

P. 770/44

STRAßENVERKEHR  
VERKEHR  
VERKEHR

# STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE  
EISENHÜTTENWESEN



HEFT 25

22. JUNI

64. JAHRG.

---

VERLAG STAHEISEN M.B.H. DÜSSELDORF



# SÜDING STAHL



seit 1783



SCHNELLARBEITSSTÄHLE  
LEGIERTE U. UNLEGIERTE  
WERKZEUGSTÄHLE

GEZOGENE UND  
GESCHLIFFENE SPEZIAL-  
STÄHLE

EINBAUFERTIGE  
SCHERENMESSER

DREHSTÄHLE · DREHLINGE

HEIZ- U. WIDERSTANDS-  
DRÄHTE UND · BÄNDER

MAGNETE

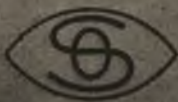
**EDELSTAHLWERKE**

# J.C. SÜDING & HALBACH

**HAGEN-WESTF.**



**Vergüteeanlage mit vollautomat. Durchlauf «Schrittmachersystem»**



Vergüteeofen mit selbsttätiger Material-Auf- und -Ausgabe, mit selbst-  
gebaurem Öl- oder Wasserbad mit Tauch- und Schwanzverrichtung  
sowie Höhenförderer mit Aufgabevorrichtung zum Anheben. Die Anlage aus-  
schließlich automatischer Temperatur- und Gemisch-Regelung sowie  
elektrischer Schalterichtung mit Leuchtbild und Störungsanzeige.

# Stahl & Droste Industrie-Ofenbau Düsseldorf

Rufnummer 60904 · Schließfach 746 · Drahtwort: Stahlöfen



# BEZUGSQUELLEN - NACHWEIS

## Sachverzeichnis zum Anzeigenteil

Abdeckmassen . . . . . 14, 22	Gesenkschmiede- u. Kalibrierpresse . . . . . 4	Nichtrostende Stähle . . . . . 12	Schwingungs- prüfmaschinen . . . . . 26
Anlaßöfen . . . . . 6	Gießpfannen . . . . . 18	Neutralisations-, Absauge- u. Absorptionsanlagen 28	Silberstahl . . . . . 12
Aufbereitungsanlagen (Erz, Kohle usw.) . . . . . 8	Gießwagen . . . . . 18	Normalglühöfen . . . . . 6	Silikasteine . . . . . 12
Ausfugmassen . . . . . 27	Glühöfen . . . . . 5, 6, 24	Oelbrenner . . . . . 5, 27	Siloverschlüsse . . . . . 8
Austragebänder . . . . . 8	Güterwagen . . . . . 1	Oel- und Benzinglefäße . . . . . 24	Spills . . . . . 26
Automatenstahl . . . . . 11, 12	Härteöfen . . . . . 6	Pendelschlagwerke . . . . . 26	Stabeisen . . . . . 1
Bagger . . . . . 2	Härteprüfmaschinen . . . . . 26	Personenwagen . . . . . 1	Stahl U. 2, 3, 7, 8, 11, 12, 15
Bandeisen und -stahl . . . . . 1, 12	Hartmetalle . . . . . 20	Pfannenmauermasse . . . . . 4, 14	Stahlbauwerke . . . . . 2
Behälter und Apparate für die chem. Industrie 25	Hartverchromungs- anlagen . . . . . 25	Photogr. Wiedergabe- u. Umzeichnungsgeräte 25	Stahldraht . . . . . 12
Beizanlagen, Beiz- maschinen, Ausrüstung 28	Heizungs- und Lüftungs- anlagen . . . . . 26	Pressen . . . . . 4, 16	Stahlguß . . . . . 10, 20
Bergwerksanlagen und -maschinen . . . . . 2	Hohlkörper, Stahl . . . . . 6	Prüfmaschinen und -geräte . . . . . 24, 26	Stahlrohre . . . . . 7
Blankglühöfen . . . . . 6	Hubbalkenherdöfen . . . . . 5	Rangieranlagen . . . . . 26	Stahlwerksöfen . . . . . 5
Bleistifte . . . . . 21, 24	Hütten-Nebenprodukte . . . . . 11	Reinigungsmittel . . . . . 27	Stampf- u. Flickmasse, feuerfeste . . . . . 14
Blocktransportwagen . . . . . 5	Hüttenwerksanlagen und -einrichtungen . . . . . 2	Rekuperatoren . . . . . 26	Steinkohle . . . . . 3, 10
Bohrmaschinen . . . . . 26	Hydraulische Pressen 4, 16	Röhrenerzeugnisse . . . . . 11	Stoßmaschinen . . . . . 13
Chemikalien . . . . . 15	Induktionsöfen . . . . . 23	Roheisen . . . . . 3, 8	Stoßöfen . . . . . 6
Dauerstand- prüfmaschinen . . . . . 26	Industrieöfen . . . . . U. 2, 5, 6, 9, 11, 14, 23, 24, U. 3	Rohrleitungen . . . . . 7, 27	Straßenbahnwagen . . . . . 1
Desintegratoren . . . . . 22	Keram-chem. Ausklei- dungen . . . . . 28	Rollöfen . . . . . 5	Streudüse . . . . . 14
Draht . . . . . 1, 12	Kesselrohrreiniger . . . . . 23	Sägen . . . . . 16	Tanks- u. Behälterbau . . . . . 24
Drahtzüge . . . . . 22	Kohlenstaubbrenner . . . . . 5	Salzbadöfen . . . . . 6	Technische Übersetzungen . . . . . 23
Drehlinge . . . . . U. 2	Kohlenwaschen . . . . . 8	Säurefeste Auskleidungen 28	Tieföfen . . . . . 6
Drehscheiben . . . . . 26	Kohlenwertstoff- anlagen . . . . . U. 4	Säurefeste Lager- u. Arbeitsbehälter . . . . . 28	Transportanlagen . . . . . 2, 8
Durchlauföfen . . . . . 6	Kokereianlagen und -maschinen . . . . . U. 4	Schachteinbauten . . . . . 2	Tunnelöfen . . . . . 11
Edelstähle . . . . . U. 2, 7, 12, 15, 19, 20	Kokillenanstiche . . . . . 14, 22	Schachtöfen . . . . . 6	Umsteuerungen für Regenerativöfen . . . . . 28
Einrichtungen für Hütten- und Industrieofenbau . . . . . 23	Kokillensack . . . . . 14, 22	Schamottesteine . . . . . 12	Ventile . . . . . 27
Eisen- und Metallguß . . . . . 1	Kokillenspritzeinrichtung 4	Scheren . . . . . 16	Vergüteöfen . . . . . U. 2, 6, 24
Elektrische Lokomotiven 26	Krane . . . . . U. 3	Scherenmesser . . . . . U. 2	Verladeanlagen . . . . . 8
Elektrische Maschinen und Apparate . . . . . 23	Laboratoriumsgeräte und -einrichtungen . . . . . 25	Schiebeebühnen (Eisenbahn) . . . . . 26	Verzinnungs- u. Verzinkungsöfen . . . . . 9
Elektroden . . . . . 3, 19, 21	Laufkrane . . . . . U. 3	Schieberumsteuerungen . . . . . 28	Wabensteine . . . . . 12
Elektromagnetische Ausspannapparate . . . . . 20	Legierte Stähle . . . . . U. 2, 7, 14, 15, 19	Schleifscheibenabrichter 21	Walzerzeugnisse . . . . . 11
Elektroöfen . . . . . 9, 14, 23	Lichtbogenöfen . . . . . 9	Schleif- und Polier- maschinen . . . . . 23	Walzwerksanlagen und -einrichtungen . . . . . 13
Ferngasversorgung und -verwendung . . . . . 18	Lokomotiven (alle Bauarten) . . . . . 26, 27	Schmelzöfen . . . . . 14, 23	Walzwerksöfen . . . . . 5, 6, 24
Ferrolegierungen . . . . . 10, 19	Lunker- verhütungsmittel 4, 14, 22	Schmiedemaschinen . . . . . 21	Wärmeaustauscher . . . . . 26
Feuerfeste Erzeugnisse . . . . . 4, 12, 14, 22, 27	Magnete . . . . . U. 2, 20	Schmiedeöfen . . . . . 5, 6, 24	Werkzeuge . . . . . 13, 20
Fördereinrichtungen und -geräte . . . . . 2	Meßgeräte . . . . . 17	Schmiedestücke . . . . . 6, 19	Werkzeugmaschinen 13, 26, U. 4
Freiform-Schmiedestücke 27	Metalle und Legierungen . . . . . 10, 19	Schnellarbeitsstähle, Schnellstähle, Schnell- drehstähle . . . . . U. 2, 12	Werkzeugstähle . . . . . U. 2, 7
Gasbrenner . . . . . 5, 27	Mischmaschinen und -anlagen . . . . . 8	Schrittmacheröfen . . . . . U. 2	Widerstandsmaterial U. 2, 12
Gasreinigungsanlagen . . . . . 22	Mörtel, feuerfeste . . . . . 4	Schüttelsiebe . . . . . 26	Zahnradgetriebe . . . . . 17
Gelbbrennanlagen . . . . . 28	Nahtlose Rohre . . . . . 6	Schutzsalben . . . . . 22	Zeichenstifte . . . . . 21, 24
		Schweißdraht und Elektroden . . . . . 3, 19	Zerkleinerungsmaschinen 2
		Schweißmaschinen, elektrische . . . . . 21, 27	Zerreißmaschinen . . . . . 26
			Ziegeleimaschinen . . . . . 2
			Ziehbanke, Ziehmaschinen . . . . . 22

## AKTIENGESELLSCHAFT DER DILLINGER HÜTTENWERKE

Hauptverwaltung: DILLINGEN/SAAR

Gegründet 1685

*Hochöfen • Stahlwerke • Walzwerke*

ZWEIGWERKE FÜR:

*Bandeisen / Stabeisen / Draht aller Art / Eisen- und Metallguß  
Personenwagen / Güterwagen / Straßenbahnwagen*



# W E S E R H Ü T T E

**Universalbagger  
Zerkleinerungsmaschinen  
Ziegeleimaschinen  
Groß-Transportanlagen**

**WESERHÜTTE OTTO WOLFF G.M.B.H.**

**BÜRO BERLIN**

Berlin - Wilmersdorf, Pfalzburger Straße 17



## **BERGWERKSANLAGEN**

Stahlbauwerke Schachteinbauten Grubenausbau Förder-  
einrichtungen über- und untertage  
Bergwerksmaschinen

## **HÜTTENWERKSANLAGEN**

Planung und Bauausführung von  
Gesamtanlagen und Lieferung von  
Einzeleinrichtungen für die  
Roheisen- und Stahlerzeugung

**GHH**

GUTEHOFFNUNGSHÜTTE  
OBERHAUSEN-RHLD.







# WOHLE EISEN STAHL

**VEREINIGTE STAHLWERKE  
AKTIENGESELLSCHAFT**



## Phoenix- Union- SCHWEISSELEKTRODEN

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

**WESTFÄLISCHE UNION**  
AKTIENGESELLSCHAFT FÜR EISEN- UND DRAHTINDUSTRIE

Verkauf durch: „UNION“ Rheinisch-Westfälisches Drahtkontor GmbH





Gesunde Rohblöcke –  
Selbstkostensenkung

durch

# »KRÄCO« -ERZEUGNISSE

Lunterminderung bei Rohblöcken  
durch „Kräcotherm“

Gesunde Stahlgußstücke  
durch „Antilunk“

Keinen Pfannenbär  
durch „Antilunk P“

Glatte Haubenabziehen  
durch „Resisto“  
(Spezial-Haubenmörtel)

Minderung feuerfester Einschlüsse  
durch „Kräsurit“

Glatte Blockoberfläche  
durch Kokillenlack „Kräcol“

Idealmittel gegen Gasverluste  
„Aerodensit“

Koksofen-Spritzmasse

Kokillenspritzeinrichtung  
„Krupp-Kräco“  
patentiert im In- und Auslande

## KRÄMER & Co. DUISBURG

Silikamörtel

Spezial-Pfannenmauermasse

Koksofenmörtel

liefern laufend

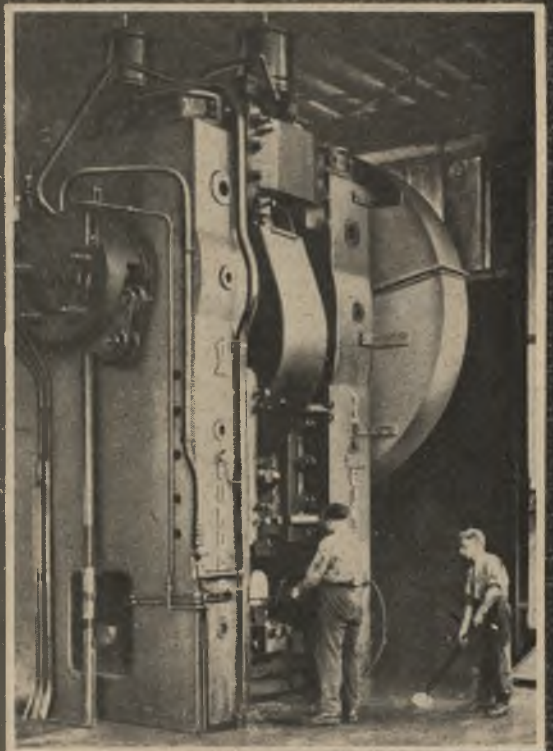
### RHEINISCHE SAND- UND TONWERKE KRÄMER & Co.

Anfragen erbeten an  
KRÄMER & Co., DUISBURG

517



EUMUCO AKTIENGESELLSCHAFT  
SEIT 1869 FÜR MASCHINENBAU



## EUMUCO-MAXIMA GESENKSCHMIEDE- U. KALIBRIERPRESSE



SEIT 1869

# EUMUCO

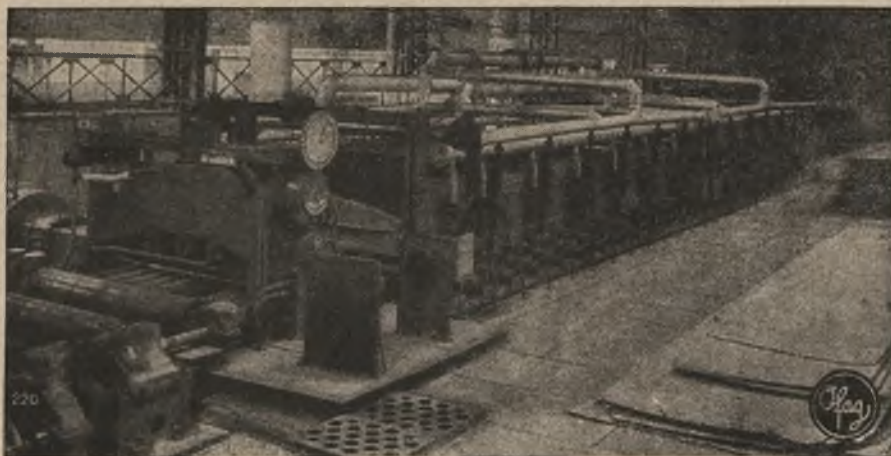
AKTIENGESELLSCHAFT  
FÜR MASCHINENBAU

ANFRAGEN SIND ZU RICHTEN AN:  
ZWEIGBÜRO EUMUCO BERLIN W 35 - KURFÜRSTENSTR. 54





# Industrieöfen



Rollenherdglühofen für Mittelbleche, Beheizung durch gereinigtes Generatorgas (Auslaufselte)

*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

545

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

BAU VON  
STAHLWERKEN  
UND  
HÜTTENWERKS-  
EINRICHTUNGEN



### BLOCKTRANSPORTWAGEN

mit elektrisch und von Hand verfahrbaren doppelwandigen Hauben

167

447

# BAMAG KÖLN

# MELISSANT KOM.-GES.



FÜR INDUSTRIEOFENBAU GASTECHNIK UND GASCHÉMIE

## DÜSSELDORF

Schließfach 10 075 · Ruf 3 59 82

Wir liefern für die

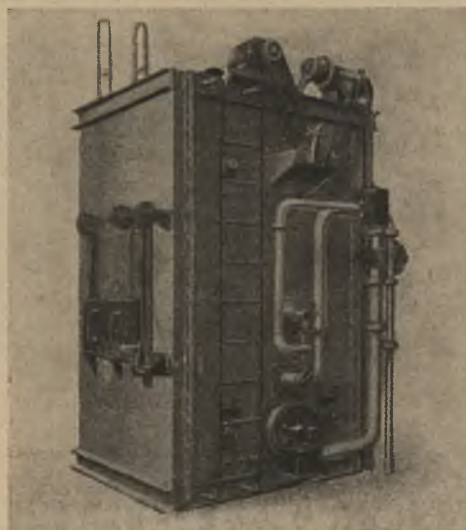
### Eisen- und Stahlindustrie

Wärm- und Glühöfen als Tieföfen,  
Stoßöfen, Schmiedeöfen, Vergüte- und  
Anlaßöfen, Normalisieröfen

Glüh-, Härte- und Anlaßöfen  
als Herd- und Durchlauföfen, Schacht-  
und Tropfglühöfen für Bänder und  
Drähte sowie Blankglühöfen

Metall-, Salz- und Ölbadöfen sowie  
Verzinnungs- und Verzinkungsöfen

Kontinuierliche Durchgangsöfen  
zum Wärmen, Glühen und Vergüten



Gasbeheizter Wärmofen für Massenteile mit Paternosterförderung

1783

# PRESS- UND WALZWERK

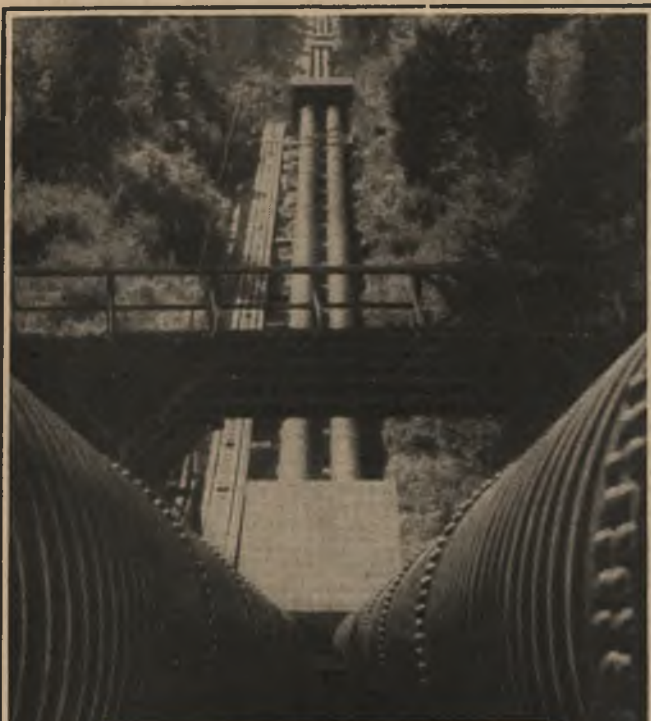
AKTIENGESELLSCHAFT

DÜSSELDORF



**NAHTLOSE ROHRE UND HOHLKÖRPER**  
**SCHMIEDESTÜCKE**





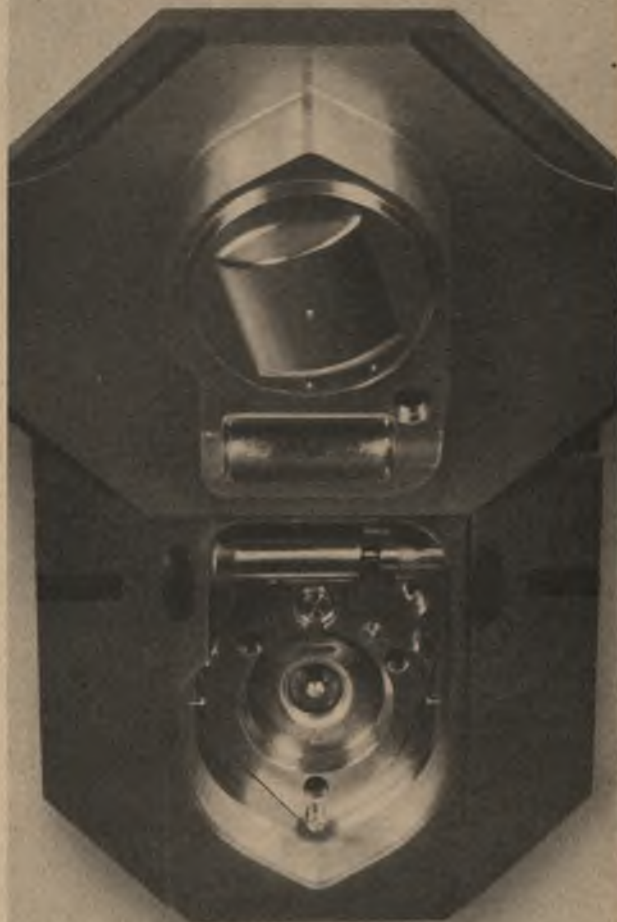
## Die Gewinnung elektrischer Energie aus Wasserkraft

hängt bei Hochdruckwasserkraftanlagen eng mit der Entwicklung des Stahlrohres zusammen. In der wirtschaftlichen Berechnung, Konstruktion und Ausführung der Druckrohrleitungen ist **MANNESMANN** eigene Wege gegangen, um bei geringstem Materialaufwand ein Höchstmaß an Sicherheit zu bieten.



AV2 595 G

Spritzgußform für ein Gehäuse  
aus einer Magnesiumlegierung



# DEW

## WERKZEUGSTÄHLE

für  
Spritzgußformen

DEUTSCHE EDELSTAHLWERKE  
AKTIENGESELLSCHAFT





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

baut für den Hüttenbetrieb:

**Transport- und Verladeanlagen aller Art**

**Siloverschlüsse / Austragebänder**

**Kohlenmischanlagen**

**Kokskohlenwäschen**

785



**HOESCH EXPORT GMBH  
DORTMUND**

**EISEN**

Auslandsverrefungen  
in allen Ländern

**STAHL**





  
**SIEMENS**

## 15-t-Lichtbogenöfen

Seit der Einführung der Elektroöfen hat die Eisen- und Metallhüttenindustrie eine außerordentliche Leistungssteigerung erzielt. Es entstanden elektrische Schmelz-, Raffinations- und Reduktionsöfen, die sich durch besondere metallurgische und betriebstechnische Vorzüge auszeichnen.

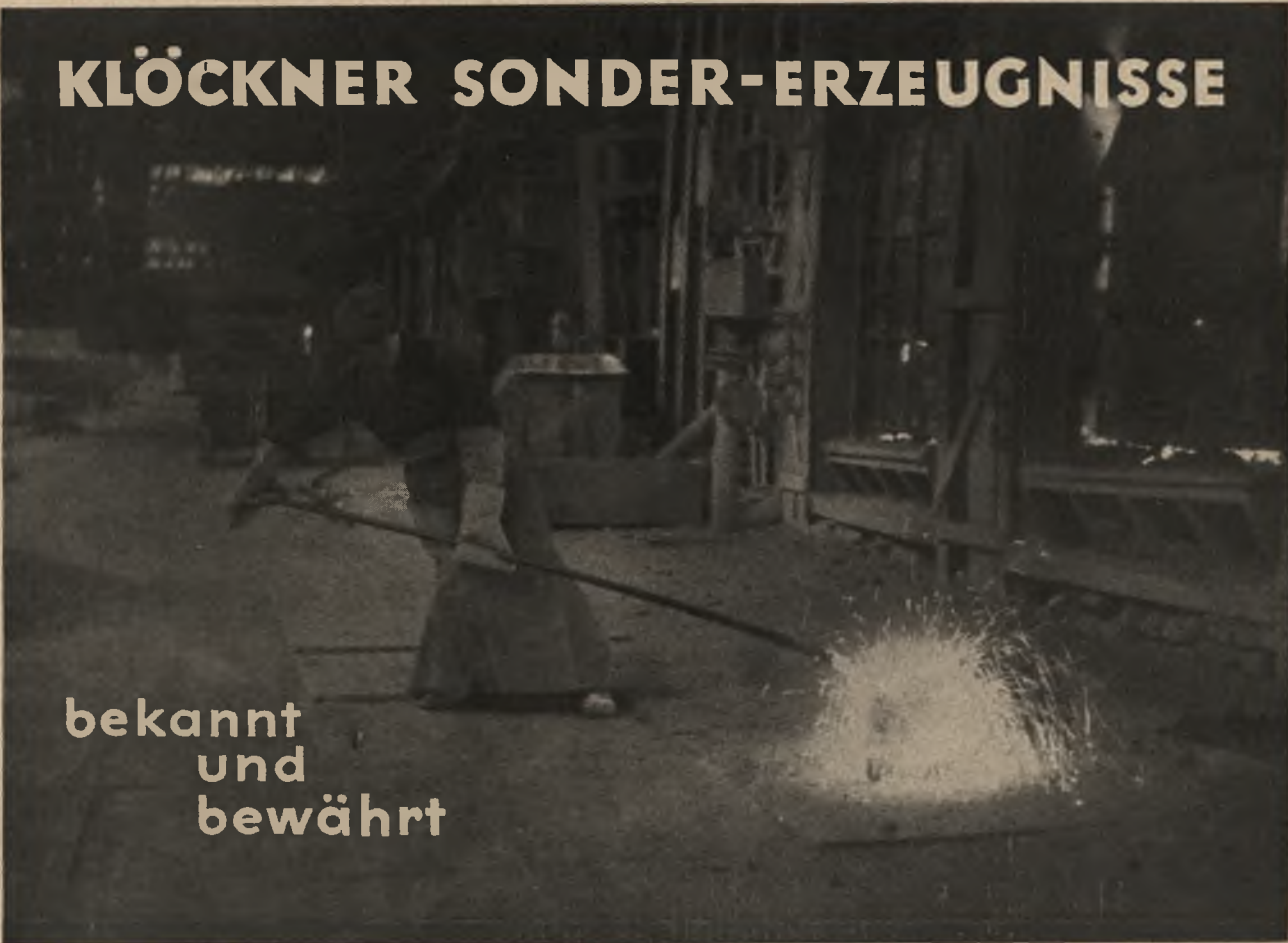
Der Siemens-Lichtbogenofen für Korbchargierung, mit drehbarer und ausfahrbarer Wanne, dient zur Erzeugung von Qualitätsstählen verschiedenster Art. Er wird in neun genormten Ausführungen von 0,6 bis 60 t Einsatz hergestellt.

