



P. 770/44

STAHL UND EISEN

Handwritten notes:
Dübel
Schrauben
Bolzen
Nägels
Rohr

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE
EISENHÜTTENWESEN



HEFT 10

9. MÄRZ

64. JAHRG.

VERLAG STAHL EISEN M.B.H. DÜSSELDORF

VEITSCHER



MAGNESIT

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

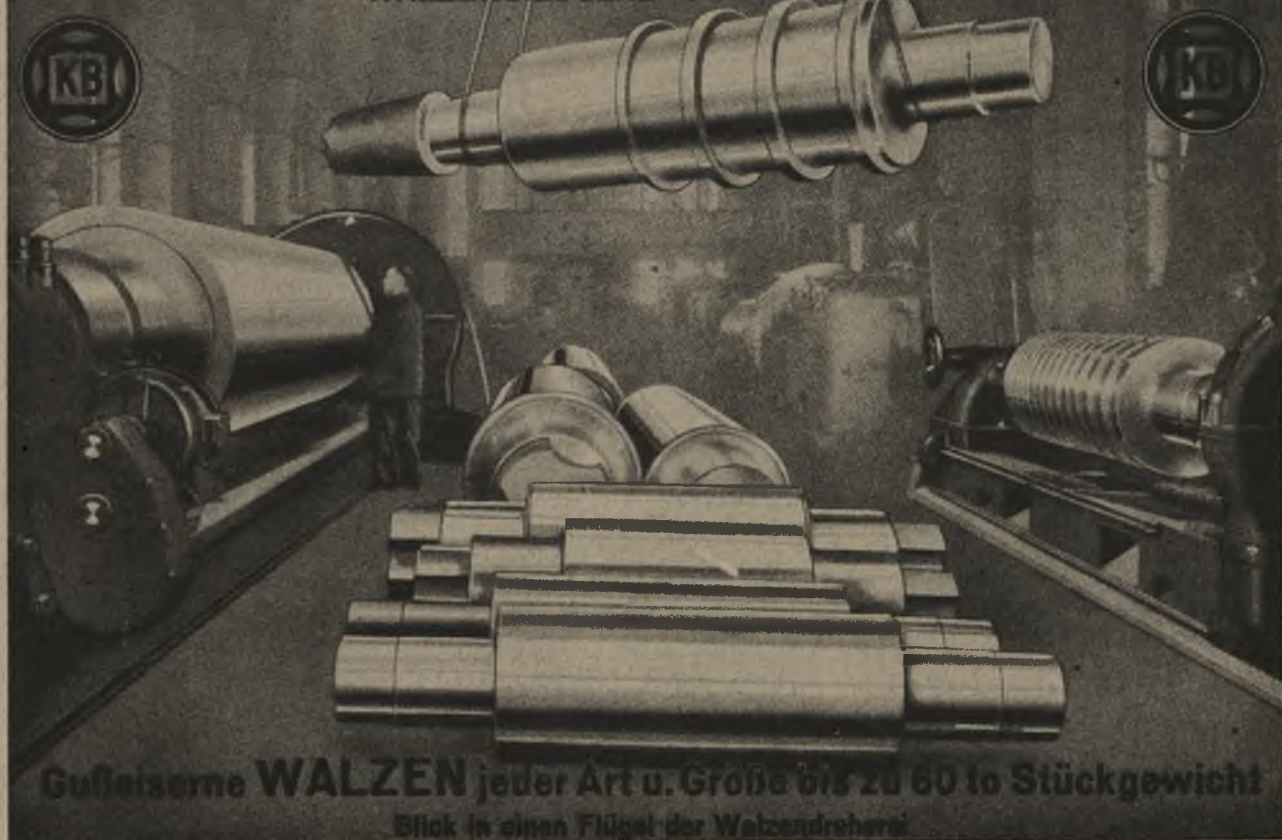
ANKRIT-STEIN

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

VEITSCHER MAGNESITWERKE ACTIENGESELLSCHAFT
WIEN I., SCHWARZENBERGPLATZ 18

751

KARL BUCH G. M. B. H.
WALZENGIESSEREI UND DREHEREI



Gusseiserne **WALZEN** jeder Art u. Größe bis zu 60 to Stückgewicht

Blick in einen Flügel der Walzendreherei

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Sachverzeichnis zum Anzeigenteil

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

Abfallbeizen - Verwertung	6	Formmaschinen	26	Löfflerkessel U. 3	Schamottesteine	28
Abhitzekessel U. 3		Formsand-Aufbereitungs- maschinen	26	Luftkühler	Schiffsbleche	9
Akkumulatoren, hydraulische	22	Fräser	26	Lüftungsanlagen	Schiffskessel U. 3	
Aufkohlungsmittel	25	Gaserzeuger	4, 7	Lunkerverhütungsmittel	Schiffsprofile	9
Ausfugmassen	26, 27	Gasreinigungsanlagen	4, 7, 25	Magnesit U. 2, 18, 25	Schlichte	27
Ausgüsse	28	Gassauger	12	Magnesitsteine U. 2, 18, 25	Schmiedeanlagen	12
Bandeisen und -stahl	20	Gebläse	12, 27	Maschinenbau, allgemeiner U. 3	Schmiedemanipulator	14
Bandförderer	13	Gesenk- und Prägestähle	4	Matrizenstähle	Schmiedeöfen	26
Becherwerke	13	Gießereianlagen und -einrichtungen	22, 26	Meißelstähle	Schmiedestücke U. 3	
Behälter und Apparate für die chem. Industrie	20	Gießmaschinen U. 4		Metalle und Legierungen	Schneid- und Schweißanlagen und -einrichtungen	8
Beizanlagen, Beizmaschinen, Ausrüstung	11	Gießpfannen	14	Metallguß	Schnellarbeitsstähle, Schnellstähle, Schnelldrehstähle	4
Beizzusätze	26	Gießwagen	14	Metallwaschanlagen	Schnittstähle	4
Bleche alle Arten	9, 19, U. 3	Glühöfen	26	Mikroskopische Einrichtungen	Schweißdraht und Elektroden	3, 18, 23
Bohrer	26	Graphit	28	Nichtrostende Stähle	Schweißmaschinen, elektrische	17
Brecher	10	Güterwagen	20, 27	Nietmaschinen	Siemens-Martin-Oefen	22
Brückenbau U. 3		Gußstücke U. 3		Normalien	Silikasteine	28
Chemikalien	15	Hebezeuge	23	Pfannensteine	Sinterdolomit	26
Dampfkesselanlagen U. 3		Heizungs- und Lüftungsanlagen	12, 24	Pfannenstopfen und -ausgüsse	Spänebrecher	10
Desintegratoren	25	Hochofensteine	2	Pfannenwagen	Spänetransportanlagen	12
Dolomit	26	Hydraulische Pressen	22	Phosphatierungsverfahren	Spiralbohrer	26
Döpperstähle	4	Industrieöfen	4, 7, 18, 19, 20, 22, 24, 26, U. 4	Photometer	Stabeisen, -stahl	20
Draht	20, U. 3	Kalk und Kalksteine	26	Porzellanerzeugnisse	Stahl	3, 4, 7, 11, 19, U. 3
Drahtseilbahnen	13	Kernblasmaschinen	26	Pressen	Stahlbauwerke U. 3	
Druckguß	21	Kernsandmischmaschinen	26	Preßwasseranlagen	Stanzwerkzeuge und Stähle hierfür	4
Druckwasseranlagen	22	Kesselbleche	9	Profile	Steilrohrkessel U. 3	
Edelstahlbleche	19	Kesselböden	9	Prüfmaschinen und -geräte	Steinkohle	3
Edelstähle	4, 7, 11, 19, U. 3	Kesselmäntel	9	Pumpen aller Art	Steuerungen, automat.	22
Eisenbahnmaterial U. 3		Kesselrohrreiniger	26	Reibahlen	Stoßöfen U. 4	
Eisenbahnwagen	20	Klimaanlagen	12	Reinigungsmittel	Straßenbahnwagen	20
Elektroden	3, 18, 23	Kohlebürsten	2	Rekuperatoren	Teilkammerkessel U. 3	
Elektrozüge	23	Kohlenstaubbrenner	21	Riffelstähle	Transportanlagen	13
Elektrohängebahnen	13	Kohlenstaubfeuerungsanlagen und -einrichtungen	21	Roheisen	Trichter	28
Elektrofahrzeuge	13	Kohlenstaubmahanlagen	21	Rohre, geschweißte Stahl- U. 3	Trocknungsanlagen	12
Elektroöfen	24	Kohlenstaubtrockenanlagen	21	Rohre, nahtlose Stahl- U. 3	Turbogebälse	27
Entfettungsmittel	15	Kohlenstaubwagen	21	Röntgenprüfeinrichtungen	Ventilatoren	12
Entstaubungsanlagen	12	Kohlenstoffsteine	2	Rostlockerungsmittel	Ventile	22
Erze	25	Kokillenlack	27	Rostschutzmittel	Walzen U. 2	
Fahrbänder	13	Kompressoren (Luft und Gas)	5, 6, 16	Rotationskompressoren	Walzwerksanlagen und -einrichtungen	5, 17
Fahrzeuge U. 3		Krane	13, 23	Sandfunker	Walzwerksprodukte U. 3	
Feldbahnbedarf U. 3		Kugelschaufler	13	Sandstrahlgebläse	Wärmeaustauscher	24
Ferrolegierungen	25	Lagermetalle	10	Saugzuganlagen	Warmfeste Stähle	4
Feuerfeste Erzeugnisse U. 2, 2, 18, 25, 26, 27, 28		La Mont-Kessel	10	Säurefeste Auskleidungen	Wärmöfen	26
Filtrierpapiere	9	Legierte Stähle	4, 7, 11, 19, U. 3	Säurefeste Stähle	Wellenricht- und Poliermaschinen	27
Flammrohrkessel U. 3				Säurepumpen	Werkzeuge	21, 26
				Schalmaschinen	Werkzeugmaschinen	21
					Werkzeugstähle	4
					Winden	23



Hochofen- Steine

nach dem S. u. G. / Constant-Verfahren
DRP. und Auslandspatente

Große Dichte
geringe Porosität
spannungsfreies Gefüge
prakt. Raumbeständigkeit
völlig lunken-
und faltenfrei
Maßtoleranz nur $\pm 0,75\%$

Kohlenstoff-Steine
auf Maß geschliffen



DIDIER-WERKE &

Verkaufsgruppen:

Berlin · Breslau · Marktredwitz · Bonn

Just



RINGSDORFF

Kohlebürsten



K 76a

Zweigniederlassung: Berlin-Charlottenburg 9, Halmstraße 10a
Ruf 99 04 68 — Drahtanschrift: Kohlebürs'e



KOHLE EISEN STAHL

**VEREINIGTE STAHLWERKE
AKTIENGESELLSCHAFT**



Phoenix- Union- SCHWEISSELEKTRODEN

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

WESTFÄLISCHE UNION
AKTIENGESELLSCHAFT FÜR EISEN- UND DRAHTINDUSTRIE
Verkauf durch: „UNION“ Rheinisch-Westfälisches Drahtkontor GmbH



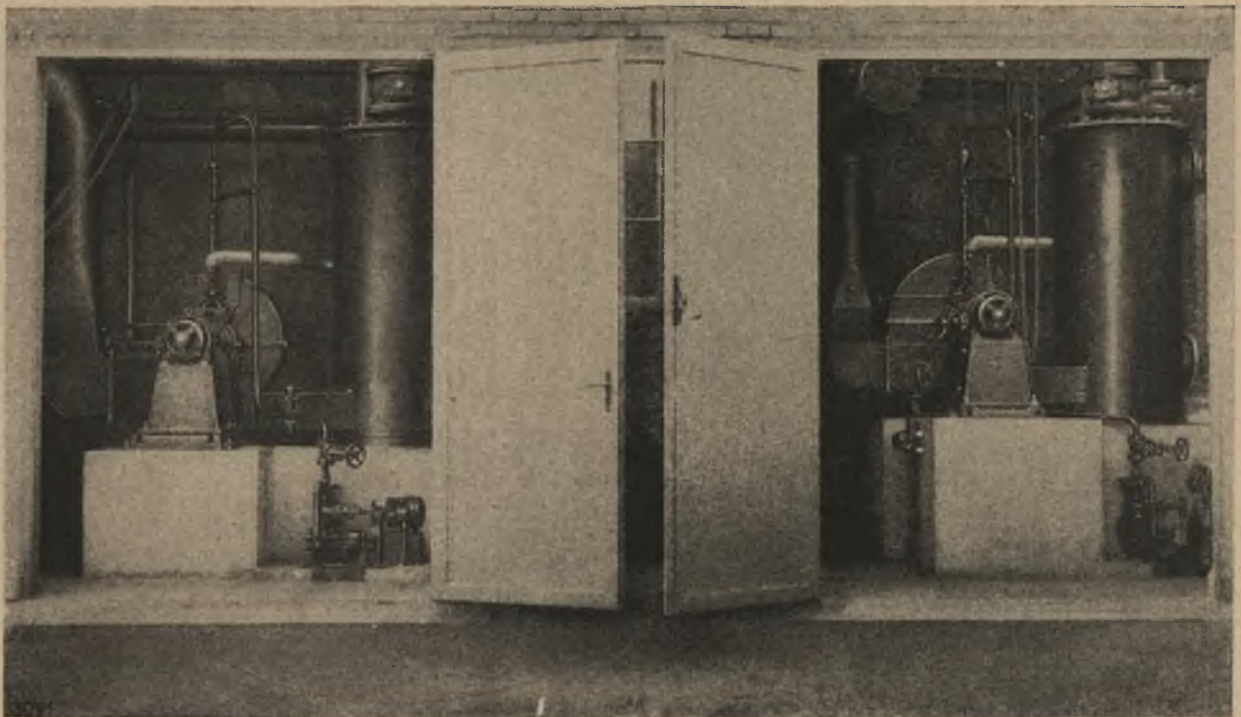
STAHLWERK CARP & HONES

DÜSSELDORF

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



560



Zweistufige mechanische Feinreinigung für Generatorgas aus bituminösen Brennstoffen

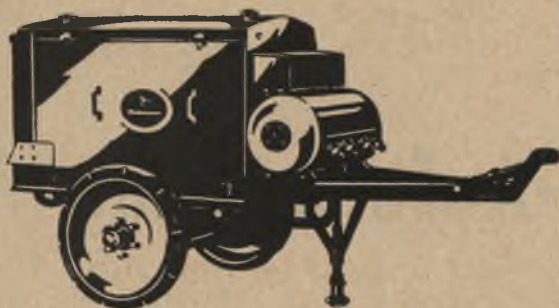


Industrieöfen - Gaserzeuger - Gasreinigungsanlagen
Poetter Kommandit-Gesellschaft
Postfach 10101

Düsseldorf



312



Die unabhängige Energiequelle

Auf Baustellen und im Straßenbau können Sie selten eine große Kompressorenanlage errichten. In solchen Fällen sind die fahrbaren Flottmann-Kompressoren das Richtige. Sie sind stets einsatzbereit und machen Sie unabhängig von Ort und Zeit. Sie werden mit Diesel- und Elektroantrieb geliefert und stehen für Leistungen von 2—10 cbm/min. bei Drücken bis 8 atü zur Verfügung.

Der fahrbare Flottmann-Kompressor wandert von Bauabschnitt zu Bauabschnitt weiter und erspart umfangreiche Rohrleitungssysteme.



Flottmann AG



Mechanisieretes Feinblech- Trio vorgerüst

mit Hebetischen vor und hinter der Walze und automatisch betätigten Seitenführungen



SCHLOEMANN
AKTIENGESELLSCHAFT • DÜSSELDORF



63 Jahre

Abfallbeizen-Aufarbeitung

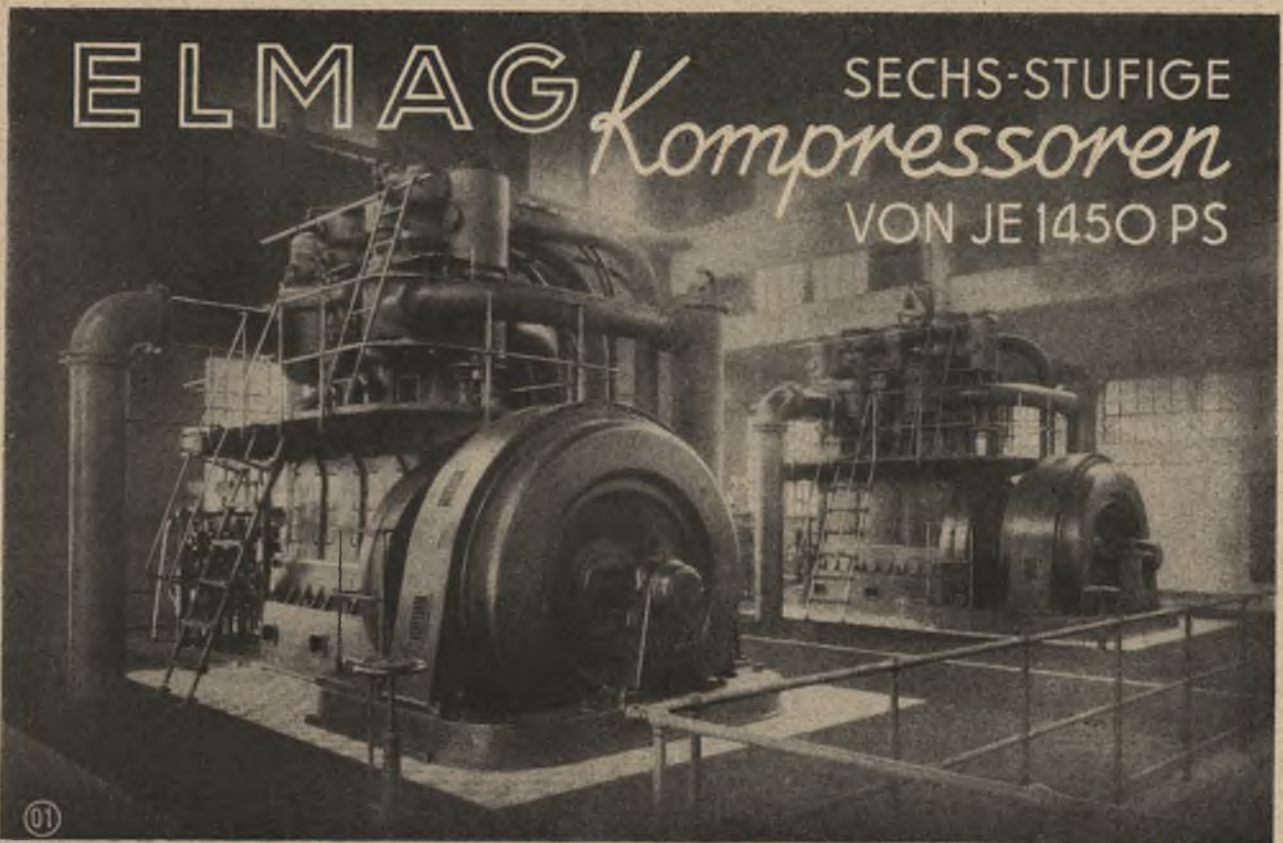
ohne Wasser und ohne Dampf durch
Rollkristaller

