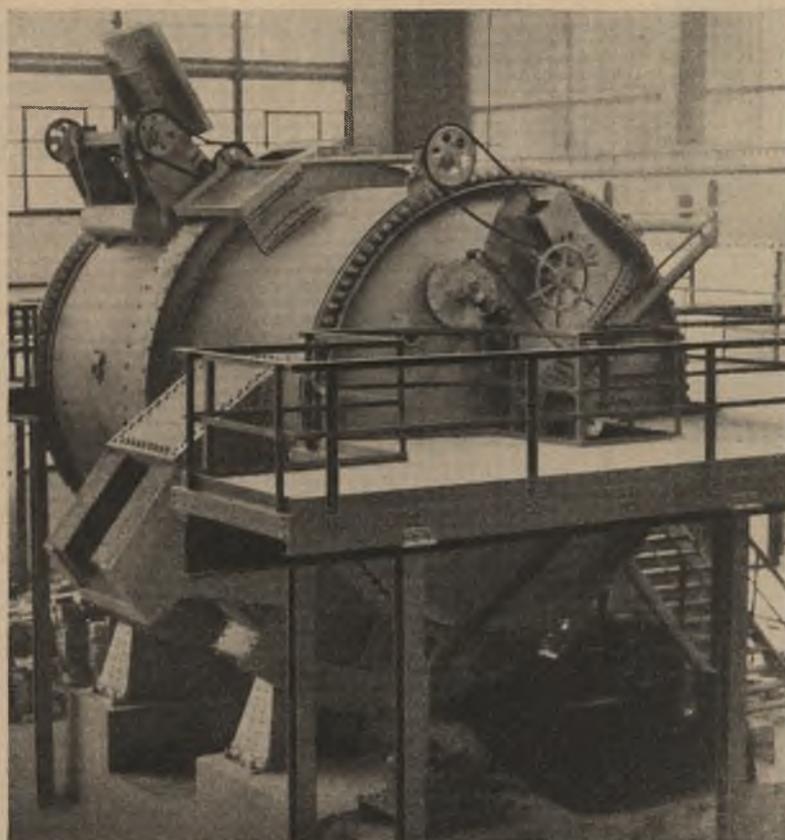
AUS UNSEREM ARBEITSGEBIET:

Bau von

KOKEREIEN

Kohlenwertstoffanlagen für Kokereien
und synthetische Treibstoffe, Spalt- und
Polymerisationsanlagen





HÜTTENWERKSBAU

Gesamtanlagen
Einzeleinrichtungen
für die Roheisen- und
Stahlerzeugung

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

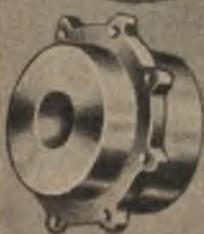
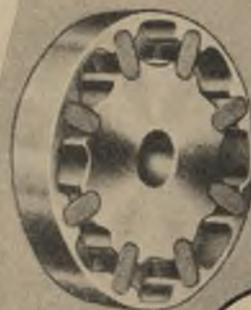
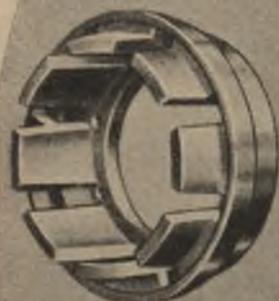
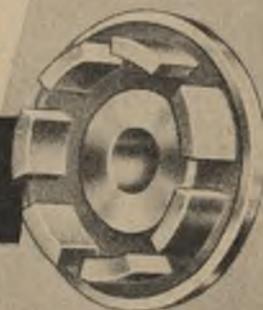
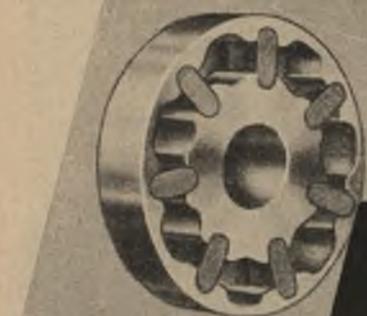
GHH