EI. 1.08/2

SIEMENS & HALSKE AG · BERLIN

# KLÖCKNER SONDER-ERZEUGNISSE

bekannt  
und  
bewährt







**STEINKOHLE**  
AUS DEN BERGBAUGEBIETEN  
*Ruhr Aachen  
Saar Lothringen*

Rheinisch-Westfälisches  
Kohlen-Syndikat, Essen



114

# FERROLEGIERUNGEN STAHLVEREDELUNGSMETALLE

HERMANN C. STARCK AKTIENGESELLSCHAFT  
BERLIN W 9 • BELLEVUESTRASSE 13



# NEUNKIRCHER EISENWERK

AKTIENGESELLSCHAFT / VORMALS GEBRÜDER STUMM



## WALZERZEUGNISSE

In allen Thomas- und Siemens-Martin-Güten

## AUTOMATENSTÄHLE

gewalzt und blank gezogen

## RÖHREN UND

## RÖHRENERZEUGNISSE aller Art

nahtlos, autogen-, elektrisch- und feuergeschweißt

## HÜTTEN-NEBENPRODUKTE

681

The advertisement features a black and white photograph of a large industrial furnace. The furnace is a complex structure with multiple levels, pipes, and a large central opening. The text 'INDUSTRIE ÖFEN' is written in large, bold, sans-serif letters across the top of the image, with 'ALLER ART' written below it. At the bottom of the image, the name 'KARL AUGUST HEIMSOOTH' is written in large, bold, sans-serif letters, followed by 'INDUSTRIE-U. TUNNEL-OFENBAU' and 'HANNOVER' in smaller letters.

**INDUSTRIE ÖFEN**  
ALLER ART

**KARL AUGUST HEIMSOOTH**  
INDUSTRIE-U. TUNNEL-OFENBAU  
HANNOVER





## Lüngen-Wabensteine DRPe und Ausl.-Pe

für Regenerativöfen

in über 1000 Kammern eingebaut und immer wieder nachbestellt.

## Silikasteine

für die Eisen- und Stahl-, Berg- und Hütten-,  
keramische, chemische und Glas-Industrie

## Schamotte-Sondersteine

für heißgehende Dampfkesselfeuerungen, Kohlenstaub- und Öl-  
feuerungen, Metallschmelzöfen, Schachtöfen.

*Geb. Lingen* Kom. Ges.

Fabriken feuerfester und säurefester Erzeugnisse / Grubenbetriebe

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

560

# 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



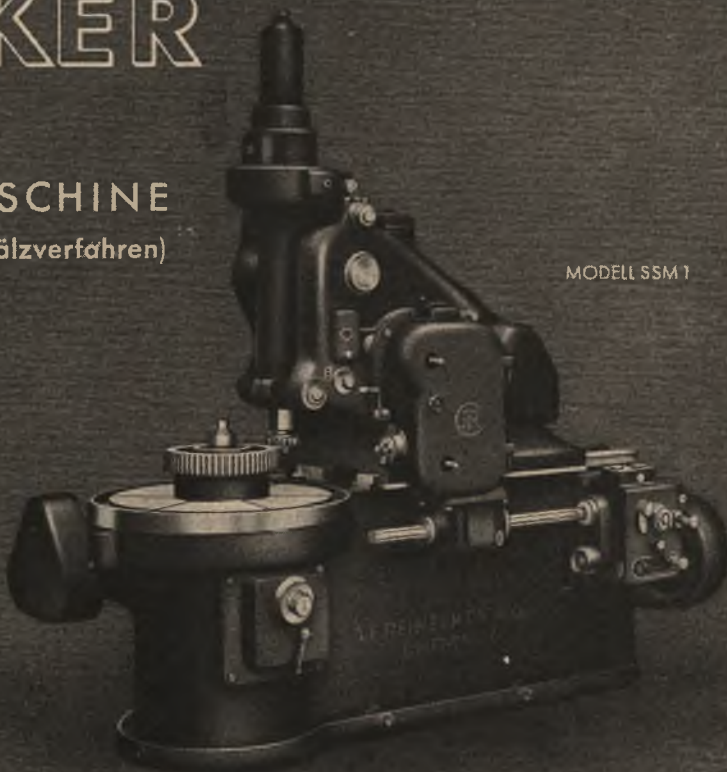
# REINECKER

## AUTOMATISCHE STIRNRAD-STOSSMASCHINE

für Außen- u. Innenverzahnungen (Wälzverfahren)

MODELL SSM 1

Größter Raddurchmesser . . . . . 900 mm  
Größter Modul . . . . . 8  
Höchstzulässige Stößelhubzahl i. d. Min. 208



**J.E. REINECKER AG. - WERKZEUG- u. WERKZEUGMASCHINENFABRIK - CHEMNITZ**

## 800er Triostraße zum Auswalzen von Trägern und Profilen in modernster Ausführung



# SIEMAG

BÜRO BERLIN W 9, BELLEVUESTRASSE 12a

A101



## Kokillenglasur

(feuerfeste Mörtel) zum Ausgießen und Ausfügen von Gespannplatten u. Einlauftrichtern usw.

## Ausstampfmasse

zum Ausstampfen von Gußhauben, Abstichrinnen usw.

## Pfannenflickmasse

und feuerfeste Ausschmiermasse zur Reparatur von Pfannen und Industrieöfen

## Lunkermittel

verschiedenster Zusammensetzung für Stahlblockguß und Stahlformguß  
Keine aufkohlende Wirkung!

## Kokillenlacke

in allen gewünschten Konsistenzen

## Streudüse DRP.

zum rationellen Zerstäuben aller Lacke

## Pfannenabdeckmasse

Wärmeschutz — Schlacke-Ersatz



# WILHELM SCHWARZ

Chemische Fabrik DÜSSELDORF

Fernsprecher 218 01

556



## GRAFITSTAB-SCHMELZOFEN

mit elektrischer Widerstandsheizung

Sichere und schnelle Erreichung hoher Temperaturen, neutrale Ofenatmosphäre und geringer Abbrand auch bei leicht oxydierenden Bestandteilen

## OTTO JUNKER · AACHEN

Fernschreiber: 03876

Der  
*Umschmelzofen*

für legierten und unlegierten Stahl, Grauguß, Bronzen  
Baugrößen 30 . . . 1000 kg



# SCHMIDT & CLEMENS

E D E L S T A H L W E R K E

HOCHFREQUENZSCHMELZE  
EDELSTAHLFORMGIESSEREI  
HAMMERWERKE / PRESSWERK  
BEARBEITUNGSWERKSTÄTTEN  
PRÄZISIONSZIEHEREI

M Ä R K E R - E D E L S T Ä H L E

439



# DEGUSSA

70 JAHRE Erzeugung und Verkauf, Forschung und Beratung begründen den Weltruf unserer Chemikalien und Edelmetalle, unserer zahlreichen Sondererzeugnisse und der von uns entwickelten Arbeitsmethoden

DEUTSCHE GOLD- UND SILBER-SCHEIDANSTALT VORMALS ROESSLER, FRANKFURT (MAIN)





# W

ir bauen in Anpassung an die jeweiligen Betriebsverhältnisse alle Hilfsmaschinen für Walzwerke, wie

**Scheren, Sägen, Haspel, Richtmaschinen, Blechdoppler, Blechauftreibmaschinen, Vorstöße u. dergl.**

Die zweckmäßige Durchbildung dieser Maschinen und ihre sinnvolle Einführung in den Walzwerksbetrieb tragen erheblich dazu bei, die Leistung des Walzwerkes zu steigern und die Güte der Erzeugnisse zu verbessern.

# DEMAG

REINHYDRAULISCHE UND  
ELEKTROHYDRAULISCHE  
**PRESSEN**  
FÜR ALLE LEISTUNGEN



# 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 25

22. Juni 1944

64. Jahrgang

	Seite		Seite
Zum 125. Geburtstag von August Wöhler	397	messungen von Flugmotoren-Kolbenringen. — Kennzeichnung der mechanischen Eigenschaften von Metallen.	
Entkohlungsgeschwindigkeit und Sauerstoffgehalt des Stahles im basischen Siemens-Martin-Ofen. Von Hans-Joachim Krabiell	399	Patentbericht	408
Umschau	404	Wirtschaftliche Rundschau	410
Das Verhütten geringhaltiger Chromerze im Elektroofen. — Dauererschlagfestigkeit von Grauguß und Stahlguß bei Querschnittsab-		Buchbesprechungen	411
		Vereinsnachrichten	412

### Zum 125. Geburtstag von August Wöhler

Im Juni 1944 jährt sich zum 126. Male der Geburtstag von August Wöhler. Wöhlers Untersuchungen auf dem Gebiete der Dauerfestigkeit sind für die Werkstoffkunde und für die gesamte Technik von ganz grundlegender Bedeutung gewesen; sein Lebenslauf und seine Arbeiten seien deshalb hier nochmals ins Gedächtnis zurückgerufen.

A. Wöhler wurde am 22. Juni 1819 in Soltau, einem kleinen Städtchen in der Lüneburger Heide, geboren. Nach Beendigung des Studiums in Hannover fand Wöhler seine erste Anstellung bei A. Borsig in Berlin. 1843 trat er zunächst als Lokomotivführer, dann als Maschinenmeister in den Hannoverschen Staatsdienst. Von 1847 bis 1869 war er Obermaschinenmeister bei der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn, deren Verwaltung im Jahre 1854 durch den preußischen Staat übernommen wurde. 1869 wurde Wöhler die Leitung der Norddeutschen Fabrik für Eisenbahn-Betriebsmaterial übertragen. 1874 wurde er zum Kaiserlichen Eisenbahndirektor und Mitglied der Generaldirektion der Eisenbahnen in Elsaß-Lothringen ernannt. 1889 schied er nach Vollendung des 70. Lebensjahres aus dem Staatsdienst und lebte noch 25 Jahre in Hannover, wo er am 21. März 1914 starb.

Der vorstehende Lebenslauf läßt erkennen, wie eng Wöhlers Lebensweg mit der Entwicklung des Eisenbahnwesens in Deutschland verbunden war. Hier traten die Aufgaben an ihn heran, durch deren Lösung er die Grundlage für die neuzeitliche Festigkeitslehre schuf. Die häufigen Brüche, die besonders an Eisenbahnachsen trotz scheinbar einwandfreier Bemessung nach der auftretenden Höchstlast und der statischen Festigkeit beobachtet wurden, veranlaßten Wöhler, um das Jahr 1854 in seiner Stellung als Königlicher Obermaschinenmeister Vorschläge zur Bestimmung der Widerstandsfähigkeit von Eisen und Stahl unter ruhender und wechselnder Belastung zu machen. Auf Grund dieser Vorschläge wurde er alsdann vom Preußischen Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten mit der Durchführung entsprechender Versuche beauftragt, die in den Jahren 1858 bis 1869 in den Eisenbahnwerkstätten in Frankfurt a. d. Oder unter seiner Leitung abgewickelt wurden.

Ueber die von ihm geschaffenen Versuchseinrichtungen und über die Ergebnisse seiner Dauerversuche wurde in der „Zeitschrift für Bauwesen“ in den Jahren 1860 bis 1870 berichtet<sup>1)</sup>.



Ziel der Untersuchungen war nicht nur die Schaffung gesicherter Konstruktionsunterlagen für dauerbeanspruchte Bauteile, sondern auch die Klärung der Wirkung der verschiedenen Belastungsarten. Entsprechend wurden von Wöhler neben den Prüfmaschinen zum Zerreißen von Stäben bei ruhender und wiederholter Belastung Versuchseinrichtungen sowohl für wiederholte einseitige Biegung prismatischer Stäbe als auch für wiederholte Biegung umlaufender Stäbe als auch für ruhende und wechselnde Verdrehbeanspruchung geschaffen. Von besonderer Bedeutung war es, daß die Dauerprüfeinrichtungen die gleichzeitige Untersuchung mehrerer Stäbe gestatteten, und zwar konnten gleichzeitig vier Dauerzugversuche und je sechs Dauerbiegeversuche bei einseitiger oder umlaufender Biegung gefahren werden. Es gelang Wöhler, in zwölfjähriger Versuchstätigkeit ein wirklich umfassendes Versuchsprogramm abzuwickeln und dabei trotz der verhältnismäßig geringen Umlaufgeschwindigkeiten mit etwa 40 bis 60 Hüben in der Minute bei einzelnen Versuchsstäben mehr als 100 Millionen Lastwechsel aufzubringen.

Die große Leistungsfähigkeit der Prüfeinrichtungen gestatteten es Wöhler, auch erstmalig die Dauerprüfung gleichzeitig mit mehreren verschiedenen hoch belasteten Versuchsstäben durchzuführen und so die Abhängigkeit der bis zum Bruch ertragenen Lastwechselzahl von der Höhe der Schwingungsbelastung zu erforschen. Wöhler selbst hat die Ergebnisse seiner Versuche in Tabellenform dargestellt, wobei für die verschiedenen Versuche jeder Reihe die aufgebrauchte Spannung und die Zahl der Umdrehungen bis zum Bruch angegeben wurden. Die Darstellung der Ergebnisse einer „Wöhler-Reihe“ in Kurvenform wurde von L. Spangenberg eingeführt, der auf Veranlassung von Wöhler ebenfalls im Auftrage des Preußischen Handelsministers in den Jahren 1872 und 1873 einen Teil der Wöhlerschen Versuche wiederholte<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> 10 (1860) S. 583; 13 (1863) S. 234; 16 (1866) S. 67; 20 (1870) S. 73/106.

<sup>2)</sup> Spangenberg, L.: Ueber das Verhalten der Metalle bei wiederholten Anstrengungen (Fortsetzung der Wöhlerschen Festigkeitsversuche). Berlin: Verlag Ernst u. Korn, 1875. Auf S. 6 berichtet Spangenberg: „Um mir die Sache klar zu machen, stellte ich diese Tabelle der Art dar, daß ich die Belastungszahlen als Abszissen, die Umdrehungszahlen bis zum Bruch als Ordinaten eines Profils auftrug.“



In der 1870 erschienenen zusammenfassenden Darstellung seiner Festigkeitsversuche berichtet Wöhler über 80 Dauerversuche an umlaufenden auf Biegung beanspruchten Stäben aus drei Stählen verschiedener Festigkeit und aus Stangenkupfer. Es wurden dabei mit jedem Werkstoff Wöhler-Reihen mit 4 bis 9 Belastungen gefahren. Die Prüfung erfolgte sowohl mit Versuchsstäben, bei denen der verstärkte Einspannquerschnitt mit einer großen Hohlkehle auf den Prüfquerschnitt abgesetzt war, als auch mit scharf abgesetzten Stäben, so daß auch der Formeinfluß zu erkennen war. Mit Stäben, die innerhalb fest bestimmter Grenzen pulsierend nach einer Richtung gebogen wurden, wurde neben den oben genannten Werkstoffen ein Guß-Federstahl besonders eingehend im gehärteten und ungehärteten Zustand geprüft und dabei zahlreiche Wöhler-Reihen bei einer von 0 bis zu verschiedenen Höchstwerten wechselnden Belastung sowie auch bei bestimmten oberen Lastgrenzen und veränderten unteren Lastgrenzen gefahren. Zug-Dauerversuche wurden mit vier Werkstoffen an Stäben mit schlanker Hohlkehle einmal bei Ursprungsbeanspruchung wie auch mit wechselnder unterer Grenzspannung durchgeführt. Außerdem wurden scharf abgesetzte Stäbe bei Ursprungsbeanspruchung geprüft. Drehschwingungsversuche wurden nur in beschränktem Umfang durchgeführt. Insgesamt umfaßt der Bericht die Ergebnisse von rd. 200 Schwingungsversuchen. Außerdem wurde die Zugfestigkeit sämtlicher geprüfter Werkstoffe ermittelt.

Wöhler hat die Erkenntnisse, die er aus den Schwingungsversuchen gewonnen hat, wie folgt zusammengefaßt:

„Der Bruch des Materials läßt sich auch durch vielfach wiederholte Schwingungen, von denen keine die absolute Bruchgrenze erreicht, herbeiführen. Die Differenzen der Spannungen, welche die Schwingungen eingrenzen, sind dabei für die Zerstörung des Zusammenhanges maßgebend. — Die absolute Größe der Grenzspannungen ist nur insoweit von Einfluß, als mit wechselnder Spannung die Differenzen, welche den Bruch herbeiführen, sich verringern.“

Da bei den Biege- und Zugschwingungsversuchen der Bruch nahezu bei den gleichen Schwingungsaus schlägen auftrat, während bei den Verdreh schwingungsversuchen die Schwingungsfestigkeit in Uebereinstimmung mit der Dehnungshypothese zu etwa 30 % der Biegeschwingungsfestigkeit ermittelt wurde, glaubte Wöhler, weiterhin als Ergebnis seiner Versuche feststellen zu dürfen,

„daß es völlig genügt, wenn direkte Versuche nur mit einer Art der Festigkeiten angestellt werden und man daraus die entsprechenden Werte für die übrigen Arten von Festigkeit durch Rechnung herleitet“.

Für die Festigkeitsrechnung folgert Wöhler aus seinen Versuchen, daß nicht für alle Konstruktionen dieselben Sicherheitskoeffizienten passen:

„Es sind in jedem Falle zwei Koeffizienten nötig: einer, der das Verhältnis zur absoluten Bruchgrenze regelt, der andere für das Verhältnis zu derjenigen Schwingung, deren vielfache Wiederholung ebenfalls den Bruch herbeiführt. Für Konstruktionen von unbegrenzter Dauer wird in Anbetracht, daß schon die einmalige Erreichung der absoluten Bruchgrenze die sofortige Zerstörung zur Folge hat, der Sicherheitsgrad gegen diese Bruchgrenze so groß zu nehmen sein, daß jede vorauszusetzende Ungleichmäßigkeit des Materials dadurch kompensiert ist. Dies muß der Fall sein,

wenn man auf die Hälfte der gewöhnlichen Bruchgrenze zurückgeht, also den Koeffizienten 2 ein führt . . . . .

Als Sicherheitskoeffizient der Schwingung, bei welcher selbst wiederholte Ueberschreitungen der Sicherheitsgrenze noch keine unmittelbare Gefahr bringt, ist 2 unter allen Umständen ausreichend und kann in vielen Fällen noch verringert werden.“

Die Wöhlerschen Versuche haben bei seinen Fachgenossen starken Anklang gefunden. Wie bereits erwähnt, wurden die Versuche zu einem Teil von L. Spangenberg in der Mechanisch-Technischen Versuchsanstalt der Gewerbeakademie Berlin wiederholt. Die Versuche wurden dann von A. Martens<sup>3)</sup> weitergeführt, ohne daß jedoch nennenswerte neue Ergebnisse zustande kamen. Auch die Versuche von Bauschinger, die mit dem Ziele durchgeführt wurden, die Schwingungsfestigkeit theoretisch zu unterbauen, sind unmittelbar durch die Ergebnisse Wöhlers angeregt worden. Bis zur endgültigen Erforschung aller mit der Dauerfestigkeit zusammenhängenden Probleme vergingen jedoch 50 Jahre, während derer man über das von Wöhler Erreichte nur wenig hinauskam. Von C. Bach wurden die Versuchsergebnisse Wöhlers zur Grundlage der Ermittlung der zulässigen Spannungen gemacht, die er für ruhende, pulsierende und wechselnde Belastung in Abhängigkeit von der Werkstofffestigkeit im Verhältnis 3 : 2 : 1 festlegte. Diese Verhältnis zahlen genügten den Konstrukteuren jahrzehntelang als Anhalt zur Berechnung der Maschinen- und Bauteile, bis die Forderungen des Leichtbaues zu einer genaueren Festlegung der Werkstoffkennwerte und der Formeneinflüsse bei Schwingungsbeanspruchung zwangen. Dies hatte ein Wiederaufleben der Dauerprüfung nach dem Weltkriege mit verbesserten Versuchseinrichtungen, aber unter Beibehaltung des bewährten Wöhlerschen Versuchsprinzips zur Folge.

Alle Versuche, das von Wöhler entwickelte Untersuchungsverfahren, wobei man sich unter Verwendung mehrerer Versuchsstäbe von höheren Belastungen ausgehend allmählich an die Dauerfestigkeit herantastet, durch abgekürzte Verfahren zu ersetzen, haben bisher zu keinem Erfolge geführt. Das einzige sichere Verfahren zur Bestimmung der Dauerfestigkeit bildet nach wie vor die Aufnahme der „Wöhler-Linie“, die eindeutig den Zusammenhang zwischen Beanspruchung und Lebensdauer aufzeigt. Die Ausführung der Dauerversuche nach diesen Verfahren ist in den DIN-Normen festgelegt, und hier ist auch Wöhlers Name mit der von ihm erstmalig durchgeführten Untersuchungsart der Dauerversuche mit schwingender Belastung für immer verankert.

In Anerkennung der Bedeutung seiner Versuche für die gesamte Technik wurde Wöhler 1881 zum außerordentlichen Mitglied der Königlichen Akademie des Bauwesens ernannt. Der Verein Deutscher Ingenieure ehrte ihn 1896 durch die Verleihung seiner höchsten Auszeichnung, der Grashof-Gedenkmünze. Im Jahre 1901 wurde er von der Technischen Hochschule Berlin zum Dr.-Ing. ehrenhalber ernannt. Wöhlers Verdienst bleibt es, in einer Zeit, welche die Grundlage für unser heutiges technisches Wissen und Können schuf, die Wichtigkeit des Dauerversuchs erkannt und diese Erkenntnis in die Praxis umgesetzt zu haben.

Erich Siebel.

<sup>3)</sup> Martens, A.: Handbuch der Materialkunde. 1. Tl. Berlin 1898, S. 225 ff.



# Entkohlungsgeschwindigkeit und Sauerstoffgehalt des Stahles im basischen Siemens-Martin-Ofen

Von Hans-Joachim Krabiell\*)

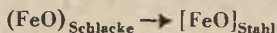
[Mitteilung aus dem Institut für Eisenhüttenkunde der Technischen Hochschule Aachen.]

(Die Ergebnisse früherer Untersuchungen. Versuchsdurchführung. Auswertung der eigenen Versuchsergebnisse: Sauerstoffgehalt des Stahles und Entkohlungsgeschwindigkeit. Die Konzentrationen in verschiedenen Badtiefen. Die auf die Entkohlungsgeschwindigkeit und Schlackenviskosität wirkenden Einflüsse.)

Als wichtigster Vorgang bei der Stahlerschmelzung im Siemens-Martin-Ofen ist die Entkohlungsreaktion anzusehen, deren Ablauf bei der Erzeugung von Stahl mit besonderen Güteeigenschaften genau beobachtet und nach Möglichkeit durch Wahl der besten Einsatzbedingungen und Zuschläge im günstigsten Sinne beeinflusst wird. Die große Bedeutung der Reaktion sowie die Eigenart ihres Ablaufs hat es nicht an Versuchen fehlen lassen, nach den auf die Reaktion wirkenden Einflüssen und Gesetzmäßigkeiten beim Reaktionsablauf zu suchen. Wäre es doch bei deren Kenntnis vielleicht möglich, den an der Reaktion beteiligten und für die Stahlgüte so bedeutenden Sauerstoffgehalt des Stahlbades während des Schmelzens durch die analytisch schnell ermittelbaren Kohlenstoffgehalte festzustellen und gegebenenfalls durch geeignete, in ausreichender Menge gegebene Zuschläge auszuscheiden oder abzubinden.

Die ersten bedeutenden Versuche zur Feststellung von Gesetzmäßigkeiten und Bestimmung des Sauerstoffgehaltes unternahm C. H. Hert y jr.<sup>1)</sup> und in Anlehnung daran H. Schenck<sup>2)</sup>. Durch die Entnahme zahlreicher Proben aus dem flüssigen Stahlbad mit Hilfe von Tauchgefäßen und Bestimmung des darin enthaltenen Sauerstoffgehaltes fand H. Schenck bei gleichem Kohlenstoffgehalt eine lineare Abhängigkeit des Sauerstoffgehaltes von der Entkohlungsgeschwindigkeit. Mit Hilfe der gefundenen Gesetzmäßigkeiten wäre es demnach möglich, durch die Entnahme von Proben und Bestimmung des Kohlenstoffgehaltes, aus der Entkohlungsgeschwindigkeit des Stahlbades den darin enthaltenen Sauerstoffgehalt zu bestimmen. Entgegen diesen Ergebnissen fand G. Leiber<sup>3)</sup> bei späteren Untersuchungen bei einer allerdings nur geringen Anzahl von Schmelzen, daß die Sauerstoffgehalte des Stahlbades nicht von der Entkohlungsgeschwindigkeit abhängen, sondern mit den Kohlenstoffgehalten im Gleichgewicht stehen und an der unteren möglichen Grenze der von H. C. Vacher und E. H. Hamilton<sup>4)</sup> ermittelten Gleichgewichtskurve liegen. (Bild 1.) Seine Untersuchungen stützt G. Leiber dabei auf die von F. Körber und W. Oelsen bei der Auswertung von Laboratoriumsschmelzen gemachten Erkenntnisse über die Umsetzung von Kohlenstoff mit Sauerstoff in Eisenschmelzen<sup>5)</sup>. Nach Körber und Oelsen ist die Entkohlungsreaktion  $\text{FeO} + \text{C} \rightarrow \text{CO} + \text{Fe}$  in drei Teilvorgänge zu zerlegen:

1. Die Einwanderung des Sauerstoffs aus der Schlacke in das Stahlbad:



\*) Teilauszug aus der Dr.-Ing.-Dissertation von H. J. Krabiell, genehmigt von der Technischen Hochschule Aachen 1942.