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

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

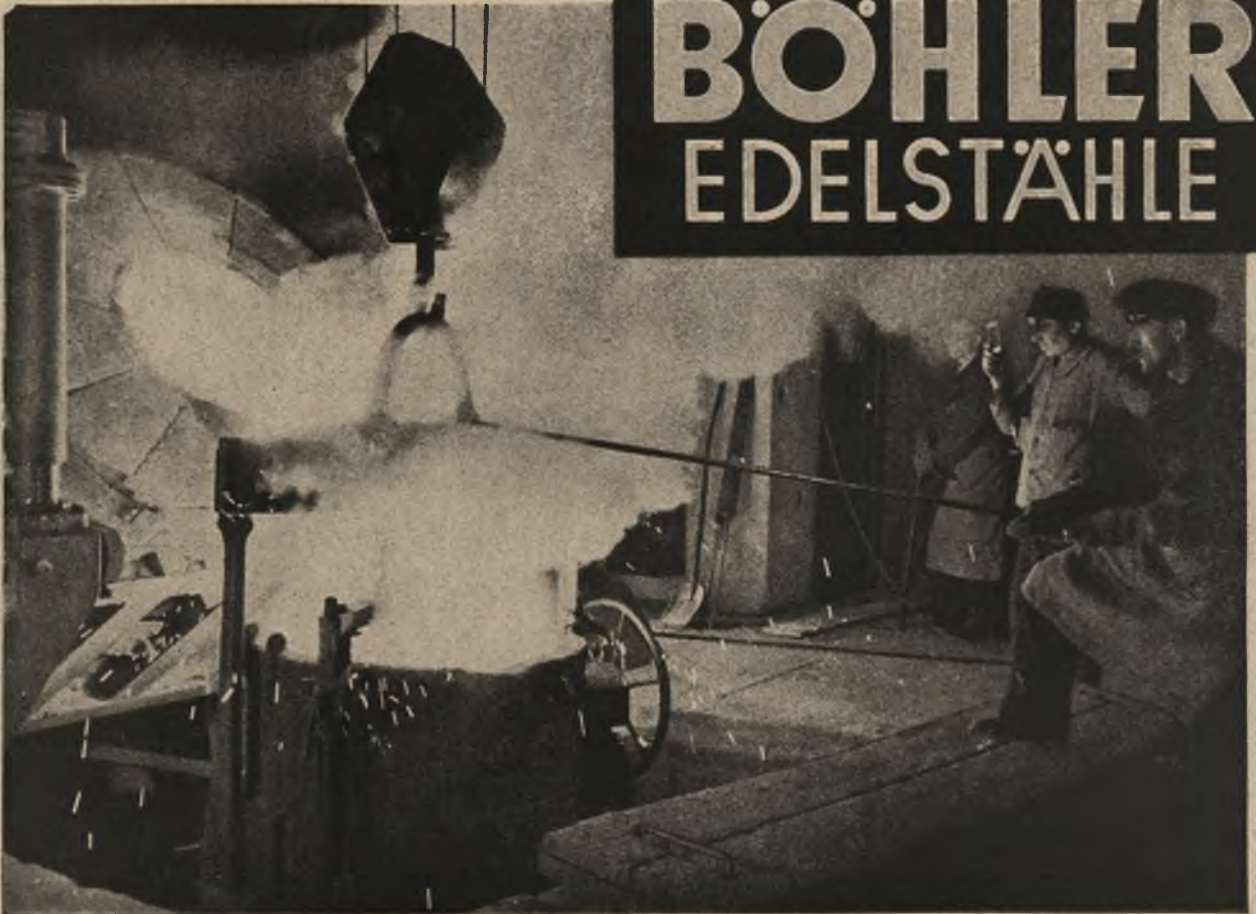
484

ELMAG SECHS-STUFIGE
Kompressoren
VON JE 1450 PS



01

ELMAG · WERKE ELSASS · MASCHINENBAUGES. M. B. H.



BÖHLER EDELSTÄHLE

HUTH G.m. b.H. DORTMUND

baut

neuezeitliche

Gaserzeuger- und
Gasreinigungsanlagen

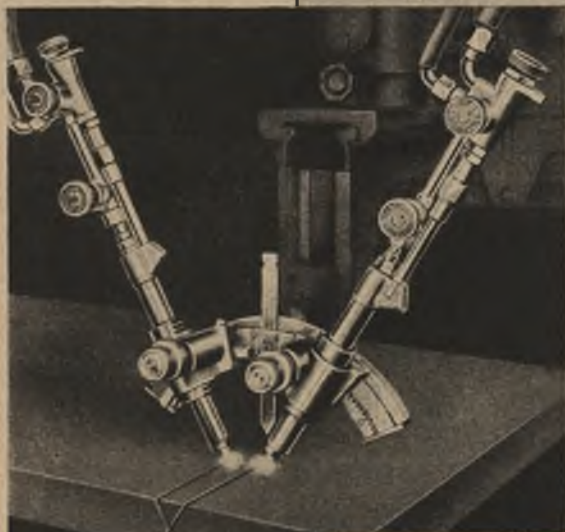
Industrieöfen

für Eisen-, Stahl-, Schwer- und
Leichtmetallindustrie



Gaserzeuger- und Gasreinigungsanlage zur
Vergasung von 200 To. Rohbraunkohle in 24 Stunden

Schweißgerecht



vorbereitete Nähte mit

„GRIESHEIM“

Schneidmaschinen

bei Anwendung des Spezial-Brennerhalters
mit Segmentverstellung DRP. und DRGM. für

V- u. X-Naht-Schnitte

Fragen Sie uns! Wir beraten Sie kostenfrei
und unverbindlich



›GRIESOGEN‹

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

Leitz „Leifo“

**DAS POLARISATIONS-PHOTOMETER
FÜR DIE METALLKOLORIMETRIE**



Schnellanalysen von
Eisen, Stahl und
Leichtmetall-Legierungen.

Verlangen Sie die Druckschriften
„LEIFO“ A - C
u. Analysenvorschriften

Ernst Leitz - Optische Werke

Im Zeichen der  Zuverlässigkeit!



Im Zeichen der Zuverlässigkeit!

Wenn der Chemiker an seine Versuche und Analysen geht, dann muß er der Zuverlässigkeit seiner Apparate und anderen Hilfsmittel sicher sein. Diese Zuverlässigkeit verbürgt ihm der Gebrauch der S. & S.-Filtrier-Papiere. Von ihnen weiß er, daß sie für alle Spezialzwecke besonders gearbeitet sind, daß die jeweiligen Daten über Filtriergeschwindigkeit, Aschegehalt etc. im Zeichen unbedingter Zuverlässigkeit stehen, daß ihre Gleichmäßigkeit und ihre Feinheit mit Recht in aller Welt als mustergültig gelten.



FILTRIER-PAPIERE

» vorbildlich seit über 50 Jahren «

CARL SCHLEICHER & SCHÜLL



Mannesmann- Schiffsbleche

werden nach den Bedingungen sämtlicher Klassifikationsgesellschaften geliefert. Auf Wunsch werden Schiffsbleche mit erhöhtem Rostwiderstand, mit hoher Streckgrenze und in St. 52-Güte hergestellt. Schiffsmaste, Ladebäume, Kesselbleche, Kesselböden, Kesselmäntel und Schiffsprofile aller Art sind besondere Leistungen im Mannesmann-Programm.



LINDEMANN

GROSSBRECHER FÜR STAHLSPÄNE IN DER HÜTTENINDUSTRIE

**LINDEMANN & SCHNITZLER**

D Ü S S E L D O R F

*Solche Einbaustücke*

und andere schwere Maschinenlager lassen Sie am besten in unserer Essener Gießerei mit dem dauerhaften Lagermetall „**Thermit**“ (**LgPbSn 6 Cd**) ausgießen. Wir leisten Gewähr für dichte und in den Lagerkörpern festsitzende Ausgüsse, was für die ständige Betriebssicherheit Ihrer Maschinen von größter Bedeutung ist!

b 572

Anfragen unter Beifügung von Zeichnungen erbeten an:

**TH. GOLDSCHMIDT A.-G.**
ABT. METALLE ESSEN

In der Ostmark:
P. C. Wagner, Kom.-Ges.
Wien



Nichtrostende und säurebeständige Krupp-Stähle

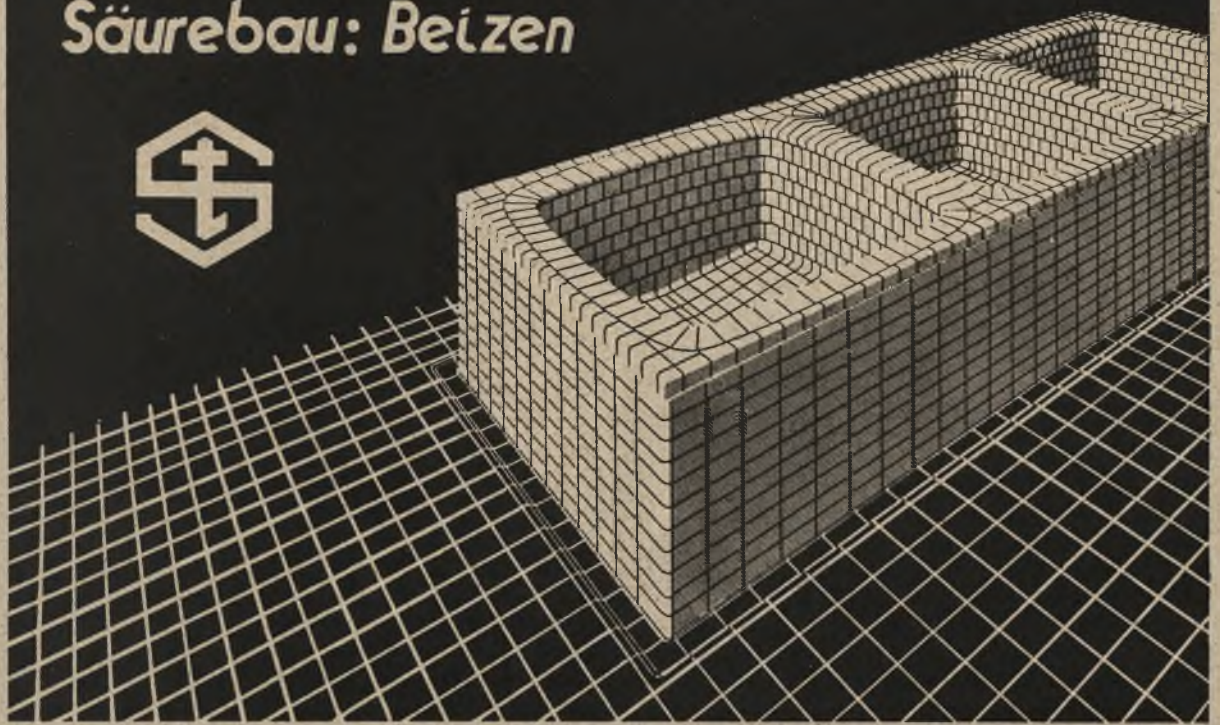
Das Bild zeigt Salpetersäure-Absorptions-
türme (System Uhde), hergestellt von
Fried. Krupp