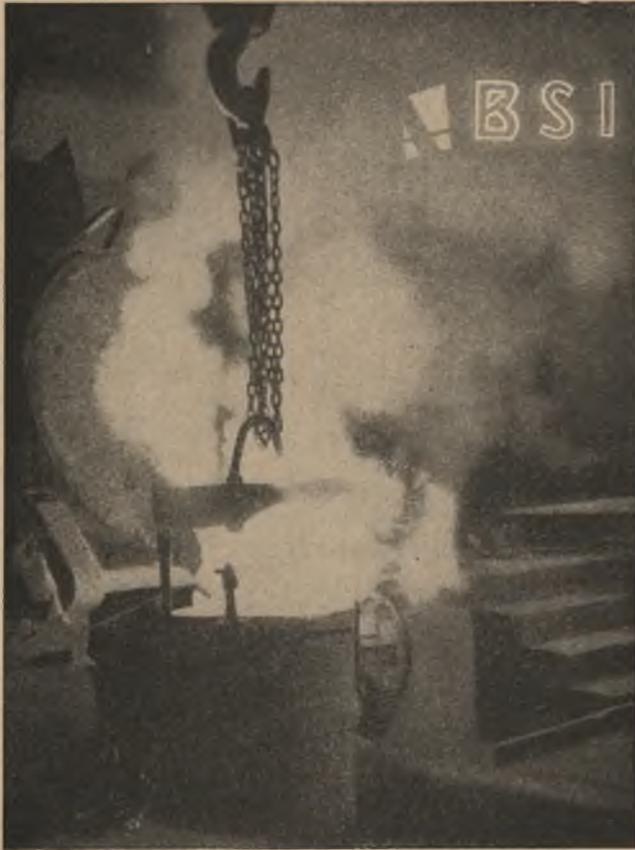
GUTEHOFFNUNGSHÜTTE
OBERHAUSEN - R.H.L.D.