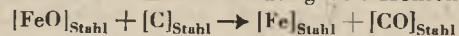
<sup>1)</sup> Vgl. Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 1785.

<sup>2)</sup> Einführung in die physikalische Chemie der Eisenhüttenprozesse, Bd. 1 (Berlin 1932) S. 150/52 u. 293; Bd. 2 (Berlin 1934) S. 44/94 u. 263.

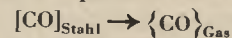
<sup>3)</sup> Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 18 (1936) S. 135/47; Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 237/49 (Stahlw.-Aussch. 322).

<sup>4)</sup> Trans. Amer. Inst. min. metallurg. Engrs. 95 (1931) S. 124/40; vgl. Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 1033/34.

2. Die Umsetzung des Eisenoxyduls im Stahl mit dem Kohlenstoff unter Bildung von Kohlenoxyd:



3. Die Abgabe des gelösten Kohlenoxyds aus dem Stahlbad an die Gasphase:



Während nach H. Schenck<sup>2)</sup> der Umsatz 2 den engsten Querschnitt für die Geschwindigkeit des Ablaufes des Entkohlungsvorganges darstellt und nach G. Leiber<sup>3)</sup> der Vorgang 1 als solcher anzusehen ist, in beiden Fällen der Sauerstoffgehalt somit berechnet werden kann, kommen Körber und Oelsen<sup>5)</sup> auf Grund ihrer Laboratoriumsversuche zu der Erkenntnis, daß auch der Vorgang 3 für den Sauerstoffgehalt maßgebend sein kann. Die Geschwindigkeit der Kohlenoxydentwicklung und Abgabe hängt dann von dem Entwicklungsdruck des Kohlenoxyds in der Schmelze, dem äußeren Druck des Kohlenoxyds in der Gasphase und von der Größe der Oberfläche ab, an der sich das Kohlenoxyd entwickeln kann. Als solche kommen die Oberflächen der durch das Bad hindurchperlegenden Gasblasen und die feinen Spalten im Herd in Frage. Liegen die Bedingungen für die Kohlenoxydabgabe günstig, so ist als nächster der Vorgang 1 für die Geschwindigkeit des Reaktions-

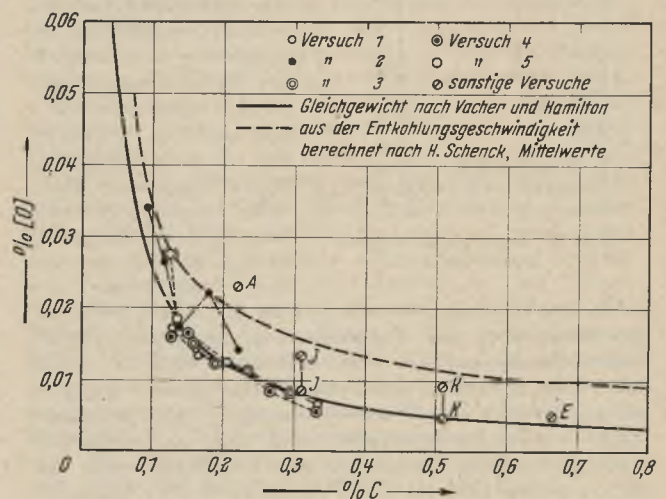


Bild 1. Die Lage der Gehalte der Vakuumproben zur Kurve von Vacher und Hamilton (1620 °C). Versuchsergebnisse von G. Leiber<sup>3)</sup> mit evakuierten Tauchgefäßen.

ablaufes maßgebend. Nach Körber und Oelsen<sup>5)</sup> ist eine rechnerische Bestimmung des Sauerstoffgehaltes aus der Entkohlungsgeschwindigkeit nicht möglich, da der Vorgang 2 sehr schnell verläuft.

## Versuchsdurchführung

Zur Klärung der oben angeschnittenen Fragen wurden 27 Schmelzen im basischen Siemens-Martin-Ofen, alte Bauart Siemens-Martin und Bauart Maerz mit Ein-

<sup>5)</sup> Körber, F., und W. Oelsen: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 17 (1935) S. 39/61.



sätzen von 60 bis 85 t, verfolgt. Neben Schmelzen mit flüssigem Einsatz und wechselnden Mengen Schrott (4 bis 25 t) nach dem Duplexverfahren wurden Schmelzen mit festem Einsatz nach dem Schrott-Roheisen-Verfahren, die ausschließlich in den Maerz-Ofen erschmolzen wurden, verfolgt. Diese Ofen zeichnen sich durch eine große Leistungsfähigkeit aus, ergaben jedoch, abgesehen von der stärkeren Temperatursteigerung und der dadurch bedingten Gesetzmäßigkeiten, keinerlei Güteunterschiede bei den zur Untersuchung kommenden Stahlsorten. Die meisten der beobachteten Schmelzen hatten einen niedrigen Kohlenstoffgehalt zwischen 0,10 und 0,15 %; nur wenige Schmelzen waren für harte Stahlsorten vorgesehen. Der Vollständigkeit halber wurden jedoch auch solche Schmelzen untersucht. Nur durch eine größere Zahl stark unterschiedlicher Daten in Kohlenstoffgehalt, Entkohlungsgeschwindigkeit bei verschiedenen Kohlenstoffgehalten, Phosphor und Mangan im Einsatz, Größe der Temperatursteigerung bei den verschiedenen Ofenbauarten und schließlich der Beschaffenheit von Bad und Schlacke in Abhängigkeit von diesen Faktoren erschien es möglich, irgendwelche Einflüsse auf den Sauerstoffgehalt oder sonstige Gesetzmäßigkeiten zu ermitteln.

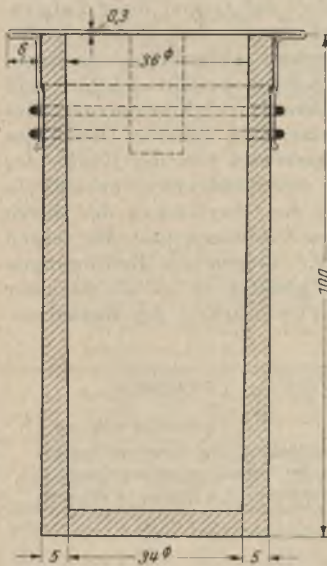


Bild 2. Tauchgefäß eigener Ausführung.

Die Probenahme erfolgte in Anlehnung an die Probenahme von H. Schenck<sup>2)</sup> mit Tauchgefäßen, die durch einen dünnen Blechdeckel aus 0,3 mm starkem Schwarzblech verschlossen waren (Bild 2), und 0,2 % Al in Form von 3 mm starkem Aluminiumdraht zur Beruhigung des Stahles enthielten. Der überstehende Rand der Schwarzblechdeckel ermöglichte ein schnelles Durchbrennen der Deckel nach etwa 4 s Eintauchzeit. Versuche mit Verschlussdeckeln, deren Rand nicht überstand, ergaben wesentlich längere Eintauchzeiten, ähnlich wie bei der Probenahme von G. Leiber<sup>3)</sup>. Dabei besteht jedoch die Gefahr der Ungewißheit über den Zeitpunkt, zu dem der Deckel durchschmilzt und der Stahl einläuft. Wird das Gefäß nach dem Einlaufen des Stahles nicht schnell gezogen, so wird durch die Wärmeströmungen der beruhigte Stahl wieder herausgespült, und der nachströmende Stahl findet kein Aluminium zum Beruhigen mehr vor. So ist es zu erklären, daß Proben nach 10 s Eintauchzeit bereits unberuhigt waren und für eine Sauerstoffbestimmung nicht mehr in Frage kamen. Das Entnahmegefäß wurde etwa 150 mm tief in das Stahlbad eingetaucht und nach der Entnahme schnell in Wasser abgekühlt. Ein nennenswertes Aufkochen des Stahlbades beim Eintauchen der dünnwandigen Gefäße wurde nicht beobachtet. Um die Dichte der Blöckchen prüfen zu können, wurden sie unverschmiedet aufgeschnitten und die Sauerstoffproben aus dem unteren Drittel entnommen. Die Sauerstoffgehalte wurden durch Heißextraktion im Kohlespiral- und Röhrenofen ermittelt, meist in Doppel- oder Mehrfachbestimmungen.

Auf die Bedeutung der Temperatur für den Reaktionsablauf wurde verschiedentlich hingewiesen.

Die bei früheren Arbeiten benutzten Glühfadenpyrometer erwiesen sich als äußerst ungenau, und erst das Farbpyrometer Biopix<sup>4)</sup> brachte neben einigen weniger handlichen anderen Geräten<sup>5)</sup> Aufschluß über die wahren Temperaturen des flüssigen Stahles. Die Stahlbadtemperaturen wurden daher bei den üblichen Löffelproben unter Zuschlag von 30° für die Abkühlung im Löffel mit diesem Gerät gemessen. Der Gesamttemperaturverlauf fand mit der Messung der Gießtemperatur in der Gießgrube seinen Abschluß.

Die Zähigkeit der Schlacke wurde mit der von C. H. Herty jr.<sup>6)</sup> entwickelten Auslaufkockille und, da dieses Verfahren keinen unmittelbaren Wert für die Zähigkeit im Schmelzfluß geben kann, weil Schmelzüberhitzung, Erstarrungsbereich usw. mitbestimmend für die Auslauflänge sind, daneben mit dem in Bild 3

wiedergegebenen neu entwickelten Tauchgefäß bestimmt. Auf dem Gefäß sitzt oben ein Tiegel aus Sillimanit mit einer Einlauföffnung von 9 mm Dmr. Die Tiegelwandstärke neben der Einlauföffnung ist zur Verringerung der abkühlenden Wirkung auf die Schlacke möglichst dünn, etwa 2 mm stark. Das Gefäß hat seitlich ein Luftentweicherrohr von 10 mm Dmr., an dem eine Eintauchtiefemarke angebracht ist. Zur Probeentnahme wird das Gefäß am Ende einer langen Stange befestigt, 7 s über dem Bad in der Ofenatmosphäre vorgewärmt und dann so weit in die Schlacke eingetaucht, daß die Marke die Schlackeoberfläche gerade erreicht. Die Tiegelöffnung liegt dann etwa 25 mm unter der Badoberfläche. Nach einer Eintauchzeit von 5 s wird das Gefäß aus dem Bad genommen. Die eingelaufene Schlackenmenge in Gramm dient als Maß für die Dünnflüssigkeit. Der Einfluß der Eintauchtiefe ist gering, die Werte für 40 mm Eintauchtiefe lagen nur wenig über denen für 25 mm. Ausgewertet wurden nur Proben, bei denen mit homogener Schlacke gerechnet werden konnte, um Fehler durch Festsetzen unverflüssigter Teile in der Einlauföffnung zu vermeiden. Das Verfahren hat sich gut bewährt und ist zur Erfassung der Viskosität der flüssigen Schlacke zweifellos besser geeignet als die Auslaufviskosimeter.

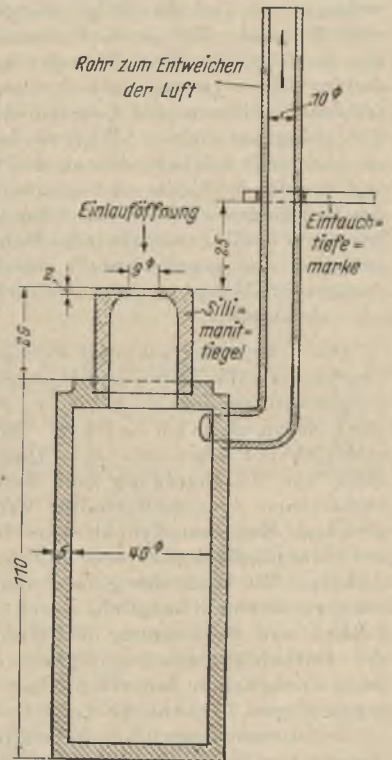


Bild 3. Eintauch-Viskosimeter.

#### Sauerstoffgehalt des Stahles und Entkohlungsgeschwindigkeit

Die erhaltenen Sauerstoffwerte wurden in Abhängigkeit vom Kohlenstoffgehalt aufgetragen (Bild 4). In

<sup>6)</sup> Naeser, G.: Arch. Eisenhüttenw. 9 (1935/36) S. 483/85 (Wärmestelle 227).

<sup>7)</sup> Osann, B. jr., und E. Schröder: Arch. Eisenhüttenw. 7 (1933/34) S. 89/94 (Stahlw.-Aussch. 257).

<sup>8)</sup> The Physical Chemistry of Steel Making. Pittsburgh 1934: Min. metall. Invest. Pittsburgh, Bull. Nr. 68 (1934) S. 27.



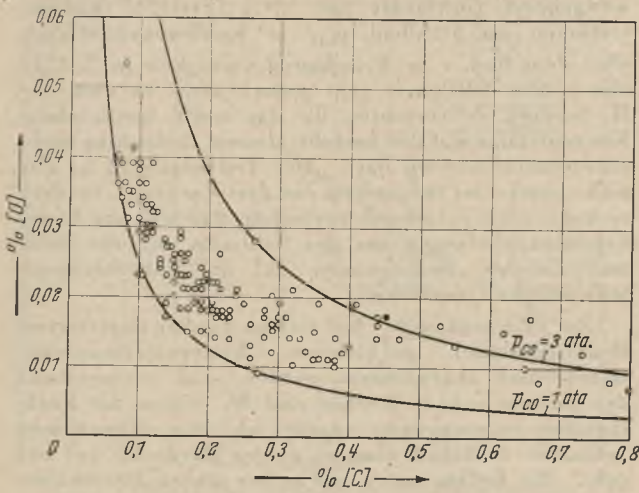


Bild 4. Sauerstoffgehalt der Proben in Abhängigkeit vom Kohlenstoffgehalt.

grundsätzlicher Uebereinstimmung mit den Untersuchungen zahlreicher anderer Forscher<sup>1) 2) 3) 4) bis 15)</sup> zeigt es sich, daß die Werte durchweg über der Gleichgewichtskurve von H. C. Vacher und E. H. Hamilton<sup>4)</sup> für  $p_{CO} = 1$  ata liegen und ihre Abweichung mit steigendem Kohlenstoffgehalt zunimmt. Näheren Aufschluß über den Zusammenhang zwischen dem Sauerstoffgehalt und der Entkohlungsgeschwindigkeit gibt Bild 5, worin das Produkt  $[C] \cdot [O]$  für Kohlenstoffgehalte von 0,07 bis 0,3 % in Abhängigkeit von der Entkohlungsgeschwindigkeit aufgetragen wurde. Da

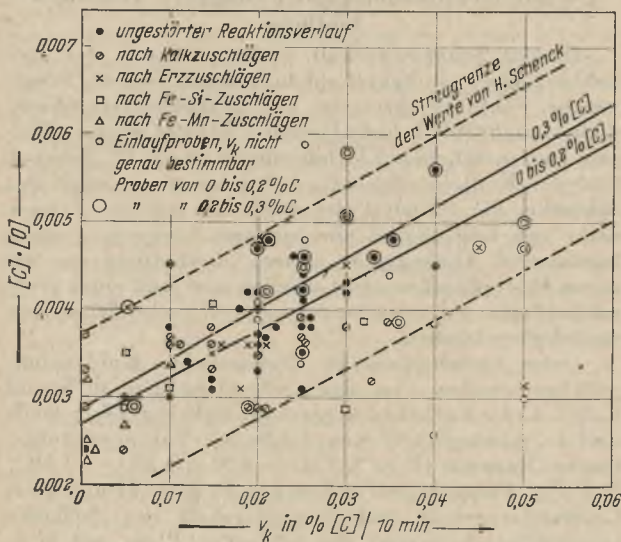


Bild 5. Zusammenhang zwischen Entkohlungsgeschwindigkeit und  $[C] \cdot [O]$  für 0 bis 0,3 % C.

<sup>9)</sup> Herasymenko, P., und G. Pondelik: Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 381/82.

<sup>10)</sup> Herty, C. H. jr., C. F. Christopher, H. Freeman und I. F. Sanderson: Min. metall. Invest., Pittsburg, Bull. Nr. 68 (1934); vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 165/69.

<sup>11)</sup> Thanheiser, G.: Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 188/95.

<sup>12)</sup> Kalling, B., und N. Rudberg: Jernkont. Ann. 121 (1937) S. 93/142; vgl. Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 1329/30.

<sup>13)</sup> McCutcheon, K. C.: Proc. Open-Hearth Steel Conference, Amer. Inst. min. metallurg. Engrs. 1938, S. 143/50.

<sup>14)</sup> Washburn, F. M., und W. O. Philbrook: Iron Age 145 (1940) Nr. 9, S. 31/35.

<sup>15)</sup> Kalling, B., und N. Rudberg: Jernkont. Ann. 125 (1941) S. 283/326; vgl. Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 211/12.

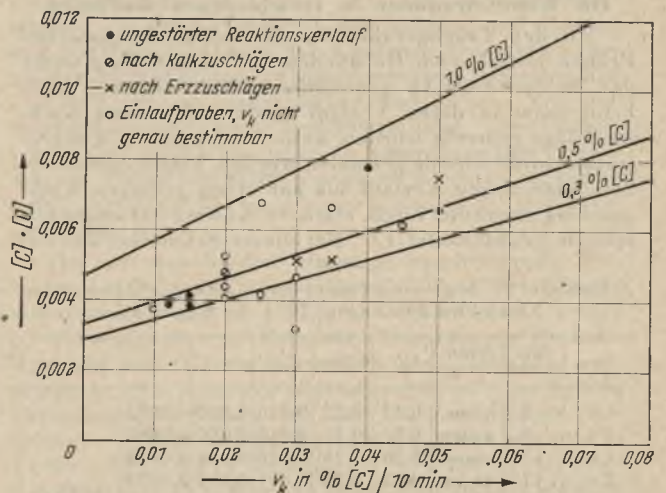


Bild 6. Zusammenhang zwischen Entkohlungsgeschwindigkeit und  $[C] \cdot [O]$  für 0,3 bis 0,5 % C.

nach H. Schenck<sup>2)</sup> streng genommen nur Proben, die bei ungestörtem Schmelzverlauf genommen wurden, für eine Auswertung in Frage kommen, wurden diese Werte besonders gekennzeichnet. Die Entkohlungsgeschwindigkeit wurde wie bei Schenck bei durchgehend ungestörtem Schmelzverlauf durch Anlegen der Tangente an die Frischkurve ermittelt. Bei Einlaufproben war es nicht möglich, die Entkohlungsgeschwindigkeit annähernd genau festzustellen; ebenso kommen die Proben, die kurz nach größeren Zuschlägen genommen wurden, bei denen die Entkohlungsgeschwindigkeit nicht annähernd genau ermittelt werden konnte, für die Auswertung nicht in Frage. Wie aus dem Bild ersichtlich, liegen alle Werte von Proben bei ungestörtem Schmelzverlauf innerhalb der Streugrenzen nach H. Schenck<sup>2)</sup>. Nur einige wenige Werte der Proben, bei denen die Entkohlungsgeschwindigkeit nicht genau ermittelt werden konnte oder die kurz nach Zuschlägen genommen wurden, liegen außerhalb der Streugrenzen. Untersucht man die Werte, die stark streuen, auf die Ursache der Abweichung, so fällt auf, daß häufig Schmelzen, die besonders weich einlaufen und in einem heißgehenden Ofen erschmolzen werden, einen unter dem Durchschnitt liegenden Wert für das Produkt  $[C] \cdot [O]$  haben. Der Sauerstoffgehalt ist bei diesen Schmelzen geringer, als er sich rechnerisch aus der Entkohlungsgeschwindigkeit ergibt. Die Versuchswerte für Kohlenstoffgehalte über 0,30 % gibt Bild 6 wieder. Auch die Streuungen dieser Werte liegen innerhalb der Streugrenzen von H. Schenck<sup>2)</sup>. Zu beachten ist dabei, daß mit fallendem Sauerstoffgehalt die Genauigkeit der Sauerstoffbestimmung abnimmt und die Streuungen für das Produkt  $[C] \cdot [O]$  zunehmen.

Die Ergebnisse dieser Versuche zeigen somit im Widerspruch zu den Untersuchungen von G. Leiber<sup>3)</sup> und in Uebereinstimmung mit allen anderen Arbeiten, daß die Sauerstoffgehalte im Stahl deutlich über der Gleichgewichtskurve liegen, und daß darüber hinaus gemäß den Untersuchungen von H. Schenck<sup>2)</sup> eine starke Abhängigkeit von der Entkohlungsgeschwindigkeit besteht. Von den eingangs erwähnten drei Teilvorgängen wäre demnach der Vorgang 2 maßgebend für die Geschwindigkeit des Ablaufes des Entkohlungsvorganges. Der Vorgang 1, die Einwanderung des Sauerstoffs aus der Schlacke in das Stahlbad, ginge so schnell vor sich, daß das Verteilungsgesetz für den Sauerstoffgehalt von Bad und Schlacke stets erfüllt sein müßte. Zur Klärung dieser Frage wurden einige weitere Versuche durchgeführt, die leider nicht durch eine größere Anzahl von Werten vervollständigt werden konnten.



### Die Konzentrationen in verschiedenen Bادتiefen

Mit den Tauchgefäßen wurden bei drei Schmelzen Proben jeweils vom Herdboden und unmittelbar unter der Schlackendecke genommen. Während bei zwei Schmelzen, in deren Verlauf größere Erz- und Kalkzuschläge gemacht wurden, keine wesentlichen Konzentrationsunterschiede gefunden wurden, zeigte eine dritte Schmelze, deren Verlauf bis auf einen geringen Kalkzuschlag ungestört blieb, stärkere Konzentrationsunterschiede (Zahlentafel 1). Bei dieser Schmelze, die mit

Zahlentafel 1. Konzentrationsunterschiede im Stahlbad einer 70-t-Schmelze.

Nr.	Zeit in min	Probe-nahme	%C	%Mn	%P	%O	G · O	Zuschlag
1 o	0	oben	0,33	0,22	0,016	0,022	0,0073	120 kg Kalk
1 u	0	unten	0,31	0,21	0,018	0,020	0,0062	
2 o	17	oben	0,30	0,24	0,016	0,026	0,0078	
2 u	17	unten	0,25	0,22	0,016	0,015	0,0039	
3 o	32	oben	0,25	0,25	0,019	0,028	0,0070	
3 u	32	unten	0,20	0,21	0,018	n.b.	—	
4 o	42	oben	0,21	0,27	0,034	n.b.	—	
4 u	42	unten	0,18	0,25	0,019	n.b.	—	
5 o	69	oben	0,13	0,26	0,023	n.b.	—	
5 u	69	unten	0,14	0,26	0,025	n.b.	—	

etwa 0,35 % C einlief, lagen die Kohlenstoffgehalte unmittelbar unter der Badoberfläche stets über denen vom Herdboden. Die Konzentrationsunterschiede nehmen mit zunehmender Entkohlungsgeschwindigkeit bis zu 0,05 % C zu und mit abnehmender Entkohlungsgeschwindigkeit wieder ab. Die Sauerstoffgehalte zeigen, soweit sie an dichten Proben bestimmt werden konnten, ähnliches Verhalten, die Gehalte der oberen Badschichten sind wiederum am höchsten. Ebenso verhalten sich die Mangangehalte; mit zunehmender Entkohlungsgeschwindigkeit und steigender Manganreduktion nehmen die Konzentrationsunterschiede bis zu 0,04 % Mn zu, fallen mit abnehmender Reduktion aber wieder. Entsprechend dem späteren Einsetzen der Phosphor-reduktion zeigen die Phosphorwerte auch erst einige Zeit nach dem Auseinanderlaufen der Manganwerte Konzentrationsunterschiede, die ebenfalls mit abklingender Kochreaktion wieder abnehmen.

Dieser Untersuchungsbefund deutet darauf hin, daß der Entkohlungsvorgang entsprechend der Ansicht von F. Körber und W. Oelsen<sup>9)</sup> vorzugsweise an der Herdsohle stattfindet. Bei einem Ablauf der Entkohlung an der Grenzfläche Schlacke/Bad müßten gerade umgekehrt die oberen Badschichten geringere Kohlenstoffgehalte aufweisen. Zusammengefaßt ist den Versuchen folgendes Ergebnis zu entnehmen:

Zu Teilvorgang 1: Zwischen Stahl und Schlacke herrscht, wie C. H. Herty und H. Schenck es vermuten, doch nicht immer Gleichgewicht. Mit zunehmender Entkohlungsgeschwindigkeit wächst der Eisenoxydulverbrauch im Stahlbad und steigt der Konzentrationsunterschied zwischen oberen und unteren Badschichten. Es ist also ein Eisenoxydulgefälle im Stahlbad, das bei ungestörtem Reaktionsablauf von der Größe der Entkohlungsgeschwindigkeit abhängt. Bei geringer Entkohlungsgeschwindigkeit herrscht annähernd Gleichgewicht.

Zu Teilvorgang 2: Im Stahlbad herrscht zwischen [C] und [O] kein Gleichgewicht, wie G. Leiber es vermutet. Entsprechend der Ansicht von H. Schenck hängt die Geschwindigkeit der Umsetzung bei gleichem Kohlenstoffgehalt vom Sauerstoffgehalt ab, so daß die Ableitung für die Entkohlungsgeschwindigkeit nach H. Schenck

$$v = k_1 [\text{FeO}] \cdot [\text{C}] - k_2 \cdot p_{\text{CO}}$$

weitgehend Gültigkeit hat. ([C], [FeO] = Konzentrationen im Stahlbad,  $p_{\text{CO}}$  = Kohlenoxydteildruck über dem Bad,  $v$  = Frischgeschwindigkeit in % C/10 min.) Die Gültigkeit geht jedoch nicht so weit, wie H. Schenck es vermutet, da das oben beschriebene Konzentrationsgefälle besteht, dessen Bedeutung nicht unterschätzt werden darf. Der Teilvorgang 2 ist also nicht immer der langsamste der drei Vorgänge, sondern er kann auch so schnell verlaufen, daß sich die Eisenoxydulnachlieferung aus der Schlacke und die dafür maßgebenden Bedingungen auf die Entkohlungsgeschwindigkeit auswirken.