KRUPP 3046a

Verkauf: Robert Zapp / Düsseldorf, Schließfach 490, Fernruf 20551

Steuler-Industriewerke Säurebau: Beizen



Zur Erleichterung
der spanlosen
Kaltverformung
von Stahl

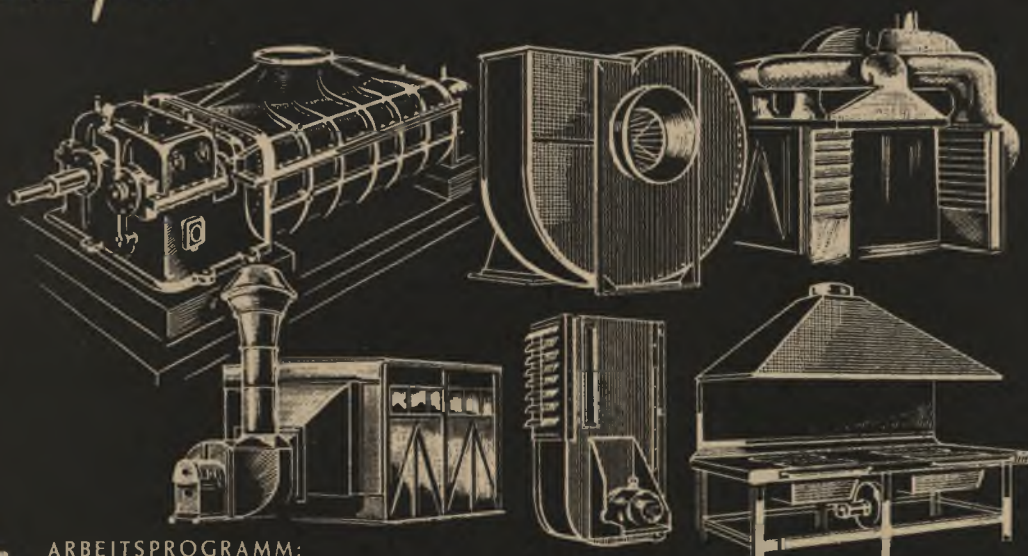
BÜNDER

in der Fertigung
von Stahlrohren, Profilen,
Stahlflaschen, Hohlkörpern

Technische Beratung und Lizenzvergebung:

METALLGESELLSCHAFT A.-G.
TECHNISCHE ABTEILUNG FRANKFURT AM MAIN

WSW MASCHINEN UND APPARATE
aufgebaut auf Erfahrung • erreicht durch junge Kraft
verkörpern Fortschritt • Leistungsfähigkeit und Dauerhaftigkeit



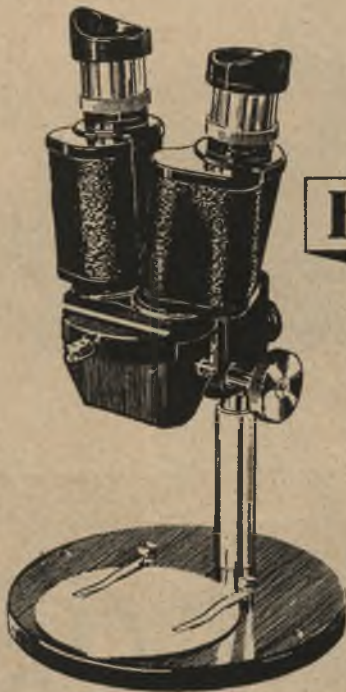
ARBEITSPROGRAMM:

Drehkolben-Gebläse • Gassauger • Ventilatoren • Klima-Anlagen • Be- und Entlüftung • Entstaubung
Luftheizapparate • Trocknungsanlagen • Spezial-Lacktrocknung • Luftkühler • Spritzkabinen
Spänetransportanlagen • Schmiedeanlagen • Metallwaschanlagen



GEBR. WINKELSTRÄTER MASCHINENFABRIK • WUPPERTAL

TEL. SA.-NR. 56011



Binokulare

ZEISS

Lupenmikroskope

mit großem Sehfeld

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

DRUCKSCHRIFTEN UND WEITERE AUSKÜNFTE KOSTENFREI VON

CARL ZEISS, JENA



ZEUGNIS DEUTSCHER WERTARBEIT



TRANSPORTANLAGEN

**DRAHTSEILBAHNEN
KABELKRANE · ELEKTROHÄNGEBAHNEN
BECHERWERKE · BANDFÖRDERER · KUGELSCHAUFLE
STAHLTROGBÄNDER · ELEKTROFAHRZEUGE · FAHRBÄNDER**

BLEICHERT-TRANSPORTANLAGEN GMBH

LEIPZIG

C. SENSSENBRENNER

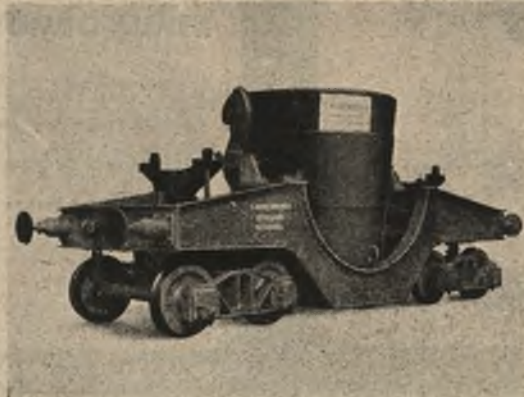
G. m. b. H.

Düsseldorf-Oberkassel B 18



80-t-Pfanne

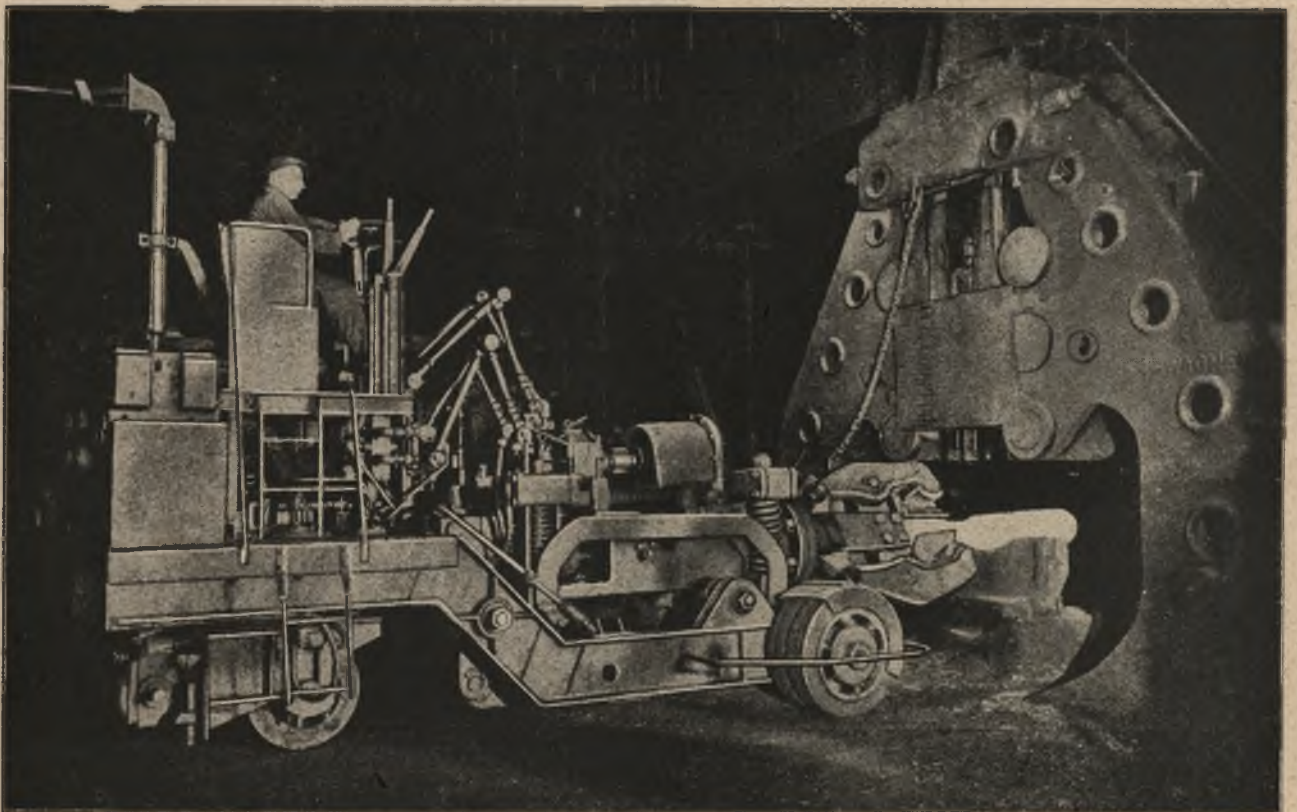
Gießpfannen Gießwagen



Roheisenpfanne mit Transportwagen, 30 t Inhalt



d 558



DDS-Schmiedemanipulator in einem Hammerwerk

e 716

DANGO & DIENENTHAL

Alter Rohstahlhammer



**WIRKSAM
WIRTSCHAFTLICH**

davon war in der dahingeschwundenen Romantik der alten Eisenhütten noch nicht die Rede. Diesen Eisenhämmern konnte man wohl eine gewisse Wirksamkeit nicht absprechen, aber von Wirtschaftlichkeit waren sie sehr weit entfernt.

Die neuzeitliche Technik verlangt in erster Linie Wirtschaftlichkeit und dies in ganz besonderem Maße von allen Hilfsmitteln, deren sie sich beim Fertigungsgang oder bei Reparaturen unbedingt bedienen muß.

Zu den Hilfsmitteln gehören auch solche für die Metall-Entfettung und -Reinigung. Durch die heute zur Verarbeitung gelangenden zahlreichen und immer neu erscheinenden Metall-Legierungen müssen auch die Reinigungsmittel auf die Empfindlichkeit dieser Metalle abgestimmt sein, wenn das zu reinigende Material gut und ohne Ausschub anfallen soll.

HENKELS  REINIGER

in vielen Spezialsorten sind alkalische Salzgemische, die diese Voraussetzungen erfüllen. In langjähriger Versuchsarbeit sind sie entstanden und für die verschiedensten Reinigungszwecke weiter entwickelt worden.

Bedienen Sie sich unserer Beratung.