Hadeflex- Kupplungen

Ein Begriff
für weiche Kraftübertragung

HEINRICH **Desch**
Eisengiesserei und Maschinenfabrik
für Triebwerksbau





Chromguß

hochhitzebeständig „Pyrodur“
hochsäurebeständig „HSB“
rostfrei „Spiegelguß“

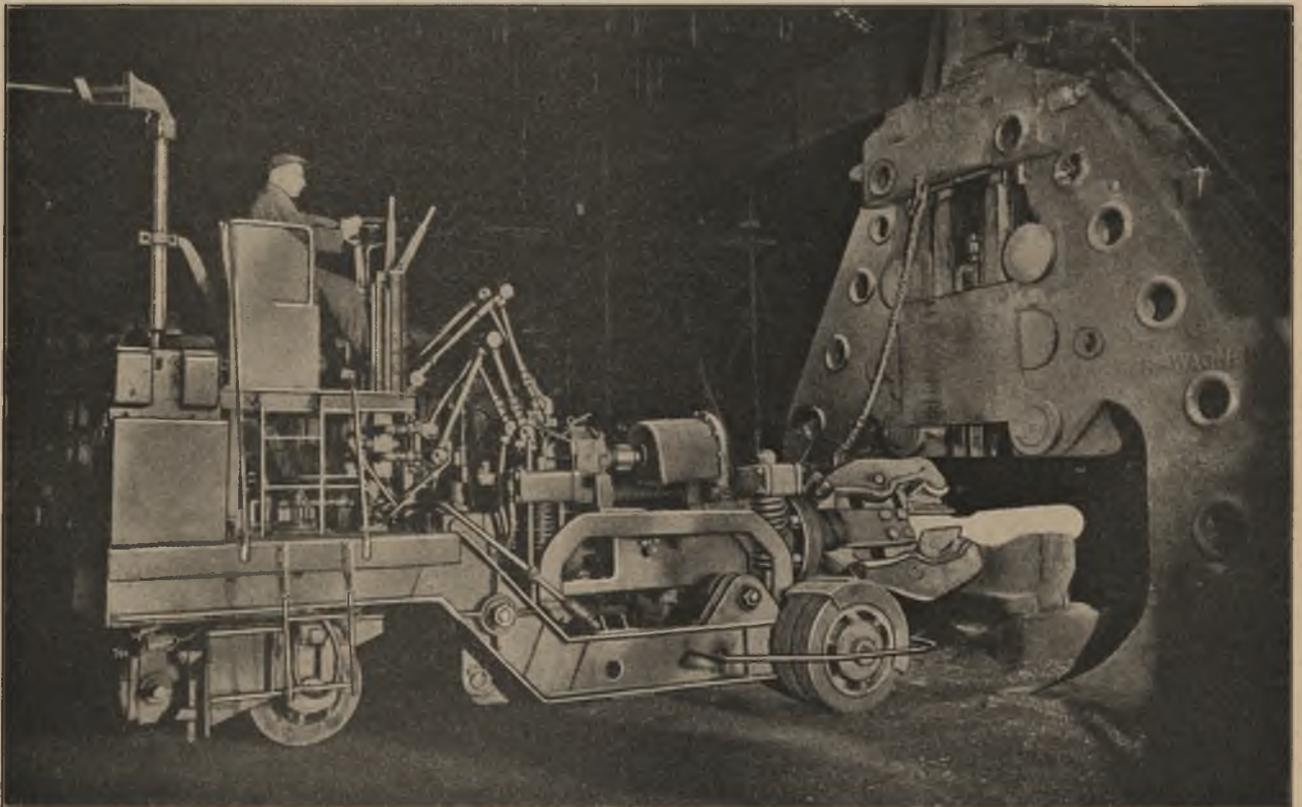
Elektro-Stahlguß

legiert und unlegiert

Temperguß

**BERGISCHE
STAHL-INDUSTRIE
REMSCHIED**

499



DDS-Schmiedemanipulator in einem Hammerwerk

e 716

DANGO & DIENENTHAL

Umschmelz-Aluminium »Antioxydal« für Stahldesoxydation



Blöcke • Granalien • Gieß



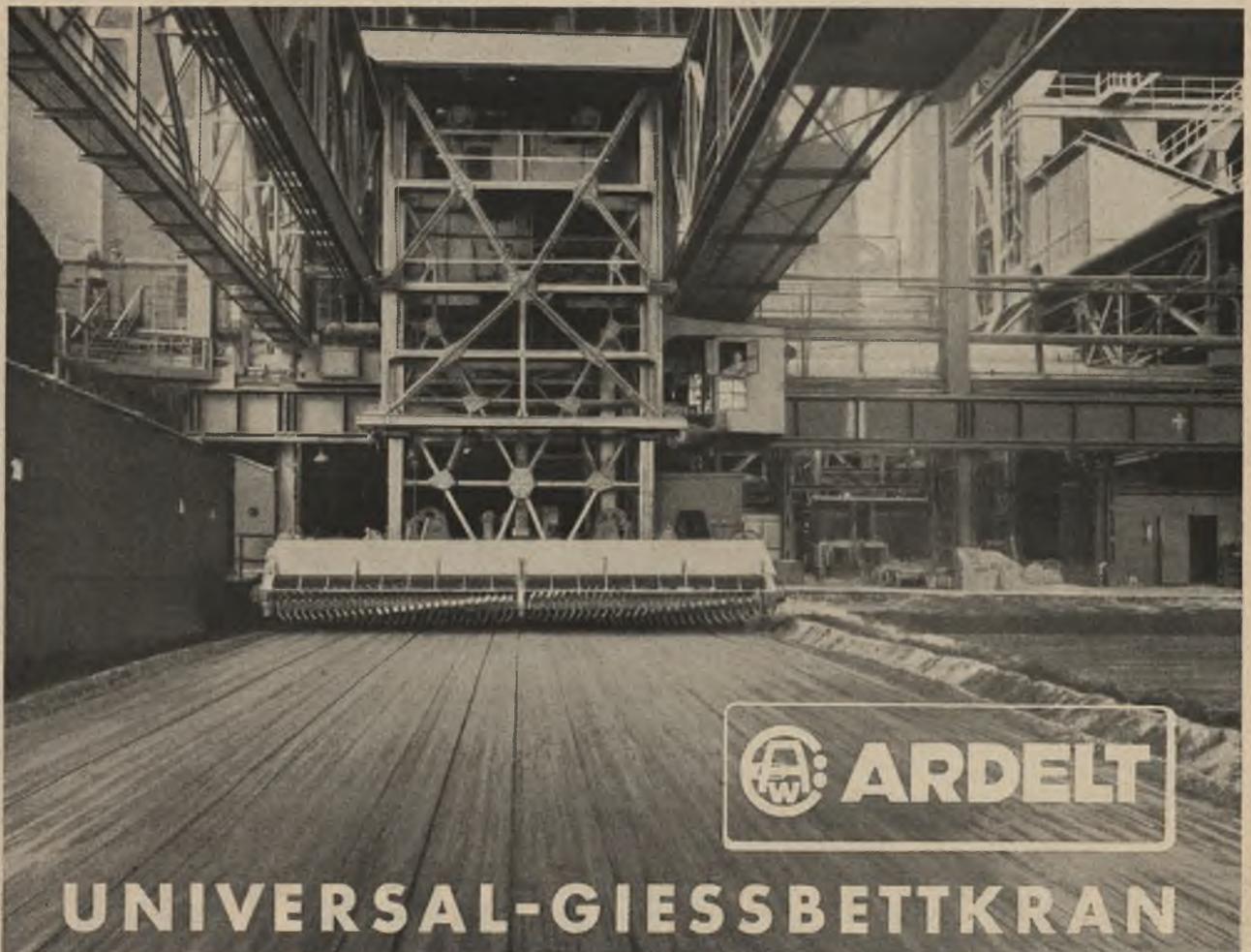
25jährige Erfahrung,
neuzeitliche Herstellungsverfahren,
vorbildliche metallkundlich-metallurgische Prüfung
verbürgen höchstwertige Werkstoffe