Zu Teilvorgang 3: Auf Grund der bei ungestörtem Reaktionsablauf gefundenen Konzentrationsunterschiede muß angenommen werden, daß entsprechend der Ansicht von F. Körber und W. Oelsen die Kochreaktion vorzugsweise nicht an der Grenzfläche Schlacke—Stahlbad, sondern an der Herdsohle vor sich geht. Die Bedingungen sind an der rauhen Herdsohlenfläche günstiger als an der glatten und ungestörten Grenzfläche zur Schlacke. Da nach Erdzuschlägen die Konzentrationsunterschiede fast oder ganz verschwinden, ist zu vermuten, daß nach solchen die Kochreaktion auch an der Grenzfläche Schlacke—Metallbad verläuft. Bei der Entkohlungsgeschwindigkeit nach F. Körber und W. Oelsen:

$$v = c_1 (c_2 [\text{FeO}] \cdot [\text{C}] - p_a) \cdot \varphi (O)$$

müßten, wenn  $p_a$  den Außendruck des Kohlenoxyds in der Gasphase und  $\varphi (O)$  die für die Kohlenoxydabgabe zur Verfügung stehende wirksame Oberfläche darstellen, diese beiden Größen konstant sein, damit das Produkt  $[\text{FeO}] \cdot [\text{C}]$  der Frischgeschwindigkeit proportional ist.

### Die auf die Entkohlungsgeschwindigkeit wirksamen Einflüsse

Da der Sauerstoffgehalt weitgehend von der Entkohlungsgeschwindigkeit abhängt, ergibt sich die Frage, welche Faktoren ihrerseits die Entkohlungsgeschwindigkeit maßgeblich beeinflussen. Bei der großen Vielzahl der möglichen Einflußgrößen (nach H. Schenck sind der Kohlenstoffgehalt, der Gesamteisengehalt der Schlacke, die Basizität der Schlacke und die Temperatur von Einfluß) ist eine genaue Auswertung einer bestimmten Abhängigkeit unter Ausschaltung der anderen Einflußgrößen nicht möglich und muß einer großzahlmäßigen Untersuchung von noch mehr Schmelzen vorbehalten bleiben.

Unter Ausschaltung des Einflusses des Kohlenstoffgehaltes wurden von den Schmelzen bei 0,15 und 0,20 % C die Entkohlungsgeschwindigkeiten festgestellt und in Abhängigkeit von folgenden Faktoren aufgetragen: Basizität ( $B = \% \text{CaO} - 0,93 \cdot \% \text{SiO}_2 - 1,18 \cdot \% \text{P}_2\text{O}_5$ ), Temperatursteigerung je 10 min, Temperatur, Gesamteisengehalt und Tonerdegehalt der Schlacke sowie Flüssigkeitsgrad der Schlacke in cm und in g. Als stärkster Einfluß machte sich die Basizität bemerkbar (Bild 7). Die Entkohlungsgeschwindigkeit fällt bei den Proben mit ungestörtem Reaktionsablauf nahezu linear mit steigender Basizität ab. Die Mittelkurve der Entkohlungsgeschwindigkeit bei 0,25 und 0,30 % C zeigt fast denselben Verlauf in Abhängigkeit von der Basizität. Obwohl auf die Bedeutung der Basizität mehrfach hingewiesen wurde<sup>10)</sup>, war ein derartig überragender Einfluß doch nicht zu erwarten. So trat diesem Einfluß gegenüber z. B. der des Gesamteisengehaltes der Schlacke, auf den H. Schenck<sup>10)</sup> mehrfach hinweist, gar nicht in Erscheinung. Andererseits ist jedoch

<sup>10)</sup> Schenck, H.: s. Fußnote 2, a. a. O., Bd. 2, S. 59; Washburn, F. M., und W. O. Philbrook: Iron Age 145 (1940) Nr. 8, S. 21/25; Malloy, I. B.: Steel 105 (1939) Nr. 26, S. 48/51; vgl. Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 887/88.



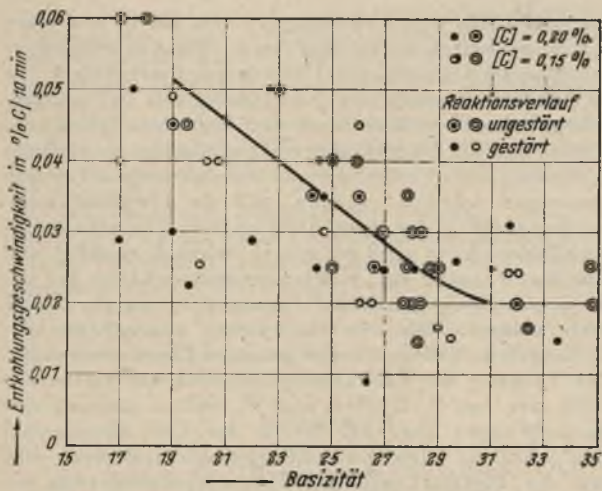


Bild 7. Einfluß der Basizität auf die Entkohlungsgeschwindigkeit.

Flüssigkeitsgrad vor allem bei der Sauerstoffübertragung aus der Gasphase an das Stahlbad und dem davon abhängigen Ablauf der Kohlenstoffreaktion sowie bei der Phosphor- und Manganbewegung zwischen Bad und Schlacke ein maßgeblicher Einfluß zu. Von den Bestimmungsverfahren zur Feststellung des Flüssigkeitsgrades wurde besonders in Amerika neben der geneigten Platte von Herty vor allem der auch bei dieser Arbeit benutzte Metallblock von C. H. Herty angewendet.

Der mit den beiden eingangs beschriebenen Verfahren bestimmte Flüssigkeitsgrad in cm (Metallblockviskosimeter) und in g (Eintaucheinlaufgerät) wurde in Abhängigkeit von Basizität, Temperatur, Tonerde, Magnesia und Gesamteisengehalt der Schlacke aufgetragen. Als stärkster Einfluß ergab sich bei beiden Bestimmungsverfahren der des Tonerdegehaltes der Schlacke (Bilder 8 und 9). Mit zunehmendem Tonerdegehalt steigt die Düninflüssigkeit. Im Betrieb macht man sich diese Tatsache vielfach bei der Zugabe von Bauxit zunutze. Bemerkenswert ist jedoch, daß in den Arbeiten von C. H. Herty jr. und

entsprechend der Auffassung von H. Schenck anzunehmen, daß es gerade der freie Eisenoxydulgehalt der Schlacke ist, der in so starkem Maße von der Basizität beeinflusst wird und seinerseits wiederum die Entkohlungsgeschwindigkeit beeinflusst. Als nächststarker Einfluß machte sich die Temperatursteigerung bemerkbar; mit zunehmender Temperatursteigerung nimmt die Entkohlungsgeschwindigkeit stark zu. Jedoch konnte eine starke Abhängigkeit der Temperatursteigerung des Stahlbades von der Basizität und der damit verbundenen Größe der Schlackenmenge festgestellt werden. Je größer die Schlackenmenge, um so schlechter ist die Wärmeübertragung auf das Stahlbad. Schaltet man den Einfluß der Basizität auf die Temperatursteigerung und den auf die Entkohlungsgeschwindigkeit durch Umrechnung der Werte für die Temperatursteigerung und der Entkohlungsgeschwindigkeiten auf die mittlere Basizität  $B = 25$  aus, so erhält man einen weniger starken Anstieg der Entkohlungsgeschwindigkeiten mit zunehmender Temperatursteigerung. Bei  $5^\circ$  Temperaturerhöhung je 10 min beträgt die mittlere Entkohlungsgeschwindigkeit  $0,022\% C/10 \text{ min}$  und bei  $30^\circ/10 \text{ min}$   $0,042\% C/10 \text{ min}$ . Unter Ausschaltung des Einflusses der Basizität und der Temperatursteigerung auf die Entkohlungsgeschwindigkeit konnte eine geringe Zunahme der Entkohlungsgeschwindigkeit mit steigender Temperatur beobachtet werden. Der vielfach im Schrifttum erwähnte Einfluß des Gesamteisengehaltes der Schlacke trat nicht in Erscheinung. Es scheint demnach nur der von der Basizität, Temperatursteigerung und Temperatur abhängige „freie Eisengehalt“ der Schlacke wirksam zu sein. Während der mit Hilfe des Hertyschen Viskosimeters ermittelte Flüssigkeitsgrad der Schlacke anscheinend keinen Einfluß auf die Entkohlungsgeschwindigkeit ausübt, zeigte der mit Hilfe der Einlaufgefäße ermittelte Flüssigkeitsgrad besonders bei höheren Kohlenstoffgehalten einen deutlichen Einfluß. Demnach scheint bis  $0,2\% C$  die Düninflüssigkeit kaum einen Einfluß auf die Entkohlungsgeschwindigkeit auszuüben, mit steigendem Kohlenstoffgehalt nimmt die Entkohlungsgeschwindigkeit jedoch mit zunehmender Düninflüssigkeit stark zu. Bei der Bedeutung, die dem Flüssigkeitsgrad der Schlacke und seiner Bestimmung mit dem Hertyschen Viskosimeter beigemessen wird<sup>17)</sup>, sei im folgenden auf die Auswertung der eigenen Versuchsergebnisse näher eingegangen.

Die auf die Schlackenviskosität wirkenden Einflüsse Nach fast allen größeren metallurgischen Arbeiten kommt neben der Zusammensetzung der Schlacke dem

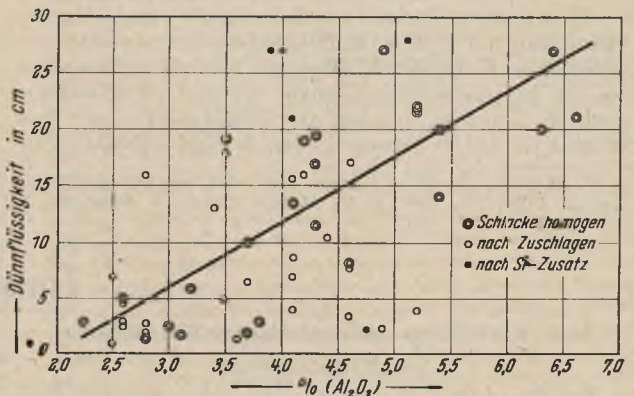


Bild 8. Düninflüssigkeit in cm und  $Al_2O_3$ -Gehalt der Schlacke.

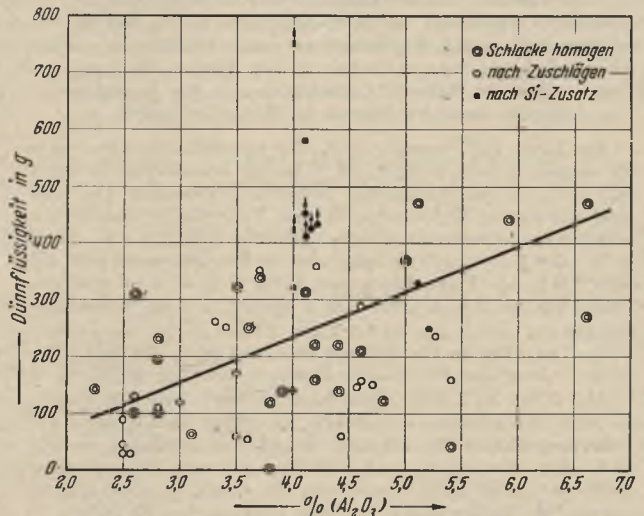


Bild 9. Düninflüssigkeit in g und  $Al_2O_3$ -Gehalt der Schlacke.

Mitarbeitern immer nur der Einfluß der Basizität auf den Flüssigkeitsgrad hervorgehoben wird. Die Proben der Zeitpunkte, zu denen der Reaktionsverlauf ungestört verlief, wurden dann herausgegriffen und unter Ausschaltung des Einflusses des Tonerdegehaltes durch Umrechnung auf einen mittleren Tonerdegehalt von  $4,5\%$  in Abhängigkeit von den noch in Frage kommenden Faktoren untersucht. Als nächster Einfluß ergab sich bei dem Flüssigkeitsgrad in g der der Temperatur. Mit steigender Temperatur nimmt der Flüssigkeitsgrad in g von etwa  $150$  g bei  $1580^\circ$  auf  $420$  g bei  $1750^\circ$  zu.

<sup>17)</sup> Reagan, W. J.: Iron Age 144 (1939) Nr. 7, S. 31/38.



Durch Ausschaltung des Temperatureinflusses und Umrechnung auf die mittlere Temperatur von 1680° konnte als weiterer, allerdings nur geringer Einfluß der des Gesamteisengehaltes der Schlacke ermittelt werden; mit steigender Dünnflüssigkeit nimmt demnach der Gesamteisengehalt zu. Bei der Bestimmung des Flüssigkeitsgrades mit dem Metallblockviskosimeter ergab sich weder ein Einfluß der Temperatur, noch des Gesamteisengehaltes, noch der Basizität. Zu dem Einfluß der Basizität, der von C. H. Herty jr. bei einem  $\text{CaO/SiO}_2$ -Verhältnis von 1,0 bis 2,8 gefunden wurde<sup>13)</sup>, wäre dabei zu bemerken, daß dieser Einfluß in dem Bereich von 2,0 bis 2,8 bereits nur noch sehr schwach in Erscheinung tritt und bei der vorliegenden Arbeit, bei der das  $\text{CaO/SiO}_2$ -Verhältnis meist über 2,8 liegt, daher nicht mehr auftreten kann. Auf den Zusammenhang zwischen der Entkohlungsgeschwindigkeit und dem Flüssigkeitsgrad in cm und in g wurde bereits oben hingewiesen. Auch danach scheint das Metallblockviskosimeter bei den vorliegenden Schlacken ungeeignet zu sein.

#### Zusammenfassung

Eine größere Anzahl von basischen Siemens-Martin-Schmelzen mit festem und flüssigem Einsatz und verschiedenen Kohlenstoff-, Mangan- und Phosphorgehalten im Einsatz wurden genau verfolgt: Probenahme nach H. Schenck, Messung der Temperaturen mit dem Biopix-Gerät, Bestimmung der Schlackendünnflüssig-

<sup>13)</sup> Herty, C. H. jr.: Amer. Inst. min. metallurg. Engrs. Techn. Publ. Nr. 1203, 18 S., Metals Techn. 7 (1940) Nr. 4, S. 9 f.

### Das Verhütten geringhaltiger Chromerze im Elektrofen

Die Vereinigten Staaten von Amerika sind bei ihren Kriegsanstrengungen genötigt, statt der ihnen früher zugänglich gewesen ausländischen Stahllegierungsmetalle die eigenen Vorkommen an geringhaltigen Erzen nutzbar zu machen. Ueber die Möglichkeiten einer Verhüttung solcher einheimischen Chromerze aus den Staaten Montana und Oregon gibt ein Bericht<sup>1)</sup> Auskunft, der die Versuche des Forschungsinstituts des Bureau of Mines behandelt.

Im Jahre 1937 wurden 50 % der eingeführten Chromerze für metallurgische Zwecke, 40 % in der feuerfesten Industrie und 10 % in der chemischen Industrie verbraucht. Die während des ersten Weltkrieges in den Vereinigten Staaten verarbeiteten Chromerze enthielten im Mittel 41 %  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Nach A. G. Robiette<sup>2)</sup> beträgt der Stromverbrauch 5500 bis 6000 kWh bei Ferrochrom mit 6 bis 8 % C und 6500 bis 7000 kWh bei Ferrochrom mit 4 bis 6 % C; das Chromausbringen ist dabei im ersten Falle 90 bis 95 %, im zweiten 75 %. Das übliche Ferrochrom mit etwa 65 % Cr und 3 bis 10 % C wird aus Erzen oder Konzentraten mit 40 bis 55 %  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , 12 bis 18 % FeO, Rest hauptsächlich Tonerde, Magnesia und Kieselsäure in offenen niedrigen Elektroöfen mit Söderberg-Elektroden erzeugt. Metall und Schlacke werden nach dem Vergießen und Erkalten getrennt. Der Kohlenstoffgehalt wird durch Aenderung des Anteils an Reduktionsmitteln im Møller geregelt. Nach europäischen Begriffen ist diese Arbeitsweise als veraltet anzusehen. Eine niedriggekohlte Chromlegierung wird hier mit 83 bis 85 % Ausbringen aus Erzen mit 40 bis 50 %  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  gewonnen. Auch macht, besonders bei hochgekohlten Legierungen, der getrennte Abstich von Metall und Schlacke keine Schwierigkeiten.

Die Versuche mit den einheimischen Erzen sollten an erster Stelle klären, mit welchem Chromausbringen und mit welchem Stromverbrauch sich diese Erze verhütten lassen, ferner, welcher Chromgehalt in der Legierung oder einem zu erschmelzenden Schlacken-

konzentrat erreicht werden kann. Ueber den für die Versuche verwendeten Laboratoriums-Elektroöfen liegen keine näheren Angaben vor. Der erste Teil der Versuche galt der Anreicherung der Erze mit Hilfe verschiedener Schwerkraft-Aufbereitungsverfahren zu einem Konzentrat, das die Erschmelzung eines handelsüblichen Ferrochroms mit 60 bis 65 % Cr ermöglicht. Dabei ergab sich bei dem größtstückigen Erz aus Montana eine Steigerung des Verhältnisses Cr:Fe von 1,35 auf 1,70 bis 1,75, beim Feinerz von 0,78 auf 1,65 bis 1,72; der für die Erzeugung von Ferrochrom mit 65 % Cr erforderliche Verhältniswert 2,5 wurde also nicht erreicht. Bei Feinuntersuchungen der Aufbereitungsergebnisse ergab sich immer nach der Entfernung eines bestimmten Anteils an Kieselsäure und Magnesia das Mineral Picotit ( $\text{Mg, Fe} \text{ O (Al, Cr)}_2\text{O}_3$ ), in dem das Verhältnis Cr:Fe bei 1,7 liegt. Das bedeutet, daß ein besseres Ergebnis bei der Aufbereitung nicht zu erwarten ist.

Der Betriebsleitung des beteiligten Werkes, das die Durchführung der vorliegenden Arbeit ermöglichte, sei für die freundliche Unterstützung auch an dieser Stelle vielmals gedankt.

## Umschau

Die ersten Schmelzversuche wurden mit Montana-Roherz, ohne Zusatz von Flußmitteln, mit 20 % Petrolkoks als Reduktionsmittel durchgeführt. Erz und Koks wurden auf weniger als 12 mm Korngröße zerkleinert, brikkettiert und in Beschickungen von 91 kg in den kalten Versuchsofen eingesetzt. In gleicher Weise wurden auch Montana-Konzentrate verhüttet. Das Ergebnis dieser Versuche war bei der Verhüttung des Roherzes ein Ferrochrom mit 53,7 % Cr, 35,1 % Fe und 7,7 % C, und aus dem Konzentrat ein solches mit 54,8 % Cr und 33,3 % Fe, was die Zwecklosigkeit der Aufbereitungsversuche bedeuten würde. Ein endgültiges Urteil ist jedoch nicht möglich, weil die Angabe des Stromverbrauchs als wesentlichste Unterlage fehlt. Die Endschlacke enthielt noch etwa 3 % des eingesetzten Chroms. In Zusammenhang mit der Frage der Erzaufbereitung ist bemerkenswert, daß bei der Konzentratverhüttung an Stelle der bei der Aufbereitung ausgeschiedenen Kieselsäure und Magnesia 13 % Kieselsäure als Flußmittel zugesetzt werden mußten. Als einziger praktischer Erfolg der Aufbereitung ist also nur die Entfernung der für den Schmelzpunkt und die Zähigkeit der Schlacke nachteiligen Magnesia festzustellen. Ob sich diese Arbeitsweise im Großbetrieb bewähren wird, bleibt abzuwarten, da sich nach den europäischen Erfahrungen kieselige, aber magnesiaarme Erze beim unmittelbaren Verhütten auf übliches Ferrochrom ungünstig verhalten, wenn man nicht im Kohletiegel arbeitet.

<sup>1)</sup> Engng. Min. J. 141 (1940) Nr. 7, S. 49/51.

<sup>2)</sup> Electric Smelting Practice.



In weiteren Versuchen wurde auch das in Deutschland während des ersten Weltkrieges durchgeführte Verfahren, das Ferrochrom durch Verblasen zu entkohlen, wieder aufgegriffen. Hierzu diente ein kipprbarer Elektroofen, bei dem durch eine ölgekühlte Düse Sauerstoff, Luft-Sauerstoff-Gemische und staubförmige Schlackenbildner eingeblasen werden konnten. Die Versuche führten aber auch nur zu dem Ergebnis, daß Chrom schneller oxydiert wird als der Kohlenstoff.

Mehr Beachtung verdienen die Versuche, durch Vorreduktion aus diesen Chromerzen den größten Teil des Eisens auszufällen, worüber M. B. Bogitch<sup>3)</sup> schon früher berichtet hat. Bogitch erhielt beim Verschmelzen eines normalen Chromerzes mit 51,2 % Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 16,5 % FeO, 13,4 % MgO, 3,5 % SiO<sub>2</sub> und 14,9 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mit wechselnden Mengen von Reduktionskohle im Möller die in *Zahlentafel 1* gekennzeichneten Legierungen.

Zahlentafel 1.

Chromlegierung unter Verwendung wechselnder Mengen Reduktionskohle im Möller (nach M. B. Bogitch).

Reduktionskohle im Möller . . . . . %	14	16	18	21	23	26	28
Zusammensetzung der Legierung							
{ C	0,80	0,55	1,0	1,9	4,1	6,2	
{ Cr	40,1	56,0	65,4	69,0	68,5	67,7	
{ Fe	59,3	43,2	33,0	27,5	25,3	24,5	
Chromausbeute in der Legierung . . . . . %	kein Metall gewonnen	23,0	44,0	68,0	89,0	93,0	95,0

Diese Arbeitsweise ergab bei den Montanakonzentrat eine Schlacke mit 27,5 % Cr und 10,2 % Fe. Das Verhältnis Cr : Fe liegt in dieser Schlacke bei 2,7, so daß aus ihr eine handelsübliche Chromlegierung erwartet werden kann. Dieses Chrom-Schlacken-Konzentrat wurde mit einer Temperatur zwischen 1650 und 1700 ° in einen zweiten Ofen umgegossen und mit Petrolkoks zu einem normalen Ferrochrom reduziert. Das bei der Erzeugung von Schlackenkonzentrat anfallende Bodenmetall enthielt 20 % Cr, 75 % Fe, 0,43 % Si und 2,38 % C. Der Kohlenstoffgehalt wird damit begründet, daß als Widerstandsöfen mit in das Schlackenbad eingetauchten Elektroden arbeitende Lichtbogenöfen verwendet wurden. Nach Bogitch sollte dieses Bodenmetall nur 0,3 % C enthalten. Durch den Einbau selbsttätiger Elektrodenregler hofft man, auf niedrigere Kohlenstoffgehalte zu kommen. Bei Entkohlungsversuchen im Induktionsofen wurden Tiegel verwendet, die aus den Montana-Chromit-Konzentrat, gemischt mit handelsüblicher Magnesia, in bekannter Weise hergestellt waren. Diese Tiegel sollen sich im Temperaturbereich von 1700 ° bewährt haben. Brauchbare Ergebnisse wurden im Induktionsofen nicht erzielt. Man kam zu der auch in Deutschland schon längst bekannten Tatsache, daß die Schlacke im Induktionsofen nie so dünnflüssig wird, um als wirksames Entkohlungsmittel zu arbeiten. Ferner stellte man fest, daß beim Entkohlen mit dem eisenreichen Montana-Chromit die zu entkohlende Chromlegierung noch weiter verdünnt wird.

Schließlich wurden die Montana-Chromit-Konzentrate noch auf ihre Eignung als feuerfeste Zustellungsmassen untersucht mit dem Ergebnis, daß diese Massen ähnlich gute Beständigkeit gegen hohe Temperaturen haben wie die handelsüblichen Chrom-Magnesit-Erzeugnisse.

Zusammengefaßt kann als Ergebnis der Versuche gesagt werden, daß die Verschmelzung dieser Chromit-Konzentrate mit einer Chromausbeute von 93 bis 95 % möglich ist, und daß mit einem Stromverbrauch von 6393 kWh je t Legierung, entsprechend 11 773 kWh je t reines Chrom, gerechnet werden muß. Dieser Stromverbrauch ist bei 6 % C, 54,3 % Cr und 33,3 % Fe in der fertigen Legierung als hoch zu bezeichnen. Durch Vorreduktion läßt sich ein Teil des Eisens vom Chrom trennen. Man erhält dann eine Chromlegierung mit 20 % Cr, 75 % Fe und 2 bis 3 % C. Diese Legierung hofft man für hitzebeständige Werkstoffe zu verwenden. Die Chrom-Schlacken-Konzentraterzeugung soll in technischem Maßstab durchgeführt werden, wobei man den Ofen so bauen will, daß zunächst mit einem Unterschuß an Reduktionsmitteln die Hauptmenge des Eisens ausgefällt wird unter Bildung der obengenannten hocheisenhaltigen Legierung. Diese Legierung soll dann aus dem Ofen entfernt

werden; unter Zugabe weiterer Reduktionskohle will man aus der im Ofen verbleibenden chromreichen Schlacke, die ja nun das Verhältnis Cr : Fe = 2,7 hat, ein handelsübliches Ferrochrom erschmelzen. Diese Arbeitsweise erscheint durchaus beachtenswert, doch ist in der amerikanischen Arbeit leider nichts über den Stromverbrauch gesagt. Jedenfalls ist für die Durchführung dieses Verfahrens mit einem sehr viel höheren Stromverbrauch zu rechnen, wenn man auch die Frage des Ofenraumes dadurch zu lösen versucht, daß man Vor- und Hauptreduktion in einem Ofen durchführen will.

Georg Volkert.