HENKEL & CIE. A. G.
DUSSELDORF

 **VERKAUF**



Die Qualität

der Roh- und Hilfsstoffe ist von entscheidender Bedeutung für die einwandfreie Beschaffenheit chemischer Erzeugnisse. Ebenso wichtig ist die Zuverlässigkeit der Präparate, die Sie für Ihre analytischen Untersuchungen verwenden. Wenn Sie sich zeitraubendes und kostspieliges Herumprobieren ersparen wollen, rate ich Ihnen: halten Sie sich an bewährte Erzeugnisse wie die stets zuverlässigen Chemikalien der Chemischen Fabrik

E. Merck

D A R M S T A D T



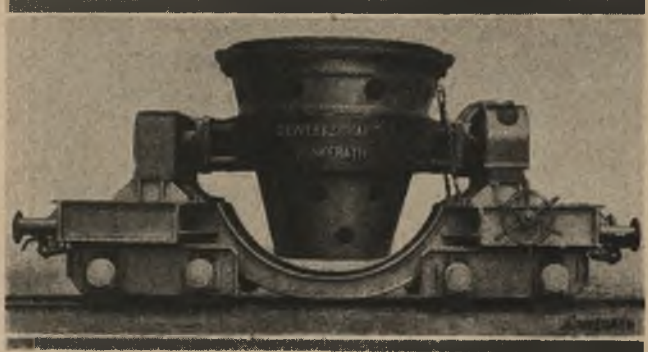
Um die Schmierölförderung jederzeit kontrollieren zu können, werden grundsätzlich alle

DEMAG

ROTATIONSKOMPRESSOREN mit Oelleitungstropfenanzeigern ausgerüstet. — Halten Sie die Schaugläser aber stets sauber, damit einwandfreie Prüfung möglich ist. Die DEMAG-Kompressoren danken Ihnen die richtige Schmierung durch jahrelanges, störungsfreies Arbeiten auch bei stärkster Beanspruchung.

DEMAG AKTIENGESELLSCHAFT

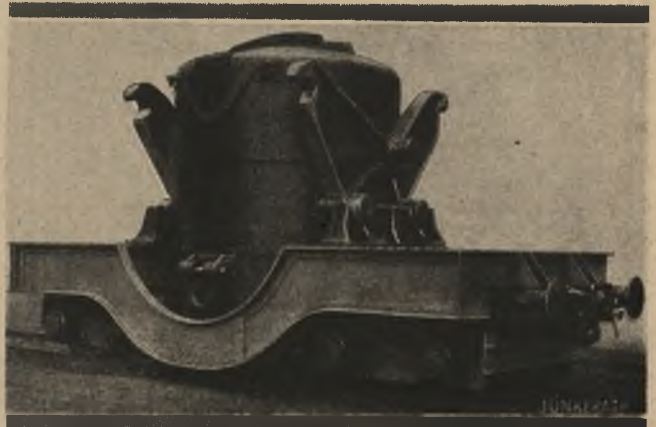
Schlackenpfannen-Wagen



Roheisenpfannen-Wagen



Roheisenpfannen-Wagen für Masselgießmaschinen



Jünkerather Gewerkschaft

J ü n k e r a t h (Rhld.)



P. 770/44

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

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

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

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

Heft 10

9. März 1944

64. Jahrgang

	Seite		Seite
Zur neueren Entwicklung der Luftturbinen mit geschlossenem Kreislauf. Von H. Lent	153	Fortschritte auf dem Gebiete des Gußeisens in den Jahren 1940 bis 1943 (Fortsetzung von Seite 149.) — Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung.	
Metallurgische Einflüsse auf die Kokillenhaltbarkeit. Von B. Körös	159	Wirtschaftliche Rundschau	168
Umsehau	164	Vereinsnachrichten	168
Leistungssteigerung durch das betriebliche Vorschlagwesen. —			

Zur neueren Entwicklung der Luftturbinen mit geschlossenem Kreislauf

Von Heinrich Lent

[Bericht Nr. 102 des Maschinenausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.*.]

(Grenzen der Wasserdampfmaschinen und Zielsetzung für die Entwicklungsarbeit zur Verbesserung der Wärmekraftmaschinen. Formen der Verbrennungsgasturbinen. Verbrennungsluftturbinen mit geschlossenem Kreislauf nach J. Ackeret und C. Keller und Doppelisothermen-Kreislauf. Grundsätzliche Vorteile des reinen Gaskreislaufes gegenüber dem Flüssigkeits-Dampfkreislauf. Für Luftturbinen nach Ackeret-Keller ist entscheidend das Druckverhältnis, nicht der Druckbereich. Lastunabhängigkeit in weiten Grenzen bei Regelung der Kreislaufdichte. Ergebnisse der Versuchsanlage. Grundlagen für den Bau des Lufterhitzers und Ausführungsform. Entwicklungsmöglichkeiten.)

In den letzten 20 Jahren hat die Wasserdampfmaschine durch die Anwendung von hohem Druck und hoher Ueberhitzung die Grenzen ihres Wirkungsbereiches erreicht und die Möglichkeiten nach weiterer Wirkungsgradsteigerung weitgehend ausgeschöpft. Wesentliche Verbesserungen sind auf diesem Wege nur über die Anwendung von Zwei- oder Mehrstoffmaschinen möglich. Das hieße aber den schon hinreichend verwickelten Aufbau eines neuzeitlichen Wasserdampfkraftwerkes noch weiter erschweren. Die Entwicklungsarbeit zur Verbesserung der Wärmekraftmaschine strebt daher nach Verfahren, die bei geringstem Wärmeeinwand möglichst einfache Bauweise gestatten und die Baustoffe thermisch und mechanisch möglichst gering beanspruchen, zum mindesten geringer, als dies bei neuzeitlichen Höchstdruck-Dampfkraftwerken der Fall ist. Auch soll die erforderliche Brennstoffwärme selbst nicht in Form hochwertiger flüssiger Brennstoffe zugeführt werden, sondern möglichst als feste Kohle oder allenfalls noch als Gas.

Die fast 30 Jahre währenden, zähen, trotz aller Rückschläge immer wieder aufgenommenen Arbeiten zum Bau einer geeigneten Verbrennungsgasturbine sind heute zu einem gewissen Abschluß gekommen. Derartige, nach einem offenen Kreislaufvorgang arbeitende Maschinen sind trotz der hohen Wärmebeanspruchung der Baustoffe, die heute dank der Entwicklung geeigneter Sonderstähle zur Verfügung stehen, an sich betriebssicher. Von den obengenannten an eine neuzeitliche Wärmekraftanlage zu stellenden Forderungen wird aber diejenige nach geringer thermischer Beanspruchung der Baustoffe von ihr nicht erfüllt. Es kommt hinzu, daß der Wirkungsgrad derartiger Anlagen denjenigen neuzeitlicher Dampfkraftanlagen nicht übertrifft, und daß der mit Rücksicht auf die hohe Wärmebeanspruchung der Baustoffe erforderliche hohe Luftüberschuß durch die damit verbundene hohe Gebläseleistung sowie die noch hohe Temperatur der Gase in den letzten Schaufelreihen die Grenzleistung derartiger Maschinen empfindlich einschränkt.

Die Schweizer Ingenieure J. Ackeret und C. Keller schlagen nunmehr auf Grund von Entwick-

lungsarbeiten bei der Maschinenfabrik Escher Wyss in Zürich eine Wärmekraftmaschine vor¹⁾, die als Treibmittel Luft benutzt. Sie arbeitet aber im Gegensatz zur Verbrennungsgasturbine mit offenem Kreislauf nach einem geschlossenen Kreislauf. Ackeret und Keller gaben ihrer Maschine den Namen „aerodynamische Wärmekraftmaschine mit geschlossenem Kreislauf“. Im folgenden wird anstatt dessen der Name „Luftturbine mit geschlossenem Kreislauf“ im Gegensatz zur Verbrennungsgasturbine mit offenem Kreislauf angewendet werden. Bei diesem neuen Verfahren sollen die Nachteile der hohen Wärmebeanspruchung der Baustoffe des offenen Kreislaufes vermieden und gleichzeitig ihre Festigkeitseigenschaften nicht bis zu der Grenze in Anspruch genommen werden, die bei der Wasserdampfanlage heute üblich ist. Ein weiteres Ziel ist das, den Aufbau der Gesamtanlage gegenüber dem Wasserdampfverfahren zu vereinfachen.

Ackeret und Keller haben für die Durchführung ihres Verfahrens einen dem Carnot-Kreislauf für Luft gleichwertigen Kreislauf entwickelt, dem sie den Namen „Doppelisothermen-Kreislauf“ geben. In Bild 1²⁾ wird der Carnot-Kreislauf für Luft dem neuen Doppelisothermen-Kreislauf nach Ackeret und Keller gegenübergestellt; gleichzeitig ist der Wasserdampfkreislauf des Vergleiches halber eingezeichnet. Dem reinen Carnot-Kreislauf jedoch entspricht beim Wasserdampf nur der Kurvenzug $C_1 D A_1 B_1$. $A_1 B_1$ entspricht der isothermischen Wärmezufuhr im Kessel bei der Verdampfung, $C_1 D$ der Wärmeabfuhr im Kondensator. Nur bei Sattdampf sowie im Niederdruckgebiet kann man sich dem Carnot-Prozeß nähern. Treibt man zur Steigerung des Wirkungsgrades den Druck bis zum kritischen und die Temperatur bis zu derselben Ueberhitzung, die auch bei den Luftkreisläufen angewandt werden soll, so ergibt sich das eingezeichnete Temperatur-Entropie-Diagramm D-A-Z-B₂-C₂.

Die Bindung des Wasserdampf-Kreislaufes an die Atmosphäre und der Beginn der Wärmezufuhr bei tiefen Temperaturen begrenzen entscheidend die Wirkungsgradhöhe, auch bei Drucksteigerung bis zum kritischen.

¹⁾ Schweiz. Bauztg. 113 (1939) S. 229/30; Escher Wyss Mitt. 12 (1939) S. 82/85; 15/16 (1942/43) S. 5/19 u. 20/41.

²⁾ Wie die weiteren Abbildungen und Zahlentafel 1 den obengenannten Arbeiten entnommen.

*) Vorgetragen in der 33. Vollversammlung am 10. Dezember 1943. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Pößneck, Postschließfach 146, zu beziehen.

schen Druck und unter Voraussetzung vollkommener Regeneration. Gegen Carnot geht daher beim Wasserdampf-Kreislauf die schwarze Fläche unter O Z verloren. Wird an Stelle des Wasserdampfes Luft als Arbeitsmittel gewählt, so ergeben sich gänzlich andere Verhältnisse. In Bild 1 ist in den beiden weiteren Kurvenzügen der Carnot-Kreislauf für Luft dem neuen Doppelisothermen-Kreislauf für Luft gegenübergestellt. Sowohl beim Carnot- als auch beim Doppelisothermen-Kreislauf erfolgt die Verdichtung bei gleichbleibender Temperatur entlang C—D, die Entspannung bei gleichbleibender Temperatur entlang A—B. Beim Carnot-Kreislauf findet adiabatische Verdichtung entlang D—A, adiabatische Entspannung entlang B—C statt. Der Durchführung dieses ein rechteckiges Diagramm ergebenden Kreislaufes würden technisch sehr große Schwierigkeiten entgegenstehen, da bei adiabatischer Verdichtung allein bei zweiatomigen Gasen eine Temperaturerhöhung um 730° erforderlich wäre, was einer Verdichtung auf den 67,5fachen Druck entspräche. Zusammen mit der isothermischen Verdichtung ergäbe sich ein Gesamtkompressionsverhältnis von etwa 270, das sich kaum durchführen lassen wird.