METALLWERK OLSBERG GmbH.

HAUPTVERWALTUNG ESSEN

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

767



 **ARDELET**

UNIVERSAL-GIESSBETTKRAN



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

baut für den Hüttenbetrieb:

Transport- und Verladeanlagen aller Art

Siloverschlüsse / Austragebänder

Kohlenmischanlagen

Kokskohlenwäschen

785

Werkzeugstähle

für den Motoren-
und Fahrzeugbau



**Remscheider Stahlwerk
GUST. & CARL JBACH
REMSCHIED**

PAPIERE ^{FÜR} TECHNIKER

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

SAFIR Pauspapier

Von solchen Zeichnungen dann Kopien auf

**SAFIR
Lichtpauspapier**

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

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

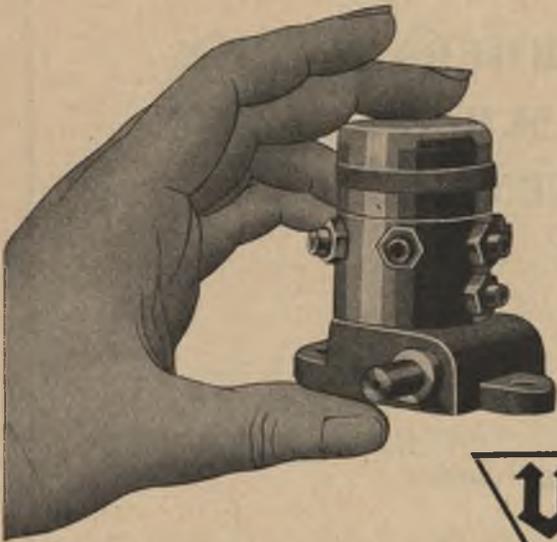


RENKER-BELIPA

BERLIN S036

GRÜNER KÖLN

JVO OEL-SCHMIERPUMPE BAUFORM „P“



der zuverlässige Kleinöler

JOSEPH VÖGELE A.G.
M A N N H E I M



MÜLLER-EDELSTAHL

gezogen
vergütet
kaltgewalzt

Stahlwerk Unna Müller & Co.
Unna-Westf.