### Dauerschlagfestigkeit von Grauguß und Stahlguß bei Querschnittsabmessungen von Flugmotoren-Kolbenringen

Unter dieser Überschrift bringen A. Gabriel und E. Piwowarsky<sup>1)</sup> einen bemerkenswerten Bericht zur Frage der Dauerhaltbarkeit von Gußeisen dünner Querschnittsabmessungen im Vergleich zu dünnwandigem Stahlguß und geschweißten Stahlblechen. Schon seit Jahrzehnten war beobachtet worden, daß bei kleinen Schlagimpulsen der Werkstoff Gußeisen eine erstaunliche Dauerhaltbarkeit hat. Man denke z. B. daran, daß die ersten Achslagerbüchsen der Deutschen Reichsbahn aus Gußeisen waren, und daß man nur aus Gründen der Sicherheit gegen schwere Rangierstöße zu Stahlguß-Achslagerbüchsen übergegangen war. Heute neigt man dazu, das inzwischen hochentwickelte Gußeisen wieder in gesteigertem Maße für diesen Zweck einzusetzen. Viele unserer ältesten Maschinen mit gußeisernen Teilelementen (z. B. Wasserhaltungs- und Solepumpen) arbeiten noch heute ohne Zeichen einer Ermüdung. Inzwischen haben die Arbeiten von A. Thum und Th. Lipp<sup>2)</sup> auch laboratoriums-mäßig den Beweis dafür erbracht, daß bei mäßigen Schlagimpulsen Gußeisen nicht nur anderen Werkstoffen gleichwertig, sondern geradezu überlegen sein kann. Ähnliche Hinweise konnte auch wiederholt E. Piwowarsky<sup>3)</sup> geben. Da die Überlegenheit des Gußeisens gerade bei dünnen Abmessungen besonders gut zum Ausdruck kommt, haben die Verfasser für ihre Versuche Verhältnisse gewählt, wie sie für Kolbenringe von Flugmotoren vorliegen. Zunächst wurde von den Verfassern ein Schlagwerk entwickelt, das bei Veränderlichkeit des Schlagmomentes, der Schlaggeschwindigkeit und der Schlagzahl (650 bis 1950 je min) die Prüfung von mindestens sechs Probekörpern gleichzeitig gestattet. Die Laufdauer der einzelnen Proben wird selbsttätig aufgeschrieben. Die Maschine arbeitet mit Nockenwellenantrieb; ihre Arbeitsweise kann durch Stroboskopbeobachtung im einzelnen verfolgt werden. Durch Vergleich mit einem kleinen, für diese Zwecke besonders entworfenen Fallwerk wurde die Maschine geeicht.

Zahlentafel 1. Zusammensetzung der untersuchten Werkstoffe

Werkstoff	Bezeichnung	% C	% Si	% Mn	% P	% S	Zugfestigkeit (kg/mm <sup>2</sup> )	Brinellhärte
Gußeisen . . . . .	a	3,69	3,12	0,45	0,87		30,9	250
Gußeisen . . . . .	b	3,51	2,73	0,83	0,27		42,3	300
Gußeisen . . . . .	c	3,51	2,73	0,83	0,39		44,8	310
Gußeisen . . . . .	d	3,51	2,73	0,83	0,48		42,8	318
Gußeisen . . . . .	e	3,51	2,73	0,83	0,57		46,4	315
Gußeisen . . . . .	f	3,51	2,73	0,83	0,68		38,3	310
Gußeisen . . . . .	g	3,43	2,79	0,83	0,81		38,7	310
Tiefziehblech, 4 mm St. VII.28 . . . . .	h	0,05	—	0,37	0,006		35,1	102
Tiefziehblech, 3 mm geschweißt . . . . .	i	0,05	—	0,37	0,006		34,9	102
Tiefziehblech, 5 mm geschweißt . . . . .	k	0,05	—	0,37	0,006		39,5	102
Stahlguß, ungeglüht . . . . .	l	0,16	0,45	0,63	0,085	0,056	39,6	175
Stahlguß, geglüht . . . . .	m	0,16	0,45	0,63	0,085	0,056	37,9	136
Stahlguß, ungeglüht . . . . .	n	0,35	0,26	0,66	0,069	0,059	50,0	200
Stahlguß, geglüht . . . . .	o	0,35	0,26	0,66	0,069	0,059	41,3	165

<sup>1)</sup> „Der Kolbenring“, Goetzwerke A.-G., 1943, Nr. 15; vgl. Gabriel, A.: Dr.-Ing.-Dissert. Techn. Hochschule Aachen 1943.

<sup>2)</sup> Vgl. Thum, A., und Th. Lipp: Gießerei 21 (1934) S. 41/49, 64/71 u. 89/95; vgl. Stahl u. Eisen 54 (1943) S. 833, Gießerei 21 (1943) S. 131/41; vgl. Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 213/14.

<sup>3)</sup> Gießerei 27 (1940) S. 59/61.

<sup>3)</sup> C. R. Acad. Sci., Paris, 197 (1933) S. 1417/19.



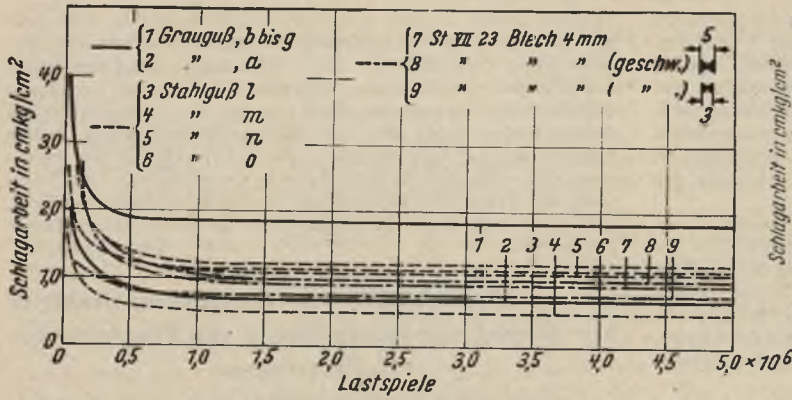


Bild 1. Wöhler-Kurven der untersuchten Werkstoffe.

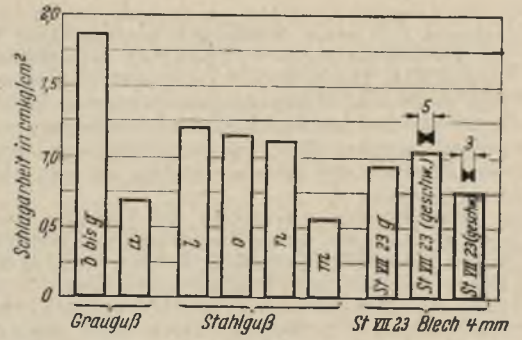


Bild 2. Schlagarbeit der untersuchten Werkstoffe.

Die Zusammensetzung der untersuchten Gußeisensorten sowie die Zusammensetzung der übrigen zum Vergleich herangezogenen Werkstoffe und deren Festigkeitseigenschaften zeigt *Zahlentafel 1*. Es sei erwähnt, daß die Vergleichsproben aus Stahlguß ebenfalls durch Abgießen sehr dünner Probekörper (7x7 mm<sup>2</sup>) gewonnen wurden, um den Abmessungen der endgültigen Proben 3x5x65 mm<sup>3</sup>) mit möglichst wenig Bearbeitungszugabe nahe zu kommen und so noch den Einfluß der Gußhaut in die Ergebnisse einzubeziehnen. Die Flußstahlproben wurden aus Blechen geschnitten. Die geschweißten Flußstahlproben wurden einmal in Richtung der Hochachse, das andere Mal quer dazu geschweißt. Die hier untersuchten Gußeisen waren für Zwecke hochwertiger Kolbenringe besonders entwickelte Sorten mit etwa 31 bis 47 kg/mm<sup>2</sup> Zugfestigkeit. Das Gußeisengefüge bestand aus vorwiegend perlitischer Grundmasse mit feiner Graphitbildung bei Abwesenheit größerer Anteile ausgesprochen eutektischer Gefügeanordnung und nur wenig freiem Ferrit. Das Phosphidnetzwerk war gleichmäßig und engmaschig. Der Phosphorgehalt wurde in den Grenzen von 0,27 bis 0,87 % verändert.

Das Schlagwerk war so entwickelt, daß es die genaue Einstellung von Schlagarbeiten unter 10 cmkg/cm<sup>2</sup> gestattete, da hier anscheinend derjenige Grenzwert der Schlagimpulse liegt, bei denen Grauguß eine gegenüber anderen Werkstoffen gleichwertige oder sogar bessere Lebensdauer aufweist. Durch Veränderung der Schlagmomente wurden Wöhler-Kurven gewonnen, deren Ergebnisse in *Bild 1* zusammengestellt sind; die hieraus abzulesenden Dauerhaltbarkeitswerte sind in *Bild 2* wiedergegeben. Man erkennt, daß das Gußeisen a nur dem Stahlguß m überlegen ist, daß dagegen das neuentwickelte Sondergußeisen b bis g unabhängig vom Phosphorgehalt allen übrigen Vergleichswerkstoffen weit überlegen ist. Beachtenswert ist, daß durch eine Steigerung des Phosphorgehaltes von 0,27 auf 0,87 % kein Abfall, sondern zum Teil sogar ein Anstieg der Dauerhaltbarkeit für die 5-Mill.-Grenze eintrat. Das Verhalten des Stahlgusses m kann als Anhaltspunkt dafür gelten, daß bei so dünnwandigem Stahlguß, wie er hier zum Vergleich herangezogen wurde, das Glühgeschehen der Dünnwandigkeit angepaßt werden muß, sonst wird durch Glühung mit zu langsamer Abkühlung leicht ein Sinken der Festigkeits- und Dehnungswerte sowie der Dauerhaltbarkeit erreicht.

Mit vorliegender Arbeit, die zu weiteren Untersuchungen anregen soll, dürfte wieder ein Beitrag geschaffen worden sein im Sinne einer gerechten Beurteilung des Werkstoffes Gußeisen und dessen zweckmäßigen Einsatzes in der heutigen Technik *Eugen Pucowarsky.*

**\* Kennzeichnung der mechanischen Eigenschaften von Metallen**

Hugh O'Neill<sup>1)</sup> sucht Beziehungen zwischen den Kenngrößen aus dem Zugversuch und denen aus dem Kugeldruckversuch unter Anwendung verschiedener Auswertungsverfahren aufzustellen. Trägt man die wahre Spannung  $\sigma$  (Kraft P, bezogen auf den jeweils vorhandenen verformten Querschnitt F) als Funktion der Einschnürung  $\psi \left( \frac{F_0 - F_1}{F_0} \right)$  auf, so wird oft in einem weiten Bereich vom Erreichen der

Höchstlast  $P_{max}$ , bei dem die Gleichmaßdehnung aufhört und die örtliche Einschnürung beginnt, bis nahe zum Bruch eine geradlinige Beziehung zwischen  $\sigma$  und  $\psi$  beobachtet<sup>2)</sup>. Extrapoliert man gemäß *Bild 1* auf  $\psi = 100\%$ , so wäre eine Endverfestigung R gleich dem doppelten Betrag der auf den verformten Querschnitt  $F_k$  bezogenen Höchstlast  $P_{ma}$  ( $\sigma_k$ ) zu erwarten. O'Neill meint, die oft gemachte Beobachtung, daß gegen den Bruch zu die wahre Spannung nach oben abbiegt (teilweise auch ein Gestalteinfluß<sup>3)</sup> als Folge der örtlichen Einschnürung), so deuten zu müssen, daß die  $\sigma$ - $\psi$ -Beziehung eine Parabel gemäß *Bild 4* sei; eine Gerade werde dann gewonnen, wenn man die wahre Spannung in Abhängigkeit von der Durchmesseränderung  $\frac{d}{d_0}$  zwischen 1 und 0 auftrüge (nach J. Stead<sup>4)</sup>, *Bild 5*). In diesem Falle müßte aber die Endverfestigung für  $\frac{d}{d_0} \rightarrow 0$  das Dreifache von der erwähnten Spannung  $\sigma_k$  am Ende der Gleichmaßdehnung betragen. Als Beweis für die Gültigkeit dieser Beziehung wird die Härte nach Meyer mit einer ähnlichen Verhältniszahl zwischen der mittleren Pressung im Eindruck ( $P: \frac{d^2 \cdot \tau}{4}$ , worin d = Eindrucksdurchmesser) und dem Verformungswiderstand P:F im Zugversuch angeführt.

Die Meyer-Härte ist (wie auch  $H_B$ ) je nach dem Werkstoff mehr oder weniger von dem Verhältnis  $\frac{d}{D}$  (worin D = Kugeldurchmesser) abhängig, was in dem Exponent n der Gleichung:

$$P = a \cdot d^n \text{ oder } p = \frac{4}{\tau} a \cdot d^{n-2}$$

zum Ausdruck kommt. Dieser n-Wert darf natürlich nicht mit dem oben besprochenen Koeffizienten der Endverfestigung verwechselt werden. In doppellogarithmischem Maßstab stellt die Gleichung eine Gerade dar, aus deren Neigung n abgelesen werden kann. Diese Kenngröße ist im Falle großer Verfestigungsfähigkeit hoch (bis 2,5 bei austenitischen Stählen), geht aber bei einem stark kaltverfestigten Werkstoff bis auf 2 zurück. Aus diesem Grunde soll ein hoher n-Wert ein Zeichen guter Verformungsfähigkeit (Tiefziehwerke) und hoher Verfestigungsfähigkeit sein; die letzte soll auch für das Ertragen örtlicher Ueberbeanspruchung (Dauer-Kerbschlag) von Bedeutung sein. Aber dar-

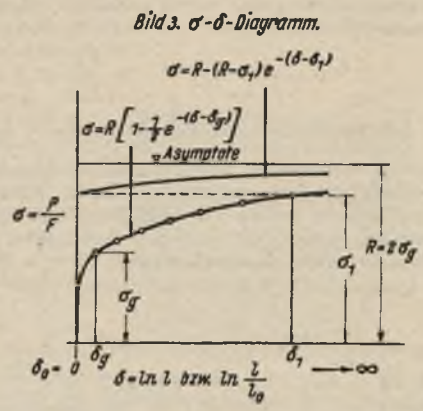
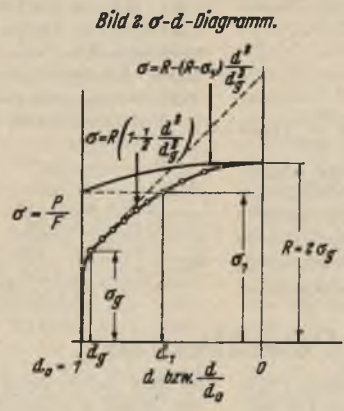
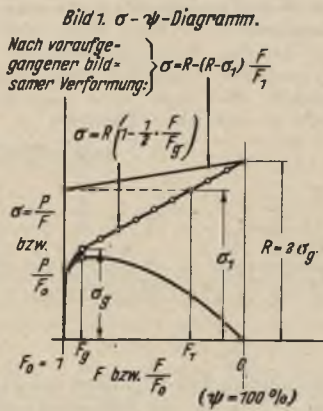
<sup>1)</sup> Moellendorf, W. v. und J. Czochralski: Z. VDI 57 (1923) S. 931/35 u. 1014/20. — Körber, F., u. W. Rohland: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 5 (1924) S. 55/68.

<sup>2)</sup> Berücksichtigt man bei der Auftragung des  $\sigma$ - $\psi$ -Schaubildes diesen Gestalteinfluß, so verläuft die besagte Gerade flacher als die Tangente im Höchstlastpunkt, was auch die Verfestigung kaltgezogener oder gewalzter Proben bestätigt. Erst gegen hohe Querschnittsabnahmen nimmt der Formänderungswiderstand wieder stärker zu, so daß er die Gerade zum Teil wesentlich überschreitet; siehe Körber, F., und H. Müller: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 8 (1926) S. 181/99.

<sup>4)</sup> J. Iron Steel Inst. 107 (1923) S. 377/418; vgl. Stahl u. Eisen 43 (1923) S. 892.

<sup>1)</sup> Engineering 156 (1943) S. 15/16, 18/20, 38/40 u. 56/58.



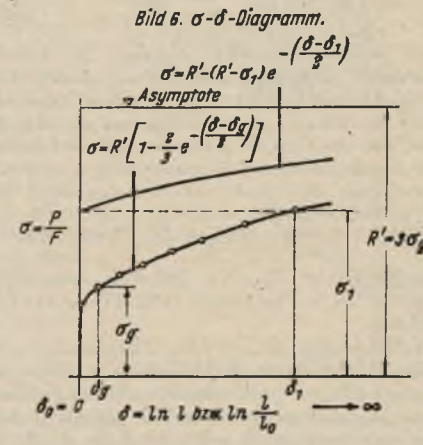
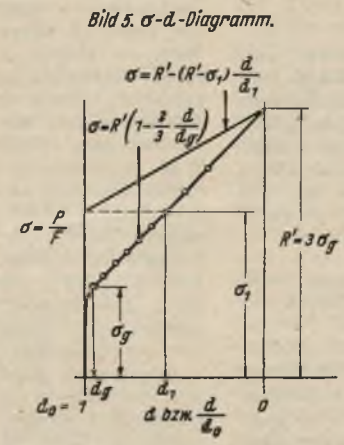
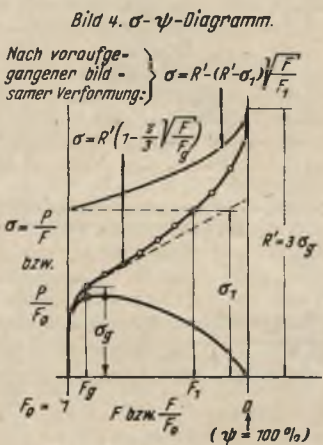


Bilder 1 bis 3. Spannungs-Dehnungs-Schaubilder in verschiedener Darstellung, alle drei aber unter der Annahme einer geradlinigen  $\sigma$ - $\psi$ -Beziehung im Bereich von  $F = F_g$  bis  $F = 0$ .

über hinaus soll zwischen dem P-d-Verlauf beim Zugversuch (Stead) und dem P-d-Verlauf beim Kugeldruckversuch (Meyer) eine Beziehung bestehen, so daß aus der einen die andere durch Umrechnung gewonnen werden könne. Das Hauptergebnis sei die Feststellung, daß der Verfestigungs-Endwert im Stead-Schaubild ( $R = 3 \sigma_g$ ) der Meyer-Härte beim Eindringen der Kugel bis zur Tiefe gleich dem Kugeldurchmesser für ( $\frac{d}{D} = 1$ ) gleich sein soll, ja sogar, dieser Wert sei der sogenannte „Fließdruck“ (Pressure of Fluidity) beim Lochen und beim Strangpressen.

Obzwar eine Beziehung zwischen den beiden P-d-Schaubildern (Zug- und Kugeldruckversuch) sicherlich bestehen wird, muß die Gleichstellung ihrer Endwerte als abwegig bezeichnet werden, was auch in der Erörterung bemerkt wurde. Ebenso ist unwahrscheinlich, daß beim Zugversuch zwischen  $\sigma$  und  $\psi$  oder zwischen  $\sigma$  und  $\frac{d}{d_0}$  so einfache Beziehungen wie in den Bildern 1 bis 3 und 4 bis 6 unbegrenzt bis  $\psi = 100\%$  bzw.  $\frac{d}{d_0} = 0$  bestehen, indem weder  $\psi$  noch  $\frac{d}{d_0}$  ein allgemeingültiges Maß der bildsamen Verformung sein können (beispielsweise beim Druck- oder gar Verdrehversuch). In allen diesen Fällen ist einzig die auf Grund der Gestaltänderungshypothese abgeleitete Vergleichsdehnung  $\delta$ , die im Falle des einachsigen Zuges  $\ln \frac{1}{l_0}$  (nat. log. des Längenverhältnisses nach und vor der Dehnung) beträgt, brauchbar. Sie reicht im Gegensatz zu  $\psi$  (von 0 bis 1) und  $\frac{d}{d_0}$  (von 1 bis 0) von Null bis Unend-

lich, so daß von einer Endverfestigung nicht die Rede sein kann. Es sei nebenbei erwähnt, daß sowohl im Falle einer geradlinigen  $\sigma$ - $\psi$ -Beziehung gemäß Bild 1 als auch  $\sigma$ - $\frac{d}{d_0}$ -Beziehung gemäß Bild 5 die  $\sigma$ - $\delta$ -Beziehung eine Exponentialfunktion wäre, deren Asymptoten bei  $R = 2 \sigma_g$  (Bild 3) oder  $R = 3 \sigma_g$  (Bild 6) lägen. Dieser Endwert  $\delta \rightarrow \infty$  kann aber nie erreicht werden, da es für jeden Spannungszustand eine Verformungsgrenze gibt, bei der Bruch erfolgt. Diese Grenze ist um so weiter, je stärker die tätigen Gleitflächen der Kristallite auf Druck vorgespannt sind. Bei den obigen Betrachtungen muß man die Verfestigung von dem Einfluß der Fließbehinderung durch Reibung oder sonstige Ausweichbehinderung unterscheiden, da im Falle allseitig gleichen Druckes von noch so hohem Betrag kein Fließen eintreten kann. Dies ist der Grund dafür, daß der Eindringwiderstand beim Kugeldruckversuch nahezu das Dreifache der Zugfestigkeit  $\sigma_B$  ausmacht, da ein seitliches Ausweichen der gedrückten Stoffteilchen durch den angrenzenden Werkstoff teilweise verhindert wird. Der mittlere Spannungszustand der gestauchten Zone unterhalb der Eindruckfläche muß aus einem allseitigen Druck bestehen, wobei die Spannungskomponenten quer etwa zwei Drittel von jener längs sein werden. Die hier für das Fließen maßgebende Beanspruchung ist dann nur der Unterschied zwischen der Längs- ( $\sim 3 \sigma_B$ ) und der Quer- ( $\sim 2 \sigma_B$ ) Hauptspannung, somit gleich  $\sigma_B$ . Der hohe Eindringwiderstand stellt den Gestalteinfluß dar und hat mit einer Endverfestigung nichts zu tun. Ähnliches gilt für den Lochungswiderstand. Beim Strangpressen muß der allseitige Druck im Aufnehmer ohnehin für gegen Null abnehmenden Stangenquerschnitt  $F_1$  sehr groß werden, weil bei sonst stets gleichbleibendem Blockquerschnitt  $F_0$  — auch abgesehen von allen inneren und äußeren Reibungsverlusten — die



Bilder 4 bis 6. Spannungs-Dehnungs-Schaubilder in verschiedener Darstellung, alle drei aber unter der Annahme einer geradlinigen  $\sigma$ - $\delta$ -Beziehung im Bereich von  $F = F_g$  bis  $F = 0$  (Stead).



Verformungsarbeit selbst bei konstantem mittlerem Formänderungswiderstand  $k_w$

$$A = k_w \cdot V \cdot \ln \frac{F_0}{F_1}$$

ist, so daß für dasselbe Werkstoffvolumen  $V$  und  $\frac{F_0}{F_1}$  gegen  $\infty$  auch  $A$  rechnerisch gegen Unendlich zunehmen müßte. Naturgemäß gibt es eine Grenze durch Rauwerden der Stangenoberfläche infolge Bruchbildung an Stellen größter Anstrengung, jedoch oft erst bei Pressungen, die wesentlich die vermutete Endverfestigung ( $3 \sigma_g$ ) überschreiten. Diese Grenze leitet bereits aufs Gebiet der Zerspannung

über, was in ähnlicher Weise bei der Erörterung der Ritzhärte<sup>5)</sup> zu beachten ist. Man muß aber stets zwischen der von der Art des Spannungszustandes abhängigen Bruchfestigkeit und der bruchfrei gedachten Endverfestigung unterscheiden; die letzte wird man aber nie — auch annähernd nicht — erreichen können<sup>6)</sup>.

Anton Eichinger.

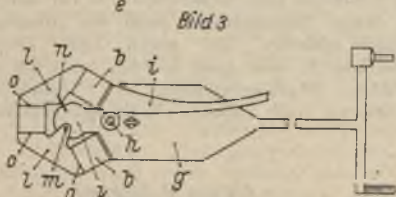
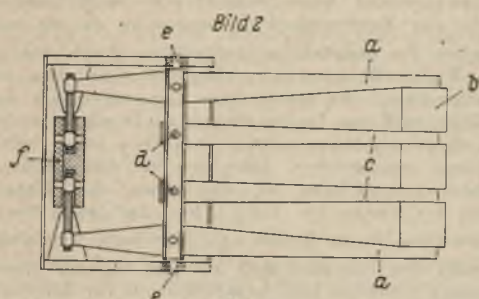
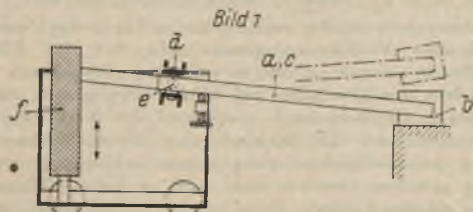
<sup>5)</sup> Faust, O., und G. Tammann: Z. phys. Chem. 75 (1911) S. 108/26. — Tammann, G., u. R. Tampke: Z. Metallkde. 28 (1936) S. 336/37. — Scheil, E., und W. Tonn: Arch. Eisenhüttenw. 8 (1934/35) S. 259/62.

<sup>6)</sup> Bridgman, P. W.: J. appl. Phys. 12 (1941) S. 461/69.

### Patentbericht

Kl. 18 c, Gr. 11<sub>20</sub>, Nr. 740 417, vom 29. Mai 1941. Ausgegeben am 20. Oktober 1943. Mit Zusatzpatent 743 997, vom 1. August 1942; ausgegeben am 6. Januar 1944. Dipl.-Ing. Siegfried Gödl. Beschickungsvorrichtung.

Zwischen den Greifbacken  $a$  der zum gleichzeitigen Einsetzen mehrerer Stücke  $b$  in eine Ofenkammer dienenden Zange liegen Zwischenarme  $c$ , und zwar einer weniger, als Stücke erfaßt werden sollen. Die Greifbacken  $a$  und Zwischenarme  $c$  sind um senkrechte Achsen  $d$  in waagerechter Richtung schwenkbar und um die gemeinsame Achse  $e$  heb- und senkbar. Diese Hubbewegung sowie die auf die Greifbacken  $a$  wirkenden Schließkräfte werden durch die Auf- und Abbewegungen des Mittelstückes  $f$  bewirkt.