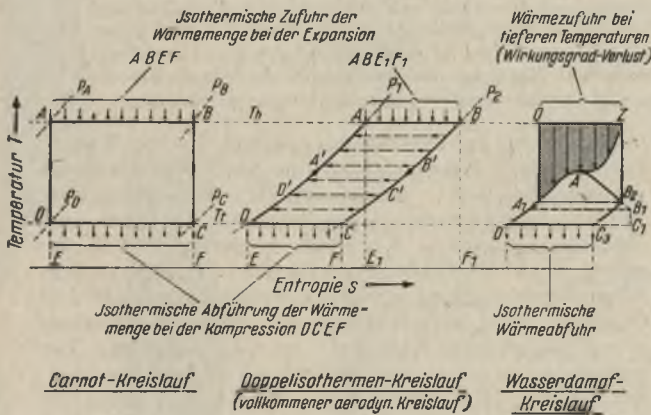


Bild 1. Kraftmaschinen-Kreisläufe.

Bei dem von Akeret und Keller vorgeschlagenen Kreislauf findet die Wärmezufuhr bei gleichbleibendem Druck längs D—A, die Wärmeabfuhr bei gleichbleibendem Druck längs B—C statt. Diejenige Wärmemenge, die dem Prozeß von außen her in Form von Brennstoffwärme zugeführt wird, soll längs A—B bei gleichbleibender Temperatur in die Maschine übergeführt werden, während die Aufwärmung längs D—A in einem Wärmeaustauscher erfolgt, und zwar derart, daß die längs B—C abgegebene Wärmemenge genügt, die Aufwärmung längs D—A durchzuführen. Einen wesentlichen Schluß erlaubt der Vergleich dieser drei Kreisläufe. Sowohl der Carnot- als auch der Doppelisothermen-Kreislauf für Luft sind im Gegensatz zum Carnot-Wasserdampf-Kreislauf unabhängig von der Außenatmosphäre und der Außentemperatur. Die Höhe des Wirkungsgrades ist folglich unabhängig vom absoluten Druck. Abhängig ist er im wesentlichen von der Höhe der Lufterhitzung oder von dem Ausmaß des in der Arbeitsturbine zur Verfügung stehenden Temperaturgefälles. Die Höhe der Lufterhitzung selbst wird lediglich durch die Stahlsorten bestimmt, die für die Lufterhitzer zur Verfügung gestellt werden können. Für den Vergleich zwischen dem Carnot-Kreislauf und dem neuen Doppelisothermen-Kreislauf ist bemerkenswert, daß der letzte dem ersten gleichwertig ist, da Wärmezufuhr und Wärmeabfuhr unter den gleichen Bedingungen stattfinden können.

Bild 2 zeigt das Schema einer Anlage zum Betrieb einer Luftturbine mit geschlossenem Kreislauf. Die isothermische Verdichtung der umlaufenden Luft erfolgt nach Durchströmen eines Vorkühlers c in einem

Stufenturboverdichter a, in dessen Stufen Zwischenkühler eingeschaltet sind. Die verdichtete Luft tritt alsdann in den Wärmeaustauscher g. Hier wird diejenige Wärmemenge, die der entspannten Luft am Austritt aus der Arbeitsturbine noch innewohnt, an die verdichtete Luft im Gegenstrom abgegeben. Die derart vorgewärmte Luft strömt alsdann durch einen einem Zwangsdurchlaufkessel gleichenden Lufterhitzer e zur Arbeitsturbine b. Zur Verbesserung des Wirkungsgrades kann auch hier Zwischenenerhitzung (f) eingeschaltet werden.

- a = Verdichter-Stufengruppen
- b = Turbinen-Stufengruppen
- c = Vorkühler
- d = Zwischenkühler
- e = Lufterhitzer
- f = Zwischenenerhitzer
- g = Wärmeaustauscher
- h = Stromerzeuger

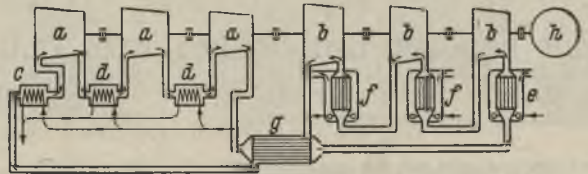


Bild 2. Anlagenschema für den angenäherten Doppelisothermen-Kreislauf.

Im Gegensatz zum theoretischen Kreislaufbild (Bild 1) zeigt Bild 3 das betrieblich erreichbare Kreislaufbild bei zwei verschiedenen Belastungsstufen. Es wird hier allerdings auf die Zwischenenerhitzung verzichtet (siehe Kurve A—B), während bei der isothermischen Verdichtung zweifache Zwischenkühlung vorgesehen ist (C—D).

Bemerkenswert für den Wirkungsgrad des Doppelisothermen-Kreislaufes ist seine Unabhängigkeit vom

- AB' = Expansion in der Turbine
- B'C' = Abkühlung im Wärmeaustauscher
- C'C = Vorkühler
- CD = Kompression mit Zwischenkühlung
- DE' = Erwärmung im Wärmeaustauscher
- E'A = Lufterhitzer

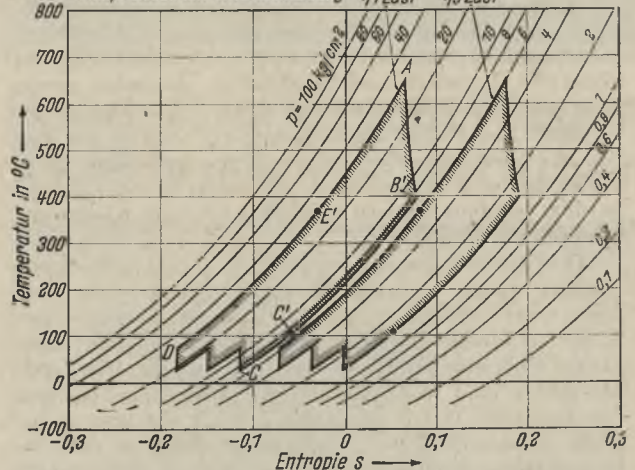


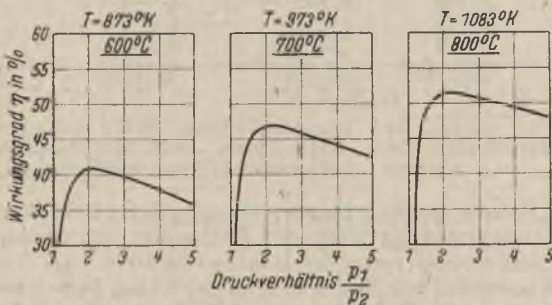
Bild 3. Entropieschaubild für Luft, aufgestellt nach Werten von Jakob, Holborn, Otto und Justi. Die aerodynamische Turbine arbeitet bei allen Belastungen in allen Anlagenteilen Punkt A bis E mit gleichen Temperaturen, wobei auch der Prozeßwirkungsgrad unverändert bleibt.

Druckbereich, in dem er durchgeführt wird. Die Wasserdampfmaschine ist bei ihrem Kreislauf immer an die Außenatmosphäre und die in ihr herrschenden Temperaturen gebunden. Für den hier vorgeschlagenen geschlossenen Kreislauf mit trockener Luft kann der Anfangsdruck beliebig, also beispielsweise bei 10 atü festgesetzt und der Kreislauf selbst z. B. zwischen 30 atü und 10 atü oder zwischen 60 atü und 10 atü durchgeführt werden. Die Höhe des Anfangsdruckes des Verfahrens hat also auf den Wirkungsgrad keinerlei Einfluß. Bemerkenswert ist ferner, daß die Luftturbine mit geschlossenem Kreislauf bei allen Belastungen in

den betreffenden Anlageteilen mit gleichen Temperaturen arbeitet, wobei theoretisch auch der Prozeßwirkungsgrad unverändert bleiben müßte.

Die bisherigen Ergebnisse an der Versuchsturbine bei Escher Wyss in Zürich bestätigen, daß in Uebereinstimmung mit der Theorie der Wirkungsgrad der Luftturbine mit geschlossenem Kreislauf in weiten Grenzen lastunabhängig ist und bei Teillasten, bei denen die Dampfturbine schon unwirtschaftlich arbeitet, noch mit einem befriedigenden Wärmeverbrauch gerechnet werden kann.

Einfluß auf die Wirkungsgradhöhe des Verfahrens haben dann zunächst die Lufttemperatur vor Eintritt in die Arbeitsturbine selbst, ferner die Frage, ob eine einmalige oder zweimalige Zwischenerhitzung durchgeführt wird oder in welcher Annäherung die Durchführung des Verfahrens an das theoretische Diagramm gelingt; eine Aufgabe, die dann im wesentlichen nur noch von der Güte und der Sorgsamkeit des maschinellen Aufbaues der Anlage selbst beeinflußt wird. Mit einer einzigen Ausnahme, nämlich der des Lufterhitzers, dürften besondere technische Schwierigkeiten der Durchführung des Luftturbinenverfahrens mit geschlossenem Kreislauf nicht entgegenstehen.



Druckverlust $\epsilon = 0,06$, Temperaturverlust $\Delta T = 10^\circ$,
Anfangstemperatur $t_1 = 600, 700$ und 800°C , Endtemperatur $t_2 = 20^\circ\text{C}$

Bild 4. Wirkungsgrade der Luftturbine unter Einschluss der Verluste.

In Bild 4 sind die Wirkungsgrade der Luftturbine mit geschlossenem Kreislauf in Abhängigkeit vom Druckverhältnis p_1 zu p_2 , Anfangsdruck zu Enddruck, bei 600° , 700° und 800° aufgetragen. Verluste, die durch Druck und Temperaturunterschiede in Leitungen und im Wärmeaustauscher entstehen, sind berücksichtigt. Gleich, bei welcher Höchsttemperatur das Verfahren durchgeführt wird, bei mittleren Druckverhältnissen ergeben sich günstigste Werte, d. h., die Druckhöhe, die für das Verfahren angewandt werden soll, kann verhältnismäßig niedrig gehalten werden. Entscheidend für die Wahl der Druckhöhe sind lediglich Zweckmäßigkeitsfragen für die konstruktive Durchbildung oder Größenbestimmung von Verdichtern, Arbeitsturbine, Wärmeaustauschern sowie des Lufterhitzers.