TEXROPE
KEILRIEMEN
ANTRIEBE
Stets zuverlässig

TEXROPE
GESELLSCHAFT

HERMANN J. BETZ & CO. COM.-GES.

Berlin

KUPOLOFEN

mit und ohne Vorherd

Klein-Kupolöfen

für stündlich 300—1000 kg
Qualitäts-Eisenguß und Temperstahlguß

Tiegelöfen

für alle Metalle mit Koks- oder Ölfeuerung

Ölgefeuerte

Trommelöfen



A. H. Hammelrath K. G., Köln

CERESIT

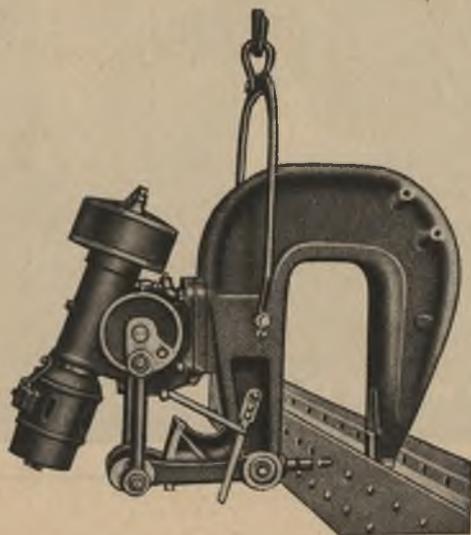
— Mörteldichtungsmittel —
gegen Wasserschäden und Feuchtigkeit
in Bauwerken aller Art

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



Thomas- und SM.-Stähle
für jeden Verwendungszweck

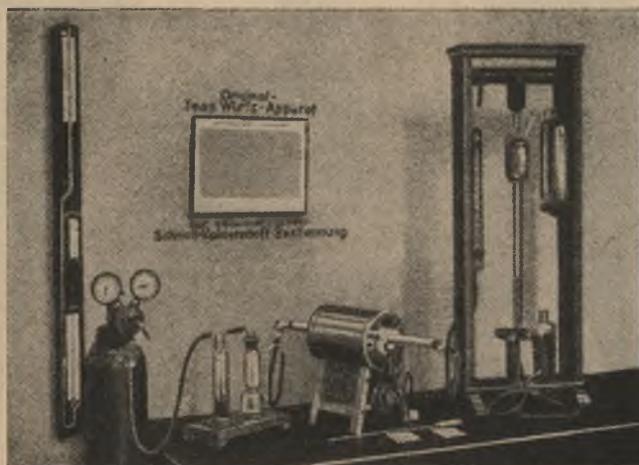
NEUNKIRCHER EISENWERK
AKTIENGESELLSCHAFT
VORMALS GEBRÜDER STUMM
NEUNKIRCHEN (SAAR).



Nietmaschinen

insbesondere mit
elektrischem Antrieb

LEIPZIGER MASCHINENBAU-GESELLSCHAFT
W. UHLAND & CO., LEIPZIG O 5



Einrichtung und Ergänzung
chemischer und metallografischer

LABORATORIEN JEAN WIRTZ

Spezialhaus für Laboriums-Einrichtungen
Düsseldorf

Generalvertretung der Optischen Werke C. Reichert

BBC

LICHTBOGENÖFEN
für Drehstromanschluß

Neue hydraulische Elektradregelung • Ausfahrbarer Schmelzkessel
oder wegfahrbarer Deckel • Korbbeschildung mit kürzester Beschildungszeit.



BROWN, BOVERI & CIE. A.-G.