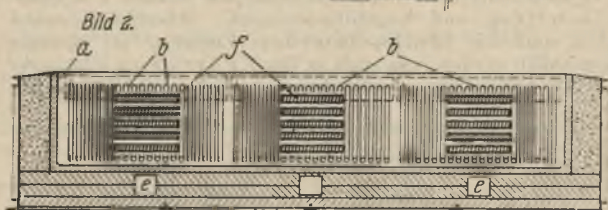
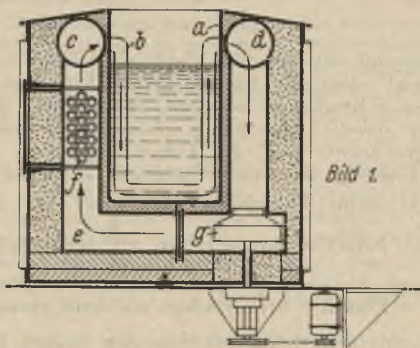


Nach dem Zusatzpatent werden die Greifbacken und Zwischenarme fächerartig angeordnet, so daß die Zange eine geringere Ausladung aufweist. Nach dem Ausführungsbeispiel (Bild 3) ist die eine der Greifbacken als Grundplatte  $g$  ausgebildet, die das Gelenk  $h$  für die andere Greifbacke  $i$  trägt. An der zungenförmigen Verlängerung  $k$  der Grundplatte  $g$  werden ferner die beiden Zwischenarme  $l$ , entweder mit einem Gelenkbolzen  $m$  oder einer Blattfeder  $n$ , gehalten. Die Blöcke  $b$  liegen zwischen den Greifflächen  $o$ .

Kl. 18 c, Gr. 5<sub>10</sub>, Nr. 741 074, vom 2. April 1940. Ausgegeben am 3. November 1943. Firma Otto Junker. Salzbadofen.

Die Beheizung des in der Ofenwanne  $a$  befindlichen Salzbades erfolgt durch die U-förmigen, quer zur Ofenlängsachse angeordneten<sup>2</sup> und nebeneinanderliegenden, rohrförmigen Tauchheizkörper  $b$ , von denen jeweils mehrere zu einer Gruppe zusammengefaßt und innerhalb dieser Gruppe über das längs der Ofenwanne liegende Verteilerrohr  $c$  und das Sammelrohr  $d$  an eine Heizgasumwälzung angeschlossen sind. Das Verteiler- und das Sammelrohr sind für jede

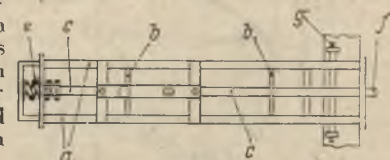
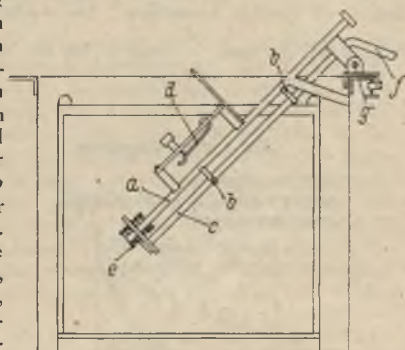
Gruppe durch einen besonderen, den Ofenraum umschließenden Kanal  $e$  verbunden, in dem die zur Aufheizung der Gase dienende (z. B. elektrische) Heizvorrichtung  $f$  und der Lüfter



$g$ , der die Umwälzung in Richtung der Pfeile bewirkt, untergebracht sind.

Kl. 18 c, Gr. 11<sub>20</sub>, Nr. 741 112, vom 12. September 1940. Ausgegeben am 4. November 1943. Vereinigte Oberschlesische Hüttenwerke AG. (Erfinder: Emanuel Dlugai.) Vorrichtung zum Einbringen von Werkstücken in ein Härtebad.

Die Vorrichtung besteht aus einem offenen, schräg in das Ölbad eintauchenden Rahmen mit den beiden Längsteilen  $a$  und der unterhalb ihrer Mitte in Bügeln  $b$  längs verschiebbar gelagerten Stange  $c$ . Auf ihr gleiten die zu härtenden Teile, z. B. die Geschosse, in das Härtebad, wobei ihre Geschwindigkeit durch die Schleiffeder  $d$  abgebremsst wird; am Ende des Rahmens werden sie dann von der Spiralfeder  $e$  aufgefangen. Wird nun die Stange  $c$  am Handgriff  $f$  hochgezogen, so fällt das Werkstück in den Ölbehälter oder in einen darin eingesetzten Korb. Die Vorrichtung ist um das Gelenk  $g$  schwenkbar und an einer Oberkante des Behälters quer verschiebbar.





**Kl. 42 k, Gr. 25, Nr. 741 127, vom 23. November 1941.**  
Ausgegeben am 4. November 1943. Kohle- und Eisen-  
forschung G. m. b. H. (Erfinder: Otto Mellinghaus.)

#### Kerbschlaghammer.

Um die Kerbschlagprobe *a* auf der Schabotte *b* des Kerbschlaghammers mittig aufzulegen, ist ein Anschlag *c* vorgesehen, gegen den die Probe mit einer Stirnseite angelegt wird. Der Anschlag stützt sich gegen die Feder *d*, so daß er den beim Durchschlagen des Prüflings etwa auftretenden quer gerichteten Kräften nachgeben kann. Der Haltekopf *e* des Anschlages ist von den in dem Längsschlitz *f* eingreifenden Schrauben *g* an der Schabotte befestigt und kann auf die jeweilige Probenlänge eingestellt werden.

**Kl. 49 h, Gr. 36<sub>01</sub>, Nr. 741 135, vom 16. Februar 1938.**  
Ausgegeben am 5. November 1943. Gebr. Böhler & Co.,  
AG. (Erfinder: Dr.-Ing. Franz Rapatz und Franz Schütz.)  
Schweißdraht für Auftragschweißungen.

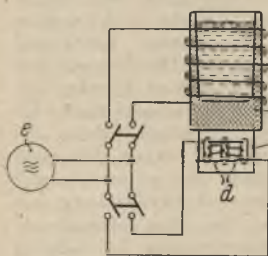
Als Schweißdraht für Auftragschweißungen, die sowohl verschleiß- und warmfest als auch korrosionsicher sein sollen, wird an Stelle der bisher gebräuchlichen stahlähnlichen Legierungen eine Stahllegierung mit 20 bis 50 % W, 12 bis 30 % Cr, 1 bis 1,8 % C, 0,2 bis 2 % Si und bis zu 1 % Mn vorgeschlagen. Als besonders geeignete Legierung wird die folgende genannt: 30 % W, 15 % Cr, 1,35 % C, 1 % Si, 0,35 % Mn, Rest Eisen.

**Kl. 18 d, Gr. 2<sub>50</sub>, Nr. 741 157, vom 18. April 1940.**  
Ausgegeben am 5. November 1943. Fried. Krupp AG.  
(Erfinder: Dr. phil. Hans Heinz Meyer und Dr. phil. Hermann  
Fahlenbrach.) Werkstoff für Zündkerzenelektroden.

Für Zündkerzen wird hohe Wärmeleitfähigkeit, geringe Zündspannung und hohe Beständigkeit gegen den Angriff von Blei, Schwefel und Sauerstoff verlangt und hierfür eine Stahllegierung mit 0,12 bis 0,17 % C, 2,5 bis 2,9 % Si, 17,5 bis 19 % Mn, 1,5 bis 2 % Ni, 8 bis 9,5 % Cr, Rest Eisen, vorgeschlagen. Zur weiteren Herabsetzung der Zündspannung erfolgt ein Zusatz bis zu 0,5 % Ca oder anderer Erdalkalimetalle oder seltener Erdmetalle.

**Kl. 21 h, Gr. 18<sub>15</sub>, Nr. 741 187, vom 24. Februar 1940.**

Ausgegeben am 5. November 1943. Atlas-Werke  
Aktiengesellschaft. (Erfinder:  
Dr. Willy Kunze.) Hochfrequenzinduktionsofen mit einer  
Vorrichtung zur Gefügebeeinflussung der Schmelze durch  
Schallenergie.



Am Boden des mit der Induktionsspule *a* ausgerüsteten Ofens *b* ist der Schallsender *c* angebracht, dessen Erregervicklung mit *d* bezeichnet ist. Erfindungsgemäß wird sowohl die Schmelzwärme als auch die Schallenergie von ein und demselben Generator *e* erzeugt.

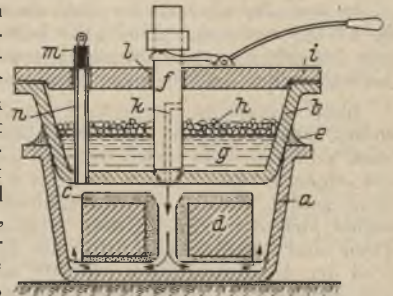
**Kl. 18 d, Gr. 2<sub>20</sub>, Nr. 743 298, vom 16. August 1938.**  
Ausgegeben am 22. Dezember 1943. Deutsche Edelmetallwerke AG. (Erfinder: Dr.-Ing. Gerhard Riedrich.)  
Austenitischer Stahl mit hoher Streckgrenze und hoher Dehnung.

Austenitischer Stahl mit 0,01 bis 0,2 % C, 10 bis 25 % Cr, 5 bis 20 % Ni erfährt durch den Zusatz von 1 bis 3,5 % Si, 0,5 bis 2,5 % Mo und 0,05 bis 0,2 % N<sub>2</sub> bei gleichbleibender Dehnung von 40 bis 50 % eine Heraufsetzung der Streckgrenze auf etwa 50 kg/mm<sup>2</sup>. Eine besonders bewährte Zusammensetzung des Stahles, der sich für bis zu 350 ° beanspruchte Druckbehälter eignet, ist folgende: 0,15 % C, 2,5 % Si, 18 % Cr, 10 % Ni, 1 % Mo, 0,10 % N<sub>2</sub>.

**Kl. 31 c, Gr. 24<sub>01</sub>, Nr. 743 311, vom 1. Juni 1941.**  
Ausgegeben am 22. Dezember 1943. Vereinigte Deutsche Metallwerke AG. (Erfinder: Dr.-Ing. Emil Lay.)  
Vorrichtung zum Angießen hochschmelzender Metalle an stählerne Werkstücke.

Die Vorrichtung besteht aus zwei ineinander gesteckten Tiegeln *a, b*, die, nachdem das in Formsand *c* eingebettete und mit Rotguß, Bleibronze, Zinnbronze, Sondermessing od. dgl. zu umgießende

Maschinenteil *d* in den unteren Tiegel eingebracht ist, bei *e* abgedichtet werden. Der obere Tiegel, dessen Ausflußöffnung mit einem Kohlestab *f* verschlossen ist, wird mit dem Metall *g* und Holzkohle *h* beschickt, der Deckel *i* aufgesetzt und das Ganze in den Ofen gestellt, der das Metall zum Schmelzen bringt, das Maschinenteil vorwärmt und die Luft aus dem unteren Tiegel durch die Bohrung *k* und den Deckschlitz *l* entweichen läßt. Beim Anheben des Verschlussbolzens *f* fließt das Metall in den unteren Tiegel ab. Die Gase entweichen dabei durch das inzwischen vom Verschluss *m* befreite Standrohr *n*.



**Kl. 18 b, Gr. 1<sub>02</sub>, Nr. 743 377, vom 13. Februar 1940.**  
Ausgegeben am 24. Dezember 1943. Fried. Krupp AG.  
(Erfinder: Dr.-Ing. Karl Knehan und Dipl.-Ing. Norbert  
Berndt.) Verfahren zum Erschmelzen von für die Kokillen-  
herstellung geeignetem Gußeisen im Gießereischachtofen.

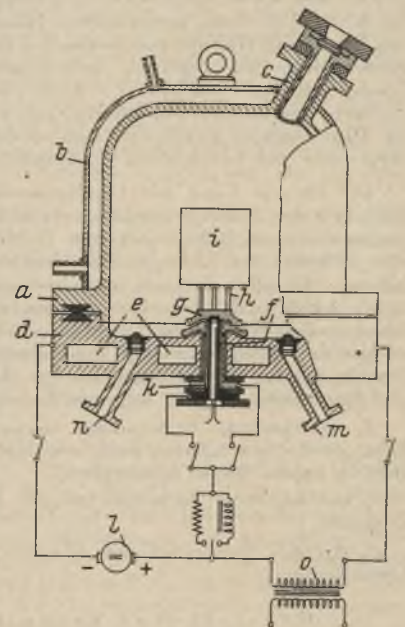
Der bisher gebräuchliche Einsatz an Hämatit kann ganz oder so weit durch Kokillenbruch und/oder Stahlschrott ersetzt werden, daß der Anteil des Hämatits weniger als 75 % beträgt, wenn der bisher zum Niederschmelzen üblicherweise gebrauchte Gießereikoks ganz oder teilweise durch Pechkoks ersetzt wird.

**Kl. 40 b, Gr. 2, Nr. 743 402, vom 1. Mai 1938.**  
Ausgegeben am 24. Dezember 1943. Bernhard Berg-  
haus und Wilhelm Burkhardt. Verfahren und  
Vorrichtung zur Herstellung von Sinterkörpern.

Die aus Metallpulvern, Hartmetallkarbiden od. dgl. bestehenden Preßkörper werden zu ihrer Erhitzung, welche die Sinterung bewirkt, bei vermindertem Druck von vorzugsweise 5 bis 0,1 mm Hg als Anode geschaltet oder neutral angeordnet einer elektrischen Glühstromladung ausgesetzt, wobei als Füllgas für die Gasentladung Wasserstoff, Stickstoff, Ammoniak,

Kohlenwasserstoffe oder Edelgase verwendet werden. Der Sinterofen besteht aus einem Oberteil *a* mit dem Kühlmantel *b*; der Stutzen *c* dient zur Aufnahme eines Schauglases. An dem Unterteil *d*, der mit Kühlkanälen *e* versehen ist, ist eine metallische, isolierte und abgeschirmte Durchführung *f* angebracht, die eine elektrisch leitende oder isolierende

Platte oder Abschirmhaube *g* trägt, die unter Zwischenschaltung von metallischen oder isolierenden Stäben *h* zur Lagerung der Sinterkörper *i* dient. Unter der Platte *g* liegt eine isoliert und abgeschirmte Hilfsselektrode *k*. Bei Anlegen der Gleichstromquelle *l* ist die Ofenwandung als Kathode und der Sinterkörper oder die Hilfsselektrode als Anode geschaltet. Die Anschlußstutzen für die Vakuumpumpe und für die Einleitung des Füllgases sind mit *m* und *n*, die Wechselstromquelle mit *o* bezeichnet.



Unter der Platte *g* liegt eine isoliert und abgeschirmte Hilfsselektrode *k*. Bei Anlegen der Gleichstromquelle *l* ist die Ofenwandung als Kathode und der Sinterkörper oder die Hilfsselektrode als Anode geschaltet. Die Anschlußstutzen für die Vakuumpumpe und für die Einleitung des Füllgases sind mit *m* und *n*, die Wechselstromquelle mit *o* bezeichnet.



# Wirtschaftliche Rundschau

## Besondere Aufgaben der britischen Stahlindustrie

In den „Nachrichten für Außenhandel“<sup>1)</sup> hat Dr. Bruno Richter unter dem Titel „Die britische Kriegswirtschaft“ eine bemerkenswerte Abhandlung veröffentlicht, der wir die nachstehenden Ausführungen entnehmen.

Beim Einsatz des wichtigsten kriegswirtschaftlichen Rohstoffes, nämlich Eisen, war Großbritannien von Anfang an stark gehemmt. Dies ist bis heute so geblieben. Im Vergleich mit seinem größten Gegner erscheint die britische Eisenerzeugung gering. Neben der amerikanischen Leistungsfähigkeit nimmt sich die britische noch winziger aus. Die britische Eisen- und Stahlindustrie hatte ihre Erzeugung bereits während der Aufrüstungsjahre vor 1939 auf das äußerste gesteigert, während die amerikanische ihre Anlagen 1939 kaum zur Hälfte ausnutzte. Auch gegenüber der sowjetrussischen Eisen- und Stahlfertigung blieb die britische trotz allen Anstrengungen in den letzten Vorkriegsjahren erheblich zurück.

In ihrer Rohstoffversorgung war die britische Eisen- und Stahlindustrie vor Kriegsausbruch in hohem Grade von ausländischen Zufuhren abhängig. Erze wurden in großem Umfange aus Schweden, Norwegen, Spanien und Nordafrika bezogen. Halbzeug für die in der britischen Eisenwirtschaft so wichtigen „re-rollers“ kam in stattlichen Mengen und zu wohlfeilen Preisen aus Belgien, Luxemburg und Nordfrankreich. Sogar Roheisen wurde eingeführt, und zwar letzthin selbst aus einem so entfernten Gebiet wie Britisch-Indien.

Diese Schwachpunkte waren den verantwortlichen Männern wohl bewußt. In der Politik trachtete man danach, eine Gewähr für ein leidlich ungestörtes Weiterarbeiten dadurch zu schaffen, daß man die Erz-, Roheisen- und Halbzeuglieferländer in den britischen Macht- und Einflußbereich zu bringen, sie auf jeden Fall aber gegen einen feindlichen Zugriff abzuschirmen versuchte. Die Industrie bemühte sich, durch Verträge kaufmännischer Art vorzusorgen. Schrott wurde in steigenden Mengen aus den Ver. Staaten bezogen.

Einige Monate vor Kriegsausbruch tauchte in Kreisen der britischen Eisenindustrie der Plan auf, sich unter der Bezeichnung „strategische Roheisenvorräte“ ein Rohstofflager für die Kriegsarbeit der britischen Stahlöfen anzulegen. Man sprach damals von einem Roheisenvorrat von etwa 1 Mill. t. Zweifellos ist ein beträchtlicher Teil hiervon bei Ausbruch der Feindseligkeiten tatsächlich vorhanden gewesen. Der größte Teil dieser neuartigen Rohstoffhalde dürfte, da man im Kriegsfall eine bedrohlichen Hämatit-Engpaß befürchten mußte, aus Hämatiteisen bestanden haben. Diese Rohstoffhalde wurde bald abgebaut, doch bemüht man sich immer wieder um ihre Auffüllung. Auch die Ausbeutung der riesigen Lagerstätten phosphorhaltiger und eisenarmer Erze in Mittelengland wurde von den obersten Stellen und der Regierung mit besonderem Wohlwollen betrachtet.

Die für ein Land wie Großbritannien verhältnismäßige Kleinheit der Stahlleistungsfähigkeit und Stahlerzeugung, die letztgenannte in Höhe von knapp 13 Mill. t, stellt der obersten Führung der Eisen- und Stahlwirtschaft besondere Aufgaben. Mit aller Tatkraft muß hier noch mehr als in anderen Ländern dafür gesorgt werden, daß die im Verlaufe eines großen Krieges häufig erforderlich werdenden Änderungen des Erzeugungsplanes ohne allzu große Reibungen und Verzögerungen durchgeführt werden können. Gleichzeitig sind beim Rohstoffeinsatz folgende Marschwege vorgezeichnet:

1. zunehmende Verwendung eisenarmer einheimischer Erze, da die verfügbaren Erze aus dem Auslande dem Bedarf in keiner Weise entsprechen;
2. zunehmendes Zurückgreifen auf einheimisches Halbzeug und
3. strenges Haushalten mit dem im Lande vorhandenen Hämatiteisen.

### Rohstoff- und Brennstofflage

Ueber die Rohstoff- und Brennstofflage der britischen Eisen- und Stahlindustrie läßt sich in der Mitte des fünften Kriegsjahres folgendes feststellen:

**Koks:** Klagen über mangelnde Versorgung sind kaum vernehmbar. Auf den Hochöfen ist Koks in ausreichenden Mengen laufend greifbar. Die weitere Entwicklung wird

jedoch mit Sorge betrachtet, nachdem die Brennstoffzuteilung im Dezember 1943 um 10 % gekürzt worden ist.

**Schrott:** In vier Kriegsjahren wurden 2,5 Mill. t Eisen- und Stahlschrott einschließlich 0,5 Mill. t alter Gitter gesammelt. Nachdem das Land in vier Kriegsjahren mehrmals auf Alteisen ausgekämmt worden ist, ist der Schrottanfall jetzt merklich geringer. Namentlich gute Sorten sind recht knapp geworden, während leichtere und minderwertige Sorten reichlicher vorhanden sind. Die Verbraucher werden gemahnt, mehr und mehr leichtere Sorten zu verwenden. Diese Vorschläge werden jedoch nicht gern beherzigt. Die Sammlung und das Auslesen werden durch Arbeitermangel behindert. Im Versand macht sich der Wagenmangel unangenehm fühlbar. Klagen über die Güte sind häufig. Die Schrottlage in Großbritannien und den Vereinigten Staaten wird durch den Vorschlag beleuchtet, daß man auf den Land- und Seekriegsschauplätzen im Mittelmeer für Schrottsammlungen sorgen solle. Zunächst wurde eine monatliche Sendung von 20 000 t nach Großbritannien vorgeschlagen. Man weist darauf hin, daß Sammlung und Sortierung der verschiedensten Schrottsorten in italienischen Häfen in hohem Maße entwickelt seien, da die italienische Stahlindustrie an einen hohen Schrotteinsatz gewöhnt war. Andere kleinere Anlagen gibt es in Algier, Palermo und Süditalien. Sauerstoffanlagen, die früher von der französischen Gesellschaft Air Liquide betrieben wurden, befinden sich in Tunis, Algier, Oran und Casablanca. Die Vorbereitung des Schrotts im Auslande würde, so heißt es, Einsparung an Schiffsraum und Arbeitskräften ermöglichen.

**Erze:** Die Einfuhr hochwertiger ausländischer Erze hat im Winter 1943/44 zugenommen. Allerdings entspricht die Einfuhrsteigerung keineswegs den Erwartungen, wie man sie seit dem Herbst 1943 hegen zu dürfen glaubte. Mit den eingeführten Erzen muß daher sehr Haushälterisch umgegangen werden. Erschwerend kommt hinzu, daß der Gehalt geringer ist als früher. Im Gegensatz zu ausländischen sind die phosphorhaltigen einheimischen Erze reichlicher vorhanden. Ihr Abbau hält sich auf hohem Stande.

**Roheisen:** In der Roheisenversorgung der Stahlwerke ist im Laufe etwa der letzten 12 bis 15 Monate eine bemerkenswerte Veränderung eingetreten. Während die Hütten Ende 1942 überhaupt nicht wußten, woher sie das Roheisen zur Stillung der stürmischen Nachfrage nehmen sollten, ist gegenwärtig eine befriedigendere Versorgung der Kundschaft möglich. Diese Feststellung bezieht sich jedoch lediglich auf Thomasroheisen, da dessen Erzeugung noch etwas weiter gesteigert werden konnte. Die Verbraucher sind teilweise sogar zur Ansammlung kleiner Vorräte imstande. Nach Hämatit ist die Nachfrage unentwegt stark; sie geht über die laufende Erzeugung bedeutend hinaus. In allen Berichten wird über Hämatitknappheit geklagt. Die Steel Control kargt sehr mit der Zuteilung. Wo es nur immer möglich ist, werden die Verbraucher zur Verwendung von anderen Roheisensorten angehalten. Um die Jahreswende 1943/44 hieß es einmal, die Hämatiterzeugung habe leicht erhöht werden können, seitdem hochwertige Erze aus Nordafrika hereingekommen seien.

**Halbzeug:** In der zweiten Jahreshälfte 1943 hat die englische und walisische Herstellung erheblich zugenommen. Der Rückgriff auf Vorräte wurde weniger zwingend. Gegen Jahresende konnten sich die Verbraucher fast völlig auf einheimisches Halbzeug beschränken. Die re-rollers erhalten im Gegensatz zu früher ihren Werkstoff heute hauptsächlich von britischen Lieferanten, weil die Steel Control ihre Bestände an eingeführtem Halbzeug möglichst lange strecken will. Eine neue Auffüllung der Lager ist offenbar schwierig. Die re-rollers verarbeiten neben erstklassigen Knüppeln, Brammen und Blechpaketen nennenswerte Mengen von Stahlabfällen und fehlerhaftem Halbzeug.

Der Hämatit-Engpaß liefert die wichtigste Erklärung dafür, daß die Briten ihre Eisen- und Stahlleistungsfähigkeit im Kriege nicht wesentlich ausgebaut haben. An Rohstoffen für neue Hochöfen und Stahlöfen hätte es an sich nicht gefehlt. Trotz verstärkter Schrottsammlungen in der letzten Aufrüstungszeit vor Kriegsausbruch sind in dem ältesten großen Eisenlande der heutigen Zeit bedeutende Alteisenvorräte vorhanden. Ausgedehnte und leicht zugängliche Erzlagerstätten in Mittelengland warten gleichfalls auf Abbau, doch lastet die frühere Geringschätzung des Thomas-

<sup>1)</sup> 14 (1944) Nr. 73 und 79.



stables noch heute schwer auf der britischen Stahlindustrie. Die Schrottvorräte sind im Kriege weitgehend aufgebraucht worden. Dagegen sind die Erzvorkommen Mittelenglands bisher nur in beschränktem Rahmen ausgewertet worden. Infolgedessen ist Großbritannien wohl das einzige kriegsführende Land, das seine Eisen- und Stahlerzeugung seit 1939 nicht wesentlich über den Vorkriegsstand hinaus gesteigert hat. Die britische Staatsführung ist seit Kriegsausbruch gezwungen gewesen, vor allem in den Vereinigten Staaten und Kanada, daneben aber auch in anderen Uebersee-Ländern, nach Bezugsquellen für Stahl verschiedener Erzeugungsstufen Ausschau zu halten.