Die Unabhängigkeit vom Druck hat den großen Vorteil, daß durch die Verlagerung des Kreislaufes in Gebiete höheren Druckes die Abmessungen der Maschinen und Hilfsapparate kleiner werden und sich die Grenzleistung der Arbeitsturbinen erhöht. Nach durchgerechneten Beispielen läßt sich bei einem Kreislauf zwischen 30 atü und 10 atü eine Turbinengrenzleistung bei einer Einwellenmaschine mit zweiflutigem Niederdruckteil von 100 000 kW erreichen. Würde man den Turbineneintrittsdruck von 30 atü auf 60 atü steigern, so würde sich bei fast gleichem Werkstoffaufwand und gleichem Raumbedarf die Maschinenleistung verdoppeln. Nach den von Ackeret und Keller durchgerechneten Vergleichen würde eine nach dem offenen Kreislauf arbeitende Gasturbine bei gleichen Abmessungen und gleichem Raumbedarf nur 12 000 kW leisten.

Dieser von Ackeret und Keller durchgerechnete Vergleich zwischen der Luftturbine mit geschlossenem Kreislauf und der Verbrennungsgasturbine mit offenem Kreislauf fällt aber durch die Annahmen, unter denen die Vergleichsrechnung durchgeführt wird, zuungunsten der letzten aus. Auch für die Gasturbine mit offenem Kreislauf muß durch die künftig mögliche Erhöhung der Arbeitstemperaturen durch bessere warmfeste Stähle oder durch bessere Schaufelkühlung mit der Möglichkeit der Erhöhung der Eintrittstemperatur in die Arbeitsturbine gerechnet werden. Im gleichen Zuge verringern sich alsdann die heute noch erforderlichen hohen Luftüberschubzahlen und damit die Höhe der Gebläseleistung. Eine Steigerung der Grenzleistung der Verbrennungsgasturbine mit offenem Kreislauf ist damit zu erwarten. Immerhin ist die Luftturbine mit ihren geringeren Werkstoffansprüchen entschieden im Vorteil. Sieht man zunächst wieder einmal von der Frage des Lufterhitzers ab, so erfüllt eine Arbeitsmaschine, die nach dem geschlossenen Luftkreislauf arbeitet, die Forderungen nach einfachem Aufbau und geringer mechanischer Werkstoffbeanspruchung in weitem Umfange. Beanspruchungen bis zu 60 atü sind heute keinerlei technischen Schwierigkeiten mehr unterworfen, auch wenn mit Lufterhitzungen in Höhe von 600 bis 700° vor dem Eintritt in die Arbeitsturbine gerechnet wird. Sonderbaustoffe für derartige Beanspruchungen werden demnächst zur Verfügung stehen.

Auch die Forderungen nach einfachem Aufbau einer Maschinengruppe zur Durchführung dieses Arbeitsverfahrens sind erfüllt. Es entfällt zunächst gegenüber einer Wasserdampfanlage der gesamte Speisewasser-Kreislauf mit den bei einem neuzeitlichen Kraftwerk umfangreichen Aufbereitungs- und Vorwärmanlagen. Die Anwendung von Wasser wird auf die Zwischenkühlung bei der Luftverdichtung beschränkt. Der Gesamtwasserbedarf sinkt so auf etwa ein Siebtel desjenigen einer gleich großen Dampfkraftanlage. In Grenzfällen kann dieser Wasserbedarf noch weiter gesenkt werden. Theoretisch ist sogar reine Luftkühlung denkbar. Zu dem Vorteil der Frostunempfindlichkeit kommt der weitere, daß die Notwendigkeit der Wasserbeschaffung, die beim neuzeitlichen Dampfkraftwerksbau neben der Brennstoffbeschaffung immer noch mitbestimmend ist, in den Hintergrund tritt und auch wasserarme Gegenden für den Bau von Großkraftwerken erschlossen werden.

Die Regelung der nach dem geschlossenen Kreislaufverfahren arbeitenden Luftturbine kann allein schon durch Aenderung der Kreislaufdichte bewirkt werden (Bild 3).

Bei der Wasserdampfmaschine tritt sowohl bei der Aenderung des Wärmegefälles (Drosselregelung) als auch bei derjenigen der Durchflußmenge (Düsenregelung) eine stark lastabhängige Wirkungsgrad-Absenkung ein. Auch bei der offenen Verbrennungsgasturbine ist die Regelung über die wechselnde Brennstoffzufuhr mit großer Wirkungsgradeinbuße verbunden. Im Gegensatz hierzu ist der Wirkungsgrad des geschlossenen Kreislaufes weitgehend, wie schon weiter oben ausgeführt, vom Druckbereich, in dem er durchgeführt wird, unabhängig. Der Vorgang der Regelung ist nun so gedacht, daß beim Herabregeln die Kreislaufdichte durch Abblasen der hochgespannten Kreislauf Luft in einen Zwischenbehälter herabgesetzt wird. Für den entgegengesetzten Vorgang des Heraufregeln wird diese entspannte Luft durch einen Kompressor aufgespannt, in einem weiteren Zwischenbehälter gespeichert und in dem erforderlichen, von der Belastung abhängigen Umfange dem Kreislauf wieder zugeführt. Ein Vergleich der Kreislaufdiagramme (Bild 3), von denen das eine für Vollast, das andere für Einünftelast gilt, zeigt die theoretische Unabhängigkeit vom Lastbereich.

Bei einer derartigen Regelung kann die Arbeitsturbine selbst ohne jedes Regelorgan gebaut werden. Es entfällt beim Bau der Turbine jede Rücksicht auf die Temperaturempfindlichkeit von Regelventilen. Ein Fliehkraftregler steuert eine getrennt vom Turbosatz angeordnete, lediglich von kalter Luft durchströmte, Ventilgruppe zum Beeinflussen der Kreislaufdichte. Ob allerdings in der Praxis bei sehr starken, plötzlichen Lastschwankungen alle Ansprüche durch eine derartige, theoretisch elegante Lösung befriedigt werden können, bleibt abzuwarten, da die verhältnismäßig großen in der gesamten Maschinengruppe einschließlich der Wärmeaustauscher und Lufterhitzer umlaufenden Luftmengen eine gewisse Speicherwirkung haben und dadurch die Empfindlichkeit der Steuerung ungünstig beeinflussen können. Dies ist auch Ackeret und Keller klar. Sie gehen selbst an, daß in schwierigen Regelfällen zusätzliche, den Dampfturbinenreglern ähnliche Maschinenelemente eingebaut werden müssen. Bild 5

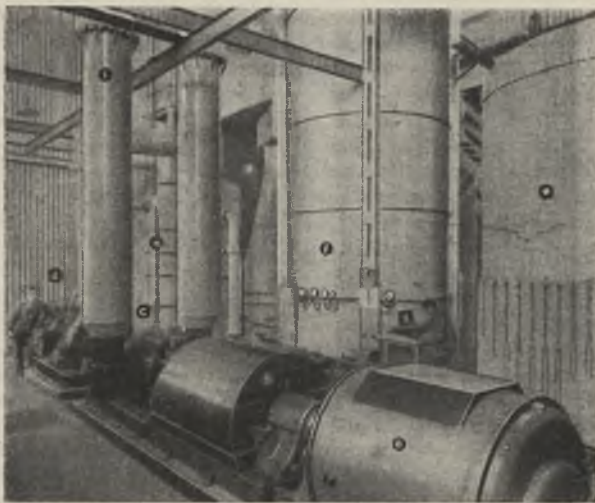


Bild 5. Versuchsanlage der ersten Luftturbine von Escher Wyss.

gibt den Aufbau der Versuchsanlage der Firma Escher Wyss in Zürich wieder. Die meisten der angewandten Maschinenelemente wie Verdichtergruppe, Arbeitsturbinen, Zwischenkühler und Wärmeaustauscher entsprechen neuzeitlichster Technik, während für Rohrleitungen und besonders für den Lufterhitzer Neukonstruktionen vorgeschlagen werden. Während für die Maschinenelemente der Gruppe weder während des Baues noch für den Betrieb besondere Schwierigkeiten zu erwarten sind, wird bei dem Aufbau des Lufterhitzers technisches Neuland beschritten. Es wird die Aufgabe gestellt, Luft auf etwa 700°, später vielleicht 800°, zu erhitzen. Ackeret und Keller schlagen zur Durchführung dieser Aufgabe eine Art Zwangsdurchlaufkessel vor, in dessen Rohren an Stelle von Wasser nur Luft erhitzt wird, wobei feuerungsseitig zunächst an den Betrieb mit Steinkohle in einer Staubfeuerung gedacht war. Ackeret und Keller scheinen sich der hier zu erwartenden Schwierigkeiten in vollem Umfange bewußt zu sein. Die Schwierigkeiten liegen hier in der Gesetzmäßigkeit begründet, daß der Wärmeübergang an Wasser ein vielfacher ist gegenüber dem an Luft, und daß die Grenze der erlaubten Rohrwandtemperaturen sehr schnell überschritten werden kann. Die Aufgabe der Senkung der Rohrtemperaturen läßt sich aber theoretisch durch Steigerung der Kreislaufdichte meistern (Bild 6).