BBC Z 150 275 u x



Elektro-
Vacuum-
BLANK-
Glühöfen

SCHOELLER WERK

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

Lithsolvent

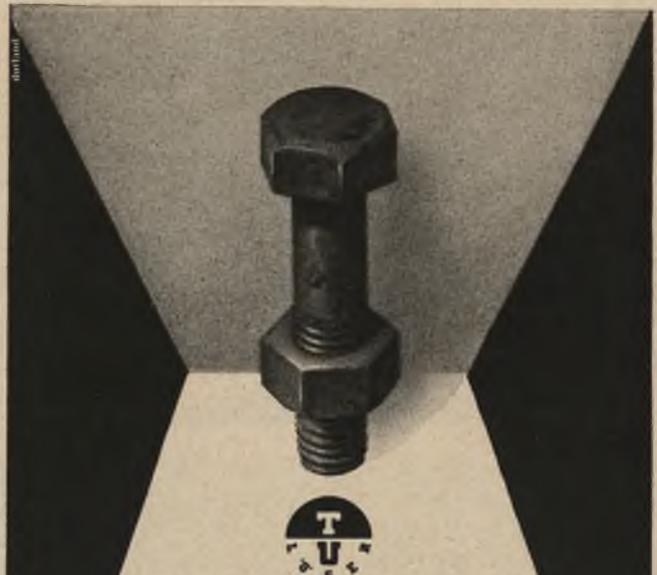
der hochwirksame Schutzstoff für die
Säurereinigung von Dampfkesseln,
Economisern, Rohrleitungen usw. von
Kessel- bzw. Wasserstein



Dr. Keller & Bohacek
Rostschutz-Gesellschaft
Halle a. d. Saale 10
Postfach 10

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

1388




bringt festgefressene
Teile wieder sofort in
Gang, lockert den Rost und
schützt vor weiterer Rostbildung

TEROSON-WERK
HEIDELBERG





reinigt zuverlässig
und werkstoffschonend

HENKEL & CIE. A-G · DUSSELDORF



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

880

Laboratoriumsapparate

für 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



SCHNELL UND
untrennbar

verwachsen unsere
feuerfesten Wesa-
Massen mit dem
Mauerwerk zu einem
festen Block.
Fordern Sie Prospekt.
★

Gottfr. Lichtenberg
Kommandit-Gesellschaft
Siegburg (Rhd.)
Fabrikation feuerfester
Spezialmassen.



Querschnitt
einer
gestampften
Wand.

MÜLLER

INDUSTRIEOFENBAU

MÜNCHEN

Bau, Einrichtung
und Inbetriebsetzung von
Stahl- und Tempergießereien

Spezialgebiet:

KLEIN-SIEMENS-MARTIN-ÖFEN

bis 15 Tonnen Fassung für
Spezial-Stahl- und Temperguß
kurzfristig lieferbar

Fachleute zur Inbetriebsetzung

Gegründet 1892

678

Dr. Vogel's Sparbeize

für Eisen und Stahl

Kostenlose Ingenieurberatung
in allen Beizfragen

Alleinverkauf:
Max Hoeck, Düsseldorf-Oberkassel

533

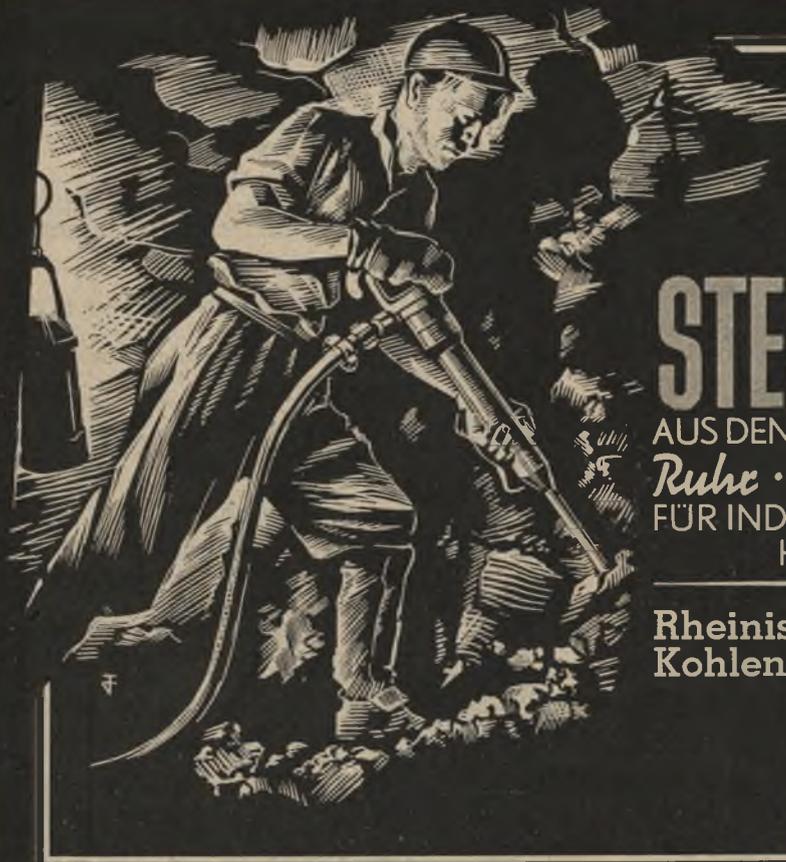
ROHRLEITUNGEN

geschweißt und genietet, für Wasser
Gas, Dampf und jeden Verwendungs-
zweck von 150 mm \varnothing aufwärts bis
zu 10 mm Blechstärke



Eisen- u. Metallwerke Ferndorf

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



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

Rheinisch-Westfälisches
Kohlen - Syndikat, Essen



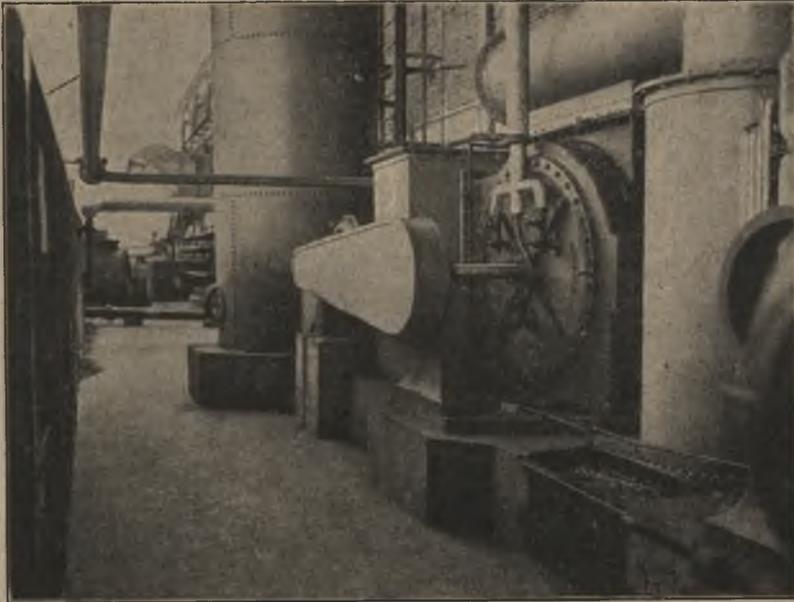
103

ERZ
KOHLE
EISEN
STAHL
EDELSTAHL

REICHSWERKE AKTIENGESELLSCHAFT
ALPINE MONTANBETRIEBE
HERMANN GÖRING

E. WIDEKIND & CO.

DÜSSELDORF



Anlagen zur Entteerung und
Reinigung aller Gasarten.

Kreiselwäscher

eigener bestbewährter Systeme.
Gewinnung von wasserarmem
Teer, auch ohne schmutziges Be-
triebswasser • Höchster Rein-
heitsgrad des Gases.

Phenolwasserbeseitigung

Hilger-Gaserzeuger

für alle Brennstoffe.

Füll- und Rührwerke

zur Leistungssteigerung, auch für
vorhandene Gaserzeuger.

Generatoren

mit Schwelschacht

Rosteinbauten • Explosionsven-
tile, Stochlochverschlüsse.

4979

PRESS- UND WALZWERK

AKTIENGESELLSCHAFT

DÜSSELDORF



**NAHTLOSE ROHRE UND HOHLKÖRPER
SCHMIEDESTÜCKE**

Gas-, Öl- und elektrisch beheizte
**Durferrit Salzbadöfen
und Industrieöfen**

für alle Zwecke der Glüh- und Härtetechnik

Ferner:

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

D E G U S S A

ABTEILUNG INDUSTRIEOFENBAU • FRANKFURT AM MAIN

**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