#### Gegenwärtige Erzeugungsumstellungen

Die Lage der britischen Eisen- und Stahlindustrie wird im Frühjahr 1944 durch folgende Umstände gekennzeichnet: Die Auftragsbücher haben sich etwas gelichtet. Ob es sich um mehr als eine vorübergehende Erscheinung handelt, steht noch nicht fest. Es liegen Abbestellungen und Verschiebungen von Staatsaufträgen vor. Neue Bestellungen betreffen, wie übrigens bereits seit der zweiten Hälfte des Vorjahres, teurere Stähle, sonstige Sonderstähle, Sonderbleche, kaltgewalzten Stahl, nichtrostende sowie säurefeste Stähle. Auf der anderen Seite fällt auf, daß Aufträge auf Leichtguß nachgelassen haben. Das neue Programm scheint von der Rohstoffseite auf Schwierigkeiten zu stoßen. Die Gesamtleistung dürfte kaum aufrechterhalten werden können. Die für die gesamte britische Eisen- und Stahlindustrie festgestellte leichte Entspannung weist deutlich darauf hin, daß das neue Programm, namentlich im Schiffbau, mühevoll durch den Hämatit-Engpaß hindurchgezwängt werden muß.

Im Produktionsprogramm der Eisen- und Stahlindustrie schälen sich folgende Verlagerungen heraus, die teilweise bereits vor einigen Monaten begonnen haben:

Eine Erzeugungsverminderung war zunächst bei Munitions- und Baustahl eingetreten. Der Rückgang war

monatlang recht erheblich, da die britische Artillerie bis zum Italienfeldzug erst auf einen mäßigen Einsatz zurückblicken konnte. Unter dem Eindruck der Erfahrungen in Italien und in Erwartung größerer Materialschlachten scheint die Munitionsherstellung gegenwärtig wieder verstärkt zu werden. Bei Baustahl ist der Rückgang im ganzen geringer gewesen als bei der Geschützmunition. Schwere Baustahlorten werden nur noch wenig gefragt, da die Ausrüstung der britischen Industrie mit kriegswichtigen Erzeugungsstätten im Laufe des Jahres 1943 abgeschlossen werden konnte. Leichtere Sorten sind jedoch nach wie vor begehrt.

Eine gleichbleibende Herstellung liegt auf folgenden Gebieten vor: Lokomotiv- und Wagenfabriken, Schienenfabriken, Kraftanlagen, Röhrenfabriken, Bergbaustahl sowie Teile der Schwermaschinenindustrie.

Eine Herstellungszunahme verzeichnen vor allem Erzeugnisse für Flugzeuge und Schiffbau. Auch bei einem Teil des Schiffsmaschinenbaues müssen beträchtliche Steigerungen vorliegen. Ende 1943 sollen besonders Schnellarbeitsstahl und Stahllegierungen das Höchstmaß der Erzeugung noch nicht erreicht haben, so daß zum Ausgleich die Erzeugung auf anderen Gebieten eingeschränkt werden mußte. Es ist fraglich, ob dieser Ausgleich allein von Munitions- und Baustahl getragen werden konnte. Bei der Panzerherstellung sind die Herstellungsverchiebungen schwerer erkennbar.

Bei der vorstehenden Uebersicht handelt es sich mehr um das Programm als um die tatsächliche Erzeugung. Diese bleibt in verschiedenen Fällen hinter dem Soll zurück. In den großen Schiffbaugebieten, wie Westschottland, englische Nordwestküste, englische Nordostküste und Südwaales, können die Werften, die einer besonders hohen Dringlichkeitsstufe angehören, nur mit den erforderlichen großen Stahlmengen beliefert werden, weil bei anderen wichtigen Verbrauchern gewisse Abstriche vorgenommen wurden.

## Buchbesprechungen

Kersten, Martin, Dr.-Ing., Oberingenieur und Leiter der Entwicklungsabteilung für magnetische Werkstoffe der Siemens & Halske A.-G.: *Grundlagen einer Theorie der ferromagnetischen Hysterese und der Koerzitivkraft*. Mit 22 Abb. Leipzig: S. Hirzel 1943. (VIII, 88 S.) 8°. 4,80 RM.

Die bisherigen Bemühungen, die ferromagnetische Hysterese und die Koerzitivkraft zu erklären, gingen von der von Forrer und später von Preisach beobachteten Erscheinung aus, daß die Feldstärke, die notwendig ist, um die Wände zwischen den einheitlich magnetischen Weisschen Bezirken zu verschieben, durch mechanische Spannungen geändert werden kann. Die Abschätzung der hierfür erforderlichen Arbeit aus den Beträgen von Kristallenergie, Spannung, Magnetostriktion und Magnetisierung bildet den Hauptinhalt der Spannungstheorie von R. Becker. Diese Theorie hatte ihre Erfolge vor allem bei den magnetisch weichen Werkstoffen mit hoher Magnetostriktion, bei denen die Spannenergie groß gegen die Kristallenergie ist. Bei magnetisch harten Werkstoffen führte die Theorie zu unwahrscheinlich hohen Beträgen der inneren Spannungen. Kersten behält in seinem R. Becker gewidmeten Buche die Formulierung für die zur Wandverschiebung notwendige Arbeit bei und stellt neben die Spannenergie des als homogen vorausgesetzten Werkstoffs die Wandverschiebungsenergie in solchen Werkstoffen, die durch unmagnetische oder schwächer magnetische Einschlüsse heterogenen Charakter haben.

Bei Werkstoffen mit fein dispersen Ausscheidungen besteht die Wahrscheinlichkeit, daß zahlreiche Blochsche Wände nicht allein aus dem homogenen ferromagnetischen Grundwerkstoff bestehen, sondern es werden auch zahlreiche Einschlüsse in der Ebene der Wand liegen, und zwar um so mehr, je feinkörniger die Ausscheidungen sind und je größer ihr Anteil am Gesamtvolumen des Werkstoffs ist. Diese Stellen weisen entweder wegen des unmagnetischen Charakters oder wegen der im Vergleich zum Grundwerkstoff geringeren Magnetisierbarkeit der Einschlüsse eine geringe Energiedichte der Wandenergie auf; es wird also eine vermehrte Wandenergie notwendig sein, wenn man die Wand aus dem durch Einlagerungen geschwächten Querschnitt in einen homogenen von ferromagnetischem Grundwerkstoff ausgefüllten Querschnitt verschieben will; dieser Zuwachs der Wandenergie muß aus der potentiellen Energie des Feldes

gedeckt werden. Bei gegebener Sättigungsmagnetisierung ist die zur Wandverschiebung notwendige Feldstärke proportional dem Anstieg der Wandenergie in der Verschiebungsrichtung. Mit diesen Grundvorstellungen erklärt Kersten die Koerzitivkraft vieler Werkstoffe ohne die Mitwirkung innerer oder äußerer mechanischer Spannungen; die Spannungen können zusätzlich am Zustandekommen der Koerzitivkraft beteiligt sein, brauchen es aber nicht. Maßgeblich ist das Verhältnis der Kristallenergie zur Spannenergie; bei überwiegender Spannenergie wird man die bisherige Spannungstheorie anwenden, bei überwiegender Kristallenergie dagegen die neue Fremdkörpertheorie. Bei reinem Eisen beträgt beispielsweise die Spannung, die eine der Kristallenergie gleiche Spannenergie liefert, bereits 50 kg/mm<sup>2</sup>. Bei Nickel ist der entsprechende Betrag wesentlich kleiner. Dadurch erklärt sich der außerordentlich große Einfluß der mechanischen Spannungen auf die Hysterese des Nickels.

Kersten zeigt sodann quantitativ, welchen Einfluß einerseits die Kristallenergie und die Sättigungsmagnetisierung und andererseits der Volumenanteil, die Teilchengröße, die Gestalt und der gegenseitige Abstand der Fremdkörper auf die Wandenergie und auf die Grenzfeldstärke haben. Diese Einflußgrößen sind in vielen Fällen bekannt oder doch der experimentellen Bestimmung zugänglich; für schwierige Fälle denkt Kersten an die Anwendung des Elektronenmikroskops zur Bestimmung der Teilchengröße und des Teilchenabstands.

Ein großer Abschnitt ist der Anwendung der neuen Theorie auf bekannte Versuchsergebnisse gewidmet. Die Kristallenergie ist für Eisen, für Eisen-Silizium-Legierungen und Eisen-Kobalt-Nickel-Legierungen bekannt, für zahlreiche schwach legierte Werkstoffe kann sie der des reinen Eisens gleichgesetzt werden. Kersten berechnete die Koerzitivkräfte zahlreicher Eisenlegierungen mit Ausscheidungen von Kupfer, C (Graphit) C (Fe<sub>3</sub>C), Stickstoff, Schwefel, Phosphor, Beryllium, Titan, Molybdän und Wolfram und stellte sie den experimentell bekannten Zahlen gegenüber. Diese Reihe enthält Koerzitivkräfte zwischen 0,1 Oersted und 200 Oersted. Die Rechnung wird fast durchgängig vom Experiment so weit bestätigt, daß wenigstens die Größenordnungen übereinkommen. In einzelnen Fällen, wie bei den von Köster untersuchten Eisen-Stickstoff-Legierungen, kann sogar gezeigt werden, daß die Rechnung mit nadelförmig angenommenen Fremdkörpern mit dem Experiment wesentlich besser über-



einstimmt als die Rechnung mit der Annahme der Kugelgestalt. Die experimentell bekannten Koerzitivkräfte der Eisen-Kupfer-Legierungen betragen etwa ein Drittel der nach Kerstens Theorie bei günstigstem Verteilungsgrad des ausgeschiedenen Kupfers errechneten Beträge. Es wird vielleicht einmal möglich sein, bei genauerer Bestimmung der Teilchengrößen der Ausscheidungen zu einer noch besseren Übereinstimmung zu gelangen. Die Koerzitivkräfte der Eisen-Kohlenstoff-Legierungen liegen bei ungehärteten Stählen unter den für günstigste Verteilung berechneten Werten, bei gehärteten darüber. Für die letzten nimmt Kersten an, daß dem tetragonalen Martensit eine höhere Kristallenergie zukommt als dem reinen Eisen, eine Vermutung, die zunächst noch unbewiesen, aber keineswegs von vornherein abzulehnen ist. Bei den weichen Stählen schließt Kersten aus dem Zurückbleiben der beobachteten Koerzitivkräfte gegenüber den höchstmöglichen, nach der Theorie berechneten, auf einen Teilchenabstand, der mit den von Graf beobachteten Abständen der Gitterfehlstellen recht gut übereinstimmt und kommt zu der Vermutung, daß sich der Kohlenstoff vorwiegend an diesen Gitterfehlstellen ausscheidet. Für die bekannte Erniedrigung der Koerzitivkraft des Eisens durch Siliziumzusatz schreibt Kersten der Erniedrigung der Kristallenergie durch Silizium einen merklichen Anteil zu. Bei Eisen-Molybdän- und Eisen-Wolfram-Legierungen werden die von der Theorie berechneten Beträge etwas überschritten; es bleibt zunächst offen, ob diese Abweichung als Folge einer durch den Legierungszusatz erhöhten bisher nicht gemessenen Kristallenergie, oder als Folge der außer acht gelassenen mechanischen Spannungen anzusehen ist.

Besonders wertvoll ist auch noch die Abschätzung der höchst erreichbaren Koerzitivkräfte nach der Fremdkörpertheorie; Kersten kommt hier zu der Zahl 5000 Oersted, die mit der früher von Akulov geschätzten übereinstimmt und nicht wesentlich über den heute experimentell bekannten Spitzenwerten von 4000 Oersted liegt.

Bei hinreichend großer Kristallenergie kann man unter Vernachlässigung der Spannungsenergie mit Kerstens Formel die Koerzitivkraft aus lauter störungsunempfindlichen Werkstoffkonstanten errechnen; von diesen weisen nur die Kristallenergie, die Sättigung und das der Temperatur proportionale Austauschintegral einen merklichen Temperaturgang auf. Der Temperaturgang der Koerzitivkraft müßte also berechenbar sein; tatsächlich stimmt der beobachtete Gang der Koerzitivkraft eines weichen Eisens bei Annahme einer nicht gemessenen, aber glaubwürdigen Größe der Karbidteilchen recht gut mit dem berechneten überein; man darf wohl mit Recht hierin eine wesentliche Bestätigung der Fremdkörpertheorie sehen.

Es ist sehr zu begrüßen, daß die neue Theorie der Spannungstheorie an den Stellen ihrer bisherigen Erfolge ihren Raum läßt, und daß sie andererseits eine Erklärung bietet für die zahlreichen Fälle, in denen bisher Beobachtung und Theorie nur durch Annahme hoher experimentell nicht nachgewiesener Spannungen in Einklang gebracht werden konnten. Freilich bedarf die neue Theorie, wie von Kersten zugegeben und auch gefordert wird, noch mancher Ergänzungen und Bestätigungen. Es darf erwartet werden, daß die Fremdkörpertheorie die magnetische Werkstoffforschung in vielen Richtungen anregen und fördern wird.

Werner Jellinghaus.

## Vereinsnachrichten

### Von unseren Hochschulen

Unser Mitglied Professor Dr.-Ing. M. Paschke, Rektor der Bergakademie Clausthal-Zellerfeld und Direktor des Instituts für Eisenhütten-, Gießerei- und Emailierwesen, ist durch Erlass beauftragt worden, mit sofortiger Wirkung bis auf weiteres vertretungsweise die Leitung des Eisenhütteninstituts der Technischen Hochschule Berlin zu übernehmen. Seine Tätigkeit an der Bergakademie Clausthal-Zellerfeld behält Professor Paschke auch weiterhin bei.

### Eisenhütte Südwest,

#### Bezirksverband des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.

Unter starker Beteiligung der Eisenhüttenleute der Westmark und des Mosellandes sowie von Gästen aus der weiterverarbeitenden Industrie hielt die Eisenhütte Südwest, Bezirksverband des Vereins Deutscher Eisenhütten-

leute im NSBDT., unter Leitung ihres Vorsitzenden, Kommerzienrat Dr. H. Röchling, am 7. Mai 1944 in Luxemburg eine Arbeitstagung ab.

In seinen Worten zur Begrüßung gedachte der Vorsitzende u. a. auch kurz des Umstandes, daß die Eisenhütte Südwest in diesem Jahre auf ein 40jähriges Bestehen zurückblicken kann. Er führte in kurzen Worten die Gedanken zurück auf die großen Ereignisse, die diese Zeitspanne in sich einschließt, und gab dann seiner besonderen Freude darüber Ausdruck, daß nach langer Pause jetzt Luxemburg zum ersten Male wieder als Tagungsort gewählt werden konnte. Den an der Vorbereitung und Durchführung der Tagung beteiligten Herren, nicht zuletzt der Arbed als Gastgeber, sprach er seinen herzlichsten Dank aus.

Anschließend nahm der Gauhauptamtsleiter für Technik im Gau Moselland, Heß, das Wort zur Begrüßung, in der er auf die Verbundenheit des Gaus Moselland mit der Eisenhütten-technik einging, und dann zum Wesen der Technik als einer der Grundlagen der menschlichen Kultur Stellung nahm. Er unterstrich weiter die großen Aufgaben, die dem deutschen Ingenieur im heutigen Schicksalskampf zufallen, und wünschte der Arbeit der deutschen Eisenhüttenleute vollen Erfolg.

Im Namen des Chefs der Zivilverwaltung und des Gauleiters des Gaus Moselland sprach anschließend Regierungspräsident Siekmeier. Nach Worten des Grußes leitete er über zur Geschichte der Eisen- und Stahlgewinnung im Gau Moselland. Wir kommen auf die Ausführungen an anderer Stelle dieser Zeitschrift demnächst noch ausführlich zurück.

Zu den Fachvorträgen übergehend, sprach zunächst Dipl.-Ing. F. Kösters über

#### „Werkstoffersparnis durch vergütete Thomasstähle und deren Herstellung aus der Walzhitze“.

Der Vortragende zeigte dabei, wie durch geeignete Nachbehandlung der Walzstahl wesentlich verbesserte Festigkeitseigenschaften erhalten kann, und erläuterte an einigen Beispielen aus dem Gebiete des Kranbaues, der Hallenkonstruktion und des Streckenausbauens in den Bergwerksbetrieben, welche bedeutende Werkstoffersparnisse sich hierdurch erzielen lassen.

Durch Erörterungsbeiträge der Herren Dr.-Ing. W. Dick, Dipl.-Ing. R. Schäfer, Dr.-Ing. F. Nehl, Dr.-Ing. W. Stich und Dr.-Ing. W. Küntschner wurden die Darlegungen des Vortragenden noch weiter vertieft und ergänzt und damit die Aufgabenstellung noch klarer herausgestellt. Die Bedeutung, die diesen Arbeiten beizumessen ist, faßte Kommerzienrat Röchling in seinem Dank an die Vortragenden noch einmal besonders zusammen.

Es ist inzwischen bereits in die Wege geleitet, daß diese Arbeiten in den zuständigen Fachausschüssen usw. schnellstens weitergefördert werden.

Den Abschluß der Arbeitstagung bildete ein Vortrag von Geheimrat Professor Dr. Kühnemann zu dem Thema

#### „Der Weg Deutschlands und das deutsche Heute“.

Mit zu Herzen gehenden Worten ließ der Vortragende ein Bild entstehen von dem schweren kampfreichen Weg des deutschen Geistes und des deutschen Staates zum eigenständigen Leben in 2000jähriger Geschichte. Er deutete dabei die Gegenwart als den Kampf, dem deutschen Geist den ihm angemessenen Staat zu erringen.

Mit besonderem Beifall dankte die Versammlung dem Vortragenden für die erlebnisreiche Stunde.

In anregendem Gedankenaustausch blieben anschließend die Eisenhüttenleute mit ihren Gästen noch einige Stunden vereint.

### Aenderungen in der Mitgliederliste

Auwers, Otto v., Dr. phil. habil., Professor, Berlin-Siemensstadt, Schuckertdamm 334	43 062
Baumann, Georg, Betriebsdirektor, Duisburg-Hamborn, Franz-Lenze-Str. 2	36 019
Berndt, Norbert, Dipl.-Ing., Obergeringenieur, Gießereileiter, Schönberg (Holst.), Theodor-Storm-Str. 3	29 234
Buchholz, Friedrich Karl, Dr.-Ing., Betriebsdirektor, Kattowitz-Nord, Königshütter Str. 68	31 014
Buresch, Hans-Joachim, Dipl.-Ing., Stahlwerkschef, Roßlingen über Rombach (Westm.), An der Orne 19	35 078
Drath, Günter, Dr.-Ing., Obergeringenieur, Woltwiesche, Neuer Weg 129	28 037



## AEG-Walzdruckmeßgerät.

Geschäftliche Mitteilung der AEG.

Das Meßgerät für Walzdrucke dient dazu, die während des Walzvorganges im Walzgerüst auftretenden Druckverhältnisse zu überwachen. Es wird hierbei die dem Walzdruck verhältnismäßige Dehnung des Walzgerüsts gegenüber der Meßlänge, die durch einen unbelasteten Meßstab dargestellt ist, mit einer elektrischen Feinmeßlehre gemessen. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt in der Alterungsbeständigkeit.

Das Aufnahmegerät (1) hat einen elektrischen Meßkopf (6), der an das Walzgerüst angeschraubt wird und die bekannte Eltaslehre enthält. Diese zeigt mit Hilfe eines zwischen zwei Spulen einer Brückenschaltung beweglichen Ankers

jede Lagenveränderung desselben gegen den Soll-Wert durch Ausschläge am zugehörigen Anzeigegerät (3) an. Der Meßkopf berührt das obere Ende des Meßstabes (5), welcher ebenfalls am Walzgerüst, jedoch in einer gegebenen Meßlänge unter-

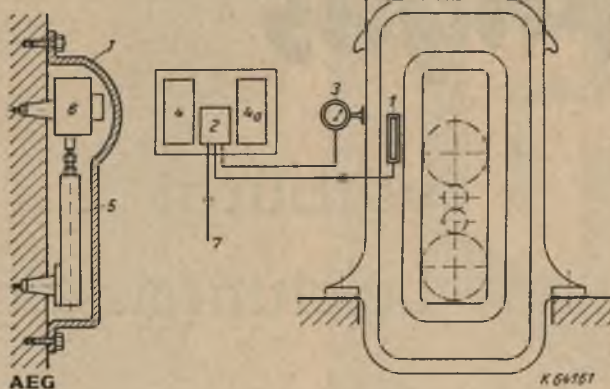
halb, fest angebracht wird. Beide Teile sind durch ein gemeinsames Gehäuse abgedeckt.

Zwischen Meßkopf und Anzeigegerät wird die Brücke (Netzgerät) (2) eingeschaltet. Das Anzeigegerät (3) zeigt die aus den gemessenen Dehnungen empirisch oder durch Rechnung bestimmten Walzdrucke in t an. Es kann ein Anzeigegerät auf einem Wandarm unmittelbar am Gerüst und ein weiteres im Schalt-pult vorgesehen werden.

Zweckmäßig wird im Büro des Betriebsleiters ein Tintenschreiber (4) aufgestellt, der den Walzvorgang registriert.

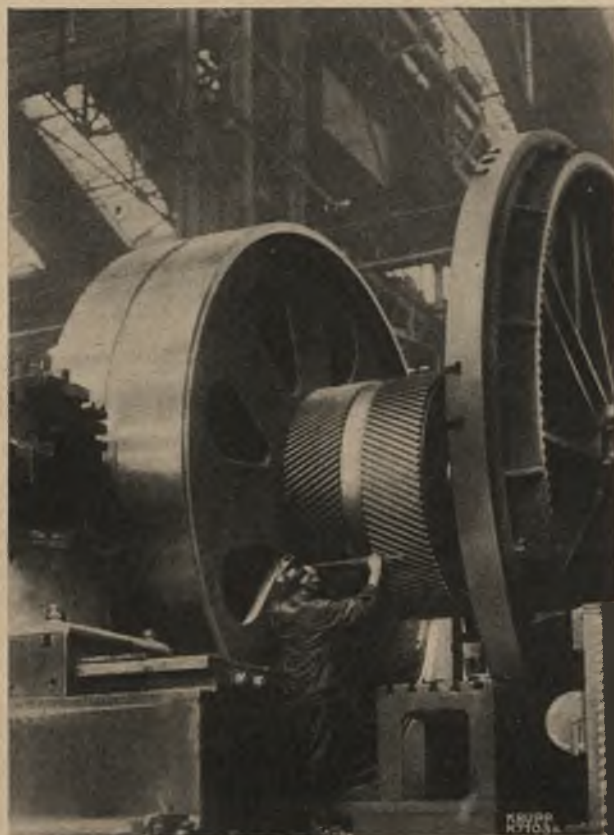
Ein wesentlicher Vorteil des Gerätes liegt in einer zusätzlichen selbsttätigen Meldevorrichtung. Sie bewirkt, daß

bei jeder Ueberschreitung des für das Gerüst zulässigen Walzdruckes, mit Hilfe von Warnrelais und Hupe oder Lichtsignal, alsbald Alarm gegeben wird.



Walzdruckmeßgerät

- |                  |                        |
|------------------|------------------------|
| 1. Aufnahmegerät | 4a. Kompensator (zu 4) |
| 2. Netzgerät     | 5. Meßstab (zu 1)      |
| 3. Anzeigegerät  | 6. Meßkopf (zu 1)      |
| 4. Schreibgerät  | 7. Netzanschluß        |



## Zahnradgetriebe

für das Ausland

Das nebenstehende Bild zeigt ein zweistufiges Walzwerkgetriebe, das stoßweise bis 10000 PS auf ein oder zwei Walzengerüste überträgt. Es wiegt über 140000 kg, das große Zahnrad mit seiner Vorgelegewelle allein 47600 kg. Das Zahnrad hat einen Durchmesser von 4,1 m und eine Breite von 1 m.

Der Hauptrahmen ist ein Gußstück von über 7 m Länge und 3,4 m Breite; das Getriebe-oberteil und die Ölwanne sind vollständig geschweißt.

\*

Deutschland hat die Ausfuhr von Eisen- und Stahlerzeugnissen nach seinen Nachbarländern während des Krieges bedeutend erhöht. Die größte Steigerung der deutschen Ausfuhr wird aber erst nach dem Kriege einsetzen, wenn sich die volle Leistungskraft der deutschen Industrie der Erzeugung von Friedensgütern zuwenden kann.



**FRIED. KRUPP**  
Getriebebau



# Ferngas

verbürgt  
Leistungssteigerung

**RUHRGAS AKTIENGESELLSCHAFT · ESSEN**

161



Lamellenhaken für ein Gießpfannen-  
Ampelgehänge von 80 t Tragfähigkeit

## C. Senssenbrenner

G. m. b. H.

DÜSSELDORF



**Gießpfannen  
Gießwagen**

Lamellenhaken für Gießpfannen-  
gehänge von 70 t Tragfähigkeit

b 558



## Stahlguß

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

## Schmiedestücke

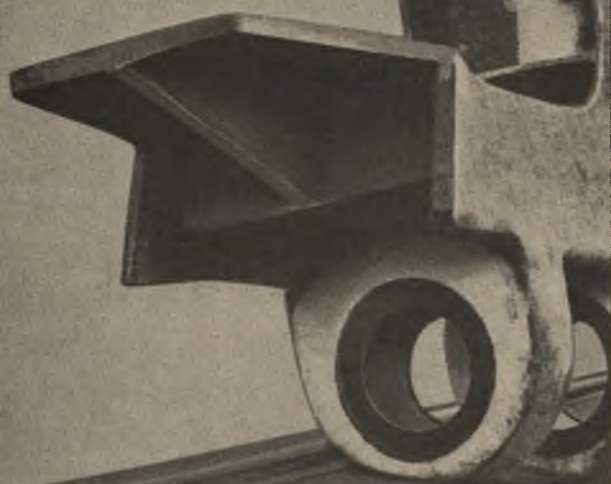
für den Schiffs- und  
Maschinenbau aus SM-  
Stahl nach den Vor-  
schriften der Reichs-  
marine und sämtlicher  
Abnahme-gesellschaften

## Edelstahl

und SM-Stahl, geschmie-  
det, warm- und kalt-  
gewalzt, gezogen

## Elektroden

und Schweißdrähte für  
normale und hochbean-  
spruchte Schweißungen



# OBERHÜTTEN

VEREINIGTE OBERSCHLES. HÜTTENWERKE AG



*Legierungen  
veredeln  
den Stahl,  
verbessern  
den Guß*



## Gesellschaft für Elektrometallurgie

DR. HEINZ GEHM

HAUPTVERWALTUNG BERLIN

Hersteller  
von Ferrolegierungen  
und Legierungsmetallen



# DÖRRENBERG

**EDELSTÄHLE  
EDELSTAHLGUSS  
HARTMETALL-WERKZEUGE**

**STAHLWERKE ED. DÖRRENBERG SÖHNE**

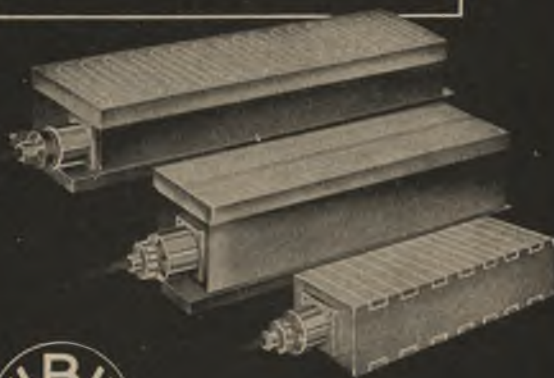
## BINDER

ZUG- UND  
BETÄTIGUNGS-  
MAGNETE



## BINDER

ELEKTROMAGNETISCHE  
AUFSPANNAPPARATE

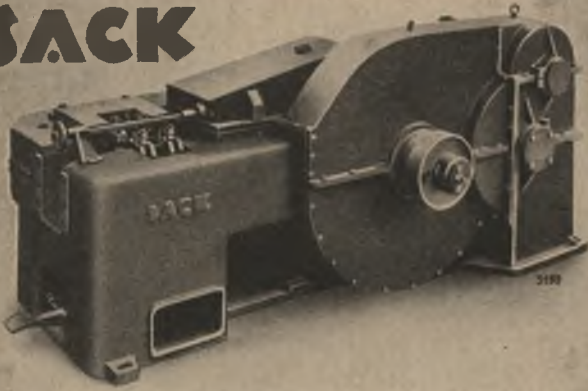


**WILH. BINDER • MASCHINEN- UND ELEKTRO-APPARATE-FABRIKEN**

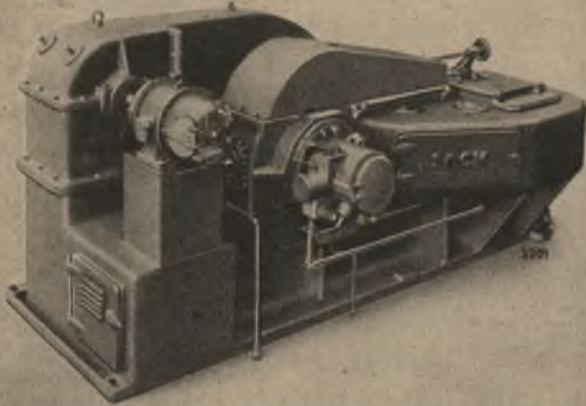
Anfragen zu richten an Verlag Stahleisen m. b. H., Pörsneck.



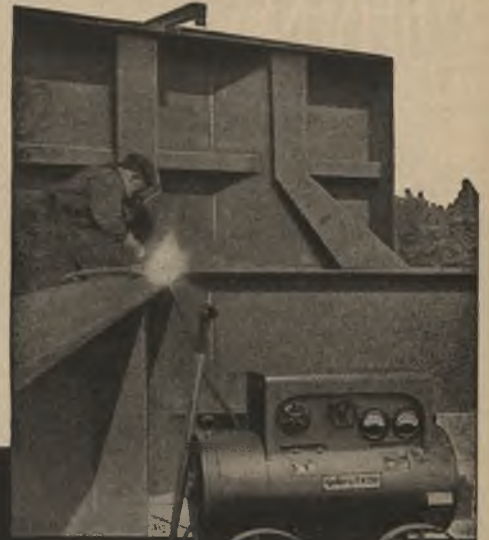
# SACK



## Schmiedemaschinen



**MASCHINENFABRIK SACK & CO. DÜSSELDORF**



Wer

mit Kjellberg-Elektroden  
und Kjellberg-Maschinen

schweißt,

schweißt

gut und wirtschaftlich!

# Kjellberg

Vertretung: Ingenieurbüro Berlin SW 61, Kreuzbergstraße 30



# MARS

LUMOGRAPH



*MARS-Lumograph, 19 Härten  
in der Ausstattung vorübergehend vereinfacht,  
in der Qualität unverändert*

# STAEDTLER

## Diamantfreier Norton- Schleifscheibenabrichter

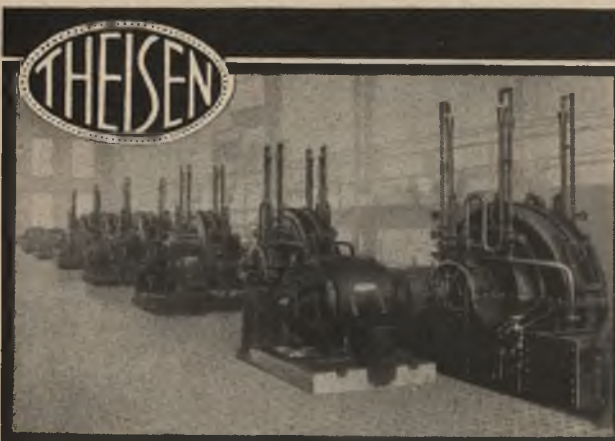


**Deutsche Norton-Gesellschaft m. b. H.**  
WESSELING, BEZ. KÖLN

BERLIN SW 68

STUTTGART-N





## Gasreiniger

FÜR GASE ALLER ART  
Desintegrator-Gaswascher für  
Entstaubung von Generatorgas,  
Wassergas, Hochofengas, Synthesegas  
Entteerung von Leuchtgas, Koke-  
reigas, Generatorgas aus Braunkohle  
oder Steinkohle, Schwelgasen, Kohlen-  
wassergas

**THEISEN GMBH, MÜNCHEN**

Hervorragende

**Lunkerverhütungsmittel**

**Abdeckmassen**

**Kokillenglasuren**

**Kokillenlacke**

liefern

**G. OHLER & Co.**

Fernruf 25774 HAGEN Fernruf 25774

Chemische Fabrik für Gießerei-  
und Stahlwerksbedarf

602



## SCHUTZ DEN HÄNDEN!

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

**FISSAN** - Schutzsalbe · Fetthaltig  
- Schutzsalbe · Fettfrei

die von führenden Industrien gegen Hautschäden verwendet werden

Aufklärendes Schriftgut durch

DEUTSCHE MILOHWERKE · ABT. BERLIN NO 59

**Drahtzüge und Mehrfachziehmaschinen**

**WILHELM BREITENBACH**



## Spezialeinrichtungen

für

# HÜTTEN- und INDUSTRIE- OFENBAU

wie z. B.

Blockdrücker für Stoßöfen

Blockabdrücker für Stahlwerksgießgruben

Blockausstoßvorrichtungen  
für Wärmöfen usw.

Kippvorrichtungen für Wannenschmelzöfen, Trommelöfen usw.

Türziehvorrichtungen  
für Schwerindustrieöfen

Türziehvorrichtungen für mehrtürige  
Oefen (z. B. Martinöfen)

Ofentürandrückvorrichtungen  
mit zentralem Antrieb

Herdwagen- und Deckelverschiebe-  
vorrichtungen DRP.

Hydraulische Hebebühnen für alle Zwecke  
usw.

mit kombiniertem Motor- und  
handhydraulischem Antrieb



## CARL DICKMANN

Spezialeinrichtungen für Hütten- und Industrieofenbau

Telefon 3 31 84

ESSEN

Postfach 1134

670

## Zentrale ausländischer Ingenieure

Spezialtechnische Übersetzungen aller Kultursprachen.

Broschüren, Werbeschriften, Aufsätze, Prospekte.

Einreichungsfertige Patentschriften.

Beschaffung in- u. ausländischer beglaubigter Dokumente.

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



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

Wir liefern zur Reinigung von Rohrsystemen  
aller Art unseren bewährten

**KESSELROHRREINIGER „MOLCH“**

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

Anfragen erbitten wir an den Verlag dieser Zeitschrift

213

## Elektroisen-Programm

Der von uns eingeführte Niederfrequenz-Induktionsschmelzofen für Gußeisen ist schon in zahlreichen Ausführungen mit nutzbaren Abstichgewichten von 300 bis 3000 kg in Betrieb. Die Eisengießereien haben folgendes Anwendungsprogramm für den Ofen entwickelt: Grauguß, weißer und schwarzer Temperguß, Halbstaht; Qualitätsguß, dünnwandiger, komplizierter Guß, Kolbenring- und Spindelguß, feinkörniger Guß für hohe Schnittgeschwindigkeiten; Sondereisen mit genau vorgeschriebenem Kohlenstoffgehalt; bestimmte legierte Eisensorten; Schmelzüberhitzung im Doppelverfahren oder mit kaltem Einsatz; Verarbeitung von Spänen zu hochwertigem Guß; Aufkohlen von Stahlspänen.



**RUSS-ELEKTROOFEN K.G. KÖLN**

# BBC

# BBC



## GROSSMASCHINENBAU

*weltbekannt*

BROWN, BOVERI & CIE - AKTIENGESELLSCHAFT

BBC Z 110 17/20



**F. W. Kutzscher jun.**

Werk für technische Metallwaren  
Spezialabteilungen für Öl- und  
Benzingefäße, Tank- und Behälterbau 732



**Walzwerks-  
Schmiede-  
Vergütungs-  
Ofen**

**W. Kleppe & Co.**  
Gesellschaft für Industrie- u. Gasofenbau K. G.  
**Hagen (Westf.)**

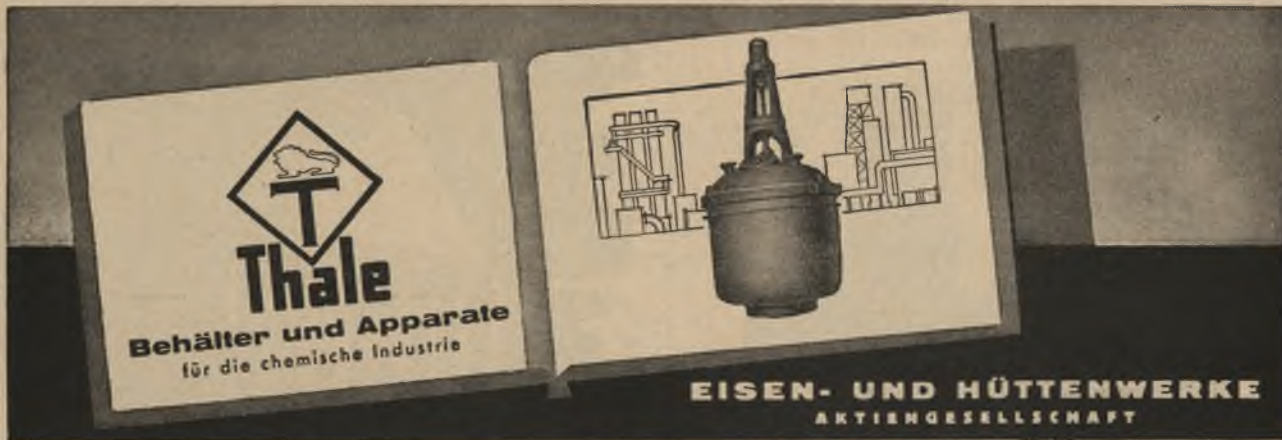
**LYRA-ORLOW**  
eine  
Spitzenleistung  
der  
**LYRA**  
Bleistiftfabrik  
Nürnberg

**Meßbügel 50 t Zug und Druck mit fester Hebele!**

Die Anzeigen sind bei guter Annäherung an die Proportionalität möglichst auf runde Werte abgestimmt, so daß ein bequemes Arbeiten mit den Meßbügeln möglich ist.

**Dr.-Ing. Georg Wazau**  
Prüfmaschinen  
Berlin





**Thale**  
Behälter und Apparate  
für die chemische Industrie

**EISEN- UND HÜTTENWERKE**  
AKTIENGESELLSCHAFT

BÜRO BERLIN · BERLIN W 62, BUDAPESTER STRASSE 14

# Kontophot

Die  
**photographischen Original-Wiedergabe-  
und Umzeichnungsgeräte**

für Büro u. Technik, seit 20 Jahren  
auf der ganzen Welt bewährt.

Vom kleinsten und billigsten  
Apparat bis zur leistungsfähig-  
sten, technisch hochdurchgebil-  
deten Maschine für alle erdenk-  
lichen Zwecke u. für jeden Bedarf.

Verlangen Sie bitte kostenlos ausführ-  
liche Unterlagen und Beratungen von

**Kontophot, Wedekind**  
Kommanditgesellschaft  
Berlin

463

5005

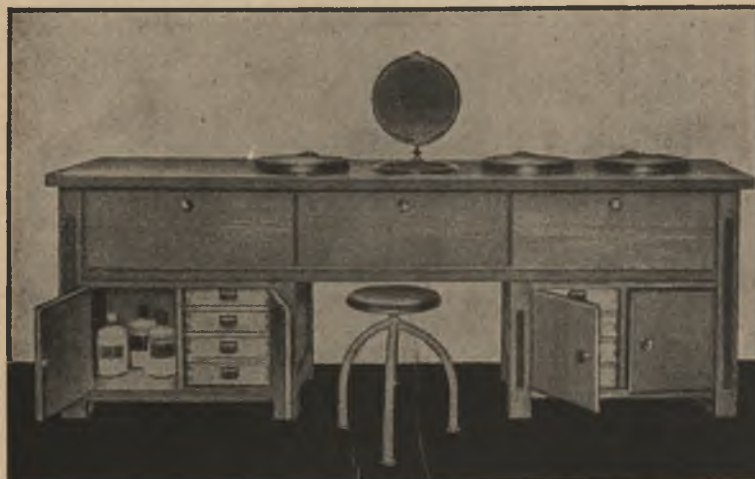


**HARTVERCHROMUNGS-  
ANLAGEN**

Einsparung  
hochwertiger  
Werkstoffe  
durch  
Aufchromung

Galvano  
**LP  
W**  
Technik

Langbein-Pfanhauser-Werke AG. Leipzig O 5



Schleif- und Poliermaschinen sowie  
Produkte für metallografische

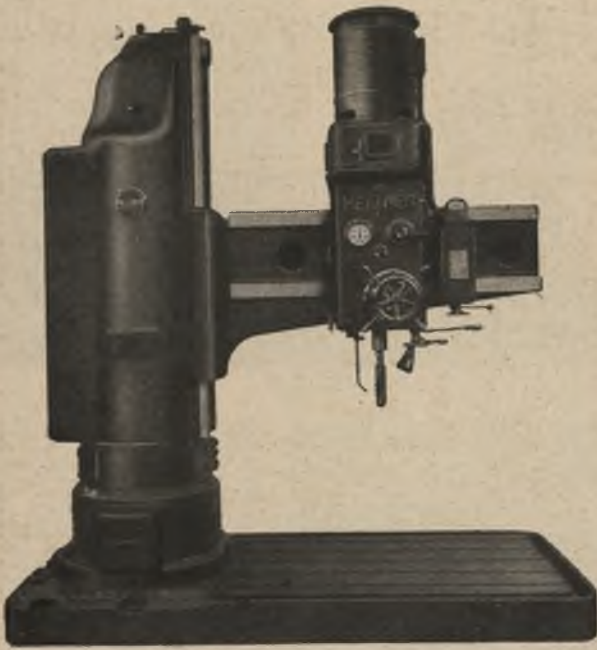
## LABORATORIEN JEAN WIRTZ

Spezialhaus für Laboratoriums-Einrichtungen  
Düsseldorf

Generalvertretung der Optischen Werke

**C. Reichert**





# HETTNER

BOHRMASCHINENFABRIK  
F. LEBER & CO.

**KLEINWEFERS**

Madel-Rekuperator  
für Hochofen

**JKS**  
GEGR 1862

*Dem Fortschritt dienen*

**KLEINWEFERS  
APPARATE**

Wärmeausföhrer für alle  
industriellen Zwecke,  
Großraumheizung „Liesotherm“.

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



Unter diesem Zeichen  
stellen wir her:

## Werkstoff-Prüfmaschinen

### Universalprüfmaschinen

statisch und dynamisch

### ZerreiBmaschinen

statisch und dynamisch

### Härteprüfmaschinen

### Dauerstandprüfmaschinen

### Pendelschlagwerke

### Präzisions-Schüttelsiebe

für Rüttelversuche

### Schwingungsprüfmaschinen

## Auswuchtmaschinen

statisch und dynamisch

**LOSENHAUSENWERK**  
DÜSSELDORF-GRAFENBERG

255

## Motorlokomotiven

für Rangier- und Streckenverkehr,  
Schmalspur- und Feldbahnlokomotiven

## Drehscheiben und Schiebeböhlen

für Wagen und Lokomotiven

## Rangieranlagen

mit offenem und umsteuerbarem Seilzug

## Spills


liefert auf Grund mehr als 50jähriger  
Erfahrung

709

*Windhoff*

Rheiner Maschinenfabrik Windhoff Aktien-Gesellschaft





reinigt zuverlässig  
und werkstoffschonend

HENKEL & CIE. A-G · DUSSELDORF



JUNG

LOKOMOTIVFABRIK  
G. M. B. H.



## ROHRLEITUNGEN

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



### Eisen- u. Metallwerke Ferndorf

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



Hochleistungsbrenner  
Schnellschluß-Sicherheitsventil

Gasfeuerungs-Gesellschaft  
Fritz Ukena & Co., Düsseldorf

a 7768

### Freiform- Schmiede- stücke und geschmie- dete Stübe

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



### Hammerwerk Carl Vorlaender & Cie.

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



WESA



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.

## OEL- UND GASBRENNER



CALOR


ADOLF BAUM  
MANNHEIM 9

GAS-  
BRENNER

Für Leucht-,  
Fern- u. Gene-  
ratorgas liefert  
kurzfristig

## MESSER

Maschinen  
für die elektrische  
Widerstandsschweißung



- zum Punktschweißen
- zum Nahschweißen
- zum Stumpschweißen
- zum Nieterschweißen

MESSER & CO GMBH  
FRANKFURT/MAIN



## 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

*Beizanlagen, Gelbbrennanlagen,  
Neutralisations-, Absauge- und  
Absorptionsanlagen. Säurefeste  
Lager- und Arbeitsbehälter aller  
Art mit keram-chemischen  
Auskleidungen, umsetzbar  
oder ortsfest.*

*Schutz von Betriebsanlagen  
gegen chemische Angriffe  
durch keram-chemische  
Verkleidungen.*

**Gewerkschaft Keramchemie-Berggarten**

Säurekamin 140 m hoch in Zeta-Bauweise





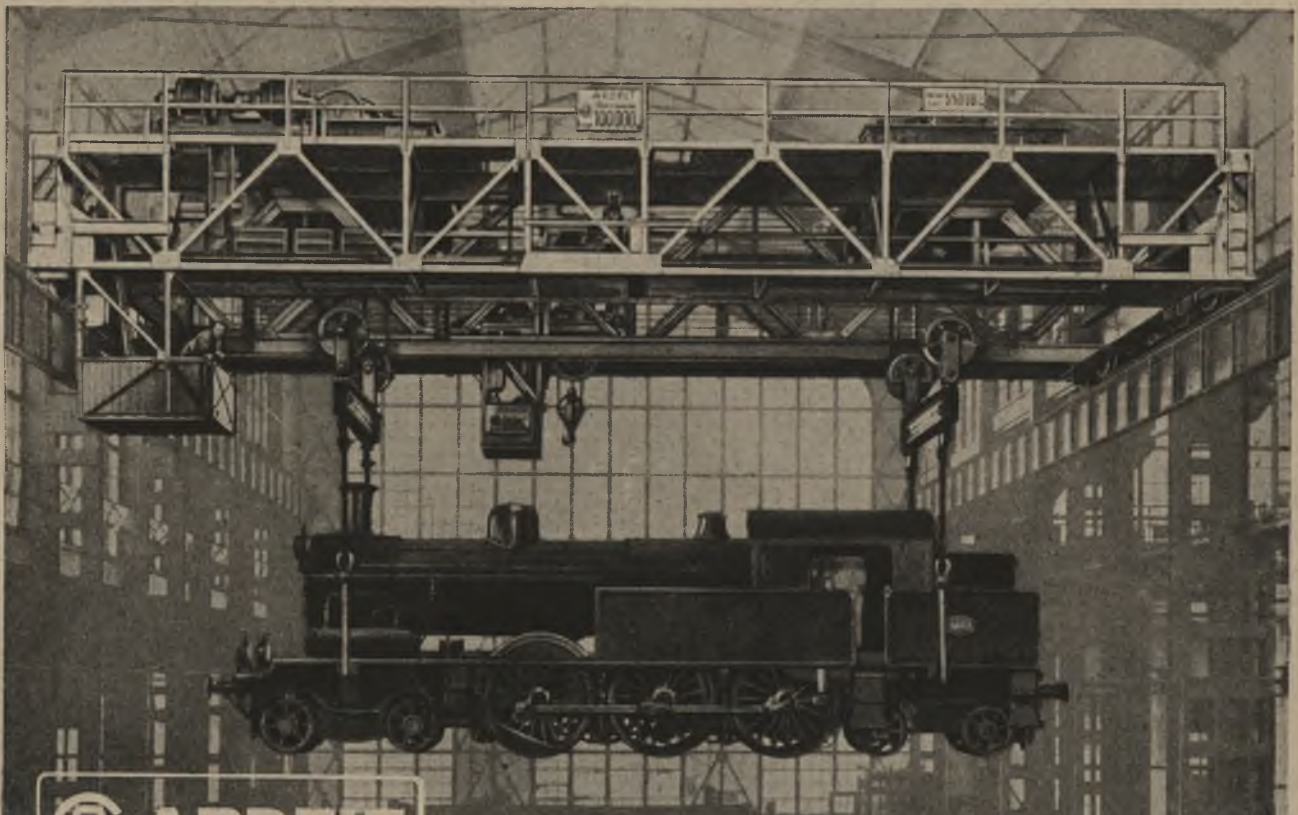
GASERZEUGER  
GASREINIGER  
GASBRENNER  
STAHL-  
REKUPERATOREN

**Glühanlage**  
mit mechanischer  
Beschickung  
für Bleche, Drähte,  
Bänder usw.

# INDUSTRIE-ÖFEN



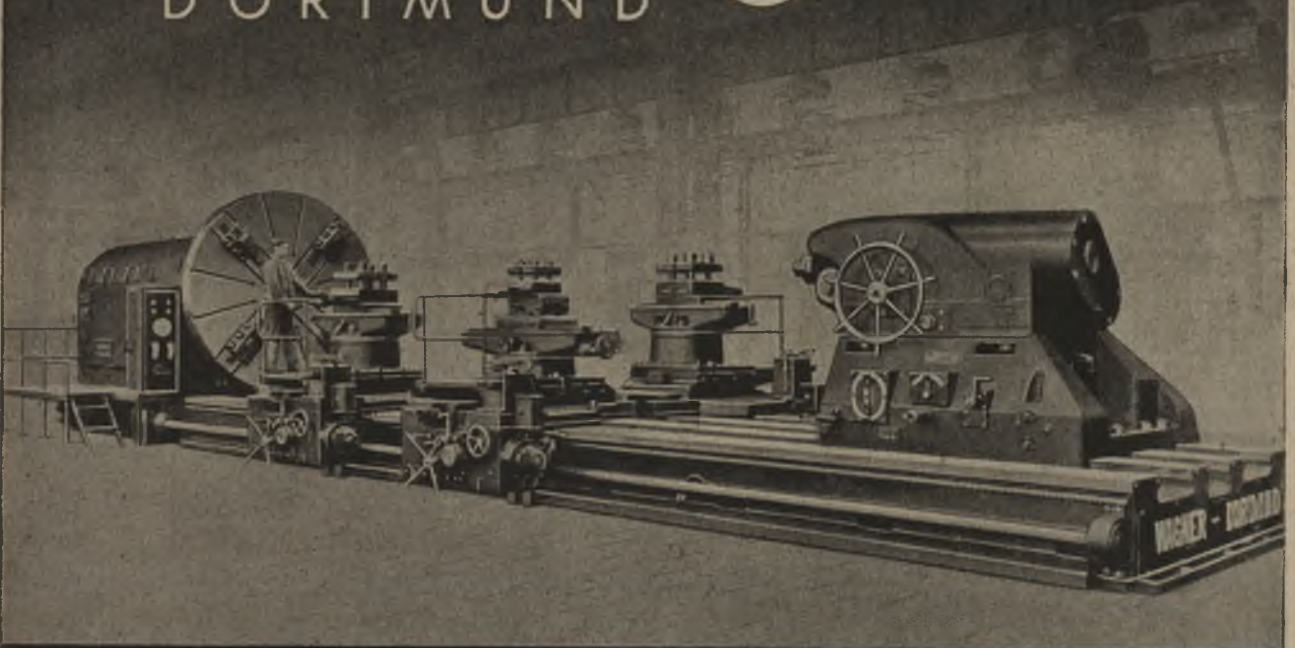
**HAGER & WEIDMANN A.-G.**  
MASCHINENFABRIK FÜR LUFT- UND WÄRMETECHNIK



## LAUFKRANE FÜR WERKSTÄTTEN



**WAGNER**  
DORTMUND



**WAGNER & CO. · WERKZEUGMASCHINENFABRIK M. B. H. · DORTMUND**  
FERNSPRECHER : 22445 · DRAHTWORT : WAGNERCO



**DR. C. OTTO & COMP. GMBH. BOCHUM**

**AUS UNSEREM ARBEITSGEBIET:**

Bau von

**KOKEREIEN**

Kohlenwertstoffanlagen für Kokereien  
und synthetische Treibstoffe, Spalt- und  
Polymerisationsanlagen