Wollte man bei niedriger Kreislaufdichte die Temperatur der Rohrwand niedrighalten, so würde das nur durch Anwendung sehr hoher Luftgeschwindigkeiten und die damit verbundenen hohen Druckverluste mög-

lich sein. Die hohe Kreislaufdichte (30 bis 60 atü) — der Lufterhitzer ist an der Stelle höchsten Druckes eingeschaltet — ergibt aber durch günstigeren Wärmeübergang an verdichtete Luft erträglichere Wandtemperaturen, und durch geringere Luftgeschwindigkeiten in

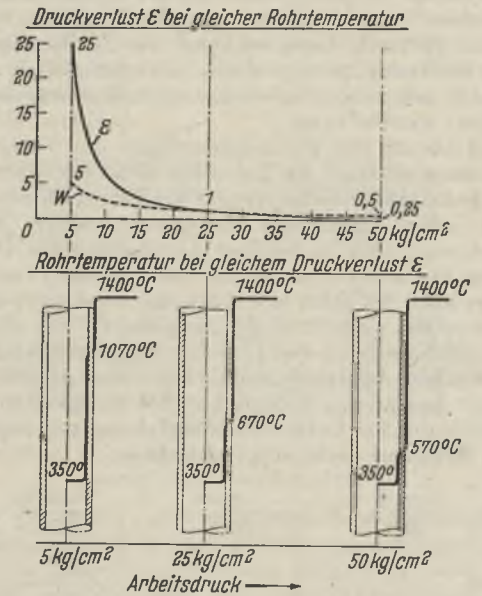


Bild 6. Senkung der Rohrtemperaturen durch gesteigerte Kreislaufdichte beim Lufterhitzer der aerodynamischen Turbinen.

den Rohren geringe Druckverluste. Bei 1400° Flammentemperatur ist nach der Rechnung eine Senkung der Außentemperatur des Rohres von 1070° bei 5 atü Luft auf 670° bei 25 atü und auf 570° bei 50 atü möglich, wenn die Lufttemperatur im Innern des Rohres 350° ist. Bei Lufttemperaturen im Innern des Rohres von 600° und 700°, wie sie Ackeret und Keller vorschweben, ist also mit Außenwandtemperaturen der Heizrohre zu rechnen, die bei Hellrotglut liegen und für die nur vollzunderbeständige Stähle in Frage kommen, deren Beanspruchung bei den verhältnismäßig niedrigen Drücken allerdings erträglich bleibt. Theoretisch läßt sich weiterhin die Frage der Temperaturbeherrschung durch entsprechende Schaltung des Arbeitsmittels gegenüber den Feuergasen beherrschen; ohne dies wäre auch eine Lufterhitzung auf 600° bis 700° unmöglich.

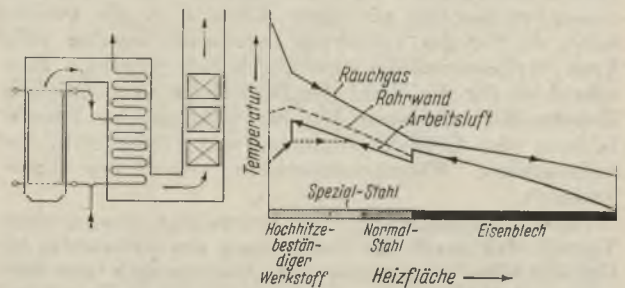


Bild 7. Beispiel einer Schaltung des Luftkreislaufes, durch die das Gebiet der Werkstoffe für hohe Temperaturen auf einen geringen Teil der Heizfläche beschränkt wird.

In Bild 7 ist das Beispiel einer Schaltung wieder gegeben, durch die das Gebiet der hohen thermischen Beanspruchung der Baustoffe auf einen verhältnismäßig geringen Teil der Heizfläche beschränkt wird. Nur die Praxis aber kann den Beweis erbringen, ob die Feuer- raumtemperaturen, die hier mit nur 1400° angenommen sind, und die Feuergasführung sich in entsprechend ausgebildeten Feuerungen so beherrschen lassen, daß örtliche Ueberhitzungen und Rohrverbrennungen mit ihren Folgen auf Haltbarkeit und Betriebssicherheit

vermieden werden können. Zwar liegen die mechanischen Beanspruchungen bei den gegenüber neuzeitlichen Wasserdampf-Kraftwerken niedrigen Drücken der Arbeitsluft rechnerisch niedrig. Sie betragen 1 bis 3 kg/mm² und liegen damit noch unter der Grenze der Dauerstandfestigkeit. Trotzdem bleibt die Frage offen, inwieweit sich Theorie und Praxis in Einklang bringen lassen.

Die Ueberlegung, an Stelle einer Steinkohlenstaub-Feuerung eine Gichtgasfeuerung zu benutzen, würde schon einen Teil der hier vorgebrachten Bedenken ausräumen. Neben der geringeren Flammentemperatur selbst und den bei Verwendung von Gichtgas niedrigeren Wärmeübergangserscheinungen wird sich bei Gichtgas eine gleichmäßigere Ausfüllung des Brennraumes und bessere Beherrschung des Flammenweges erreichen lassen.

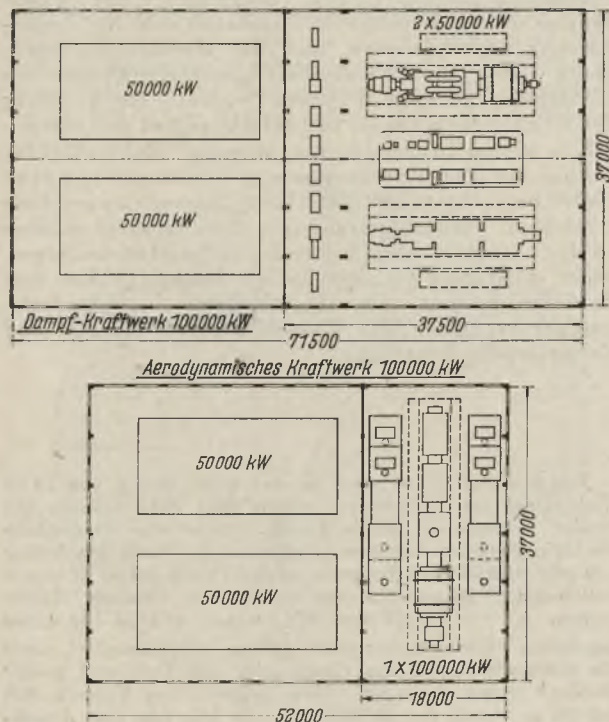


Bild 8. Vergleich zwischen Dampf- und Luftturbinen-Kraftwerk.

Bild 8 zeigt den Aufbau eines größeren Luftturbinen-Kraftwerkes, das nach dem geschlossenen Kreislauf arbeitet, im Vergleich zu einem Dampfkraftwerk gleicher Größe. Der geringere Raumbedarf des Luftturbinen-Kraftwerkes ist im wesentlichen durch das Fehlen der Speisewasserwirtschaft bedingt. Die Turbinenanlage selbst sowie der Lufterhitzer beanspruchen einen ähnlichen Raumbedarf wie die wesensähnlichen Anlagen eines Dampfkraftwerkes.

In welcher Form läßt sich nun eine Luftturbinenanlage mit geschlossenem Kreislauf in die Kraft- und Wärmewirtschaft von Industriebetrieben einschalten? Die weitgehenden Möglichkeiten, die man bei der Anwendung von Höchstdruckdampf in Vorschaltanlagen in Industriebetrieben hat, sind bei der Anwendung der Luftturbine mit geschlossenem Kreislauf natürlich nicht vorhanden. Bei den Betrieben der Schwerindustrie besteht im wesentlichen die Möglichkeit der Stromerzeugung unter Ausnutzung entsprechender Kohle in Staubfeuerungen oder von Ueberschußgas aus Hochöfen und Kokereianlagen. Dennoch ergibt sich die Möglichkeit einer Kupplung, da die Kühlwasser-Austrittstemperatur aus den Kühlern der Verdichtergruppe ohne Beeinträchtigung des Wirkungsgrades auf 70 bis 80° erhöht werden kann. Auf diese Weise ist die

Gewinnung eines auf eine genügende Temperaturhöhe gebrachten Heißwassers möglich, um Heizungen der mannigfaltigsten Art damit betreiben zu können.

Der Fortschritt der Arbeiten von Akeret und Keller liegt darin, daß sie sich von den bisherigen Anschauungen über die Kreisläufe von Wärmekraftmaschinen unabhängig machten, und selbständig ein neues Kreislaufverfahren entwickelten. Welches ist nun der zu erwartende wärmewirtschaftliche Gewinn, oder welcher Gesamtwirkungsgrad ist mit einer Luftturbinenanlage nach dem geschlossenen Kreislaufverfahren zu erzielen? Akeret und Keller glauben bei Einrechnung einer gewissen Zukunftsentwicklung bei Anlagen von 10 000 kW und darüber einen thermischen Wirkungsgrad der Gesamtanlage, d. h. das Verhältnis von Leistung an der Kupplung zu der Wärme des Brennstoffes, mit 41,6% annehmen zu können. Mit einmaliger Zwischenerhitzung würde sich dieser Wert auf 46,2% erhöhen. Die Annahmen, die hierbei gemacht werden, sind aus *Zahlentafel 1* ersichtlich. Wie man sieht, ist hier mit

Zahlentafel 1. Erwartete Betriebswerte von Anlagen mit 10 000 kW und mehr

Lufttemperatur t_1 vor Turbine	750 °C
Adiabatischer Turbinenwirkungsgrad η_{ad} je Stufen-	92 %
gruppe	
Adiabatischer Verdichterwirkungsgrad η_{ad} je	
Stufengruppe	89 %
Eintrittstemperatur t_2 in Verdichter	20 °C
<i>Verdichter mit zweimaliger Zwischenkühlung</i>	
Mechanischer Wirkungsgrad η_m von Turbine und	
Verdichter je	98,5 %
Druckverhältnis p_1/p_2	3,5
Temperaturunterschied ΔT im Wärmeaustauscher	20 °C
Druckverlust ϵ	0,06
Luftüberschußzahl λ der Verbrennung	1,2
Abgastemperatur	120 °C
Strahlungsverluste bezogen auf die Brennstoffwärme	3,5 %
Hilfsantrieb bezogen auf die Kupplungsleistung .	6 %

den günstigsten Werten gerechnet worden, die vielleicht einmal in Zukunft erreicht werden können. Dies bezieht sich nicht allein auf die Lufttemperatur vor dem Eintritt in die Arbeitsturbine, sondern auch auf die Wirkungsgrade der Arbeitsturbine selbst sowie die Wirkungsgrade der Hilfsmaschinen, wie Verdichter usw. Ein Wirkungsgrad von 46,2% würde einem Wärmeverbrauch von 1860 kcal/kWh entsprechen. Ob sich auch unter Berücksichtigung der Annehmlichkeit des Arbeitens mit reiner Luft, also des Entfalles von Verschleiß besonders in den umlaufenden Maschinengruppen und der Möglichkeit des Baues hochwertiger Maschinenelemente derartiger hoher Wirkungsgrade sowohl beim Abnahmeversuch als auch im Dauerbetrieb in naher Zukunft erreichen lassen, ist zweifelhaft, wenn auch zuzugeben ist, daß beim Betrieb mit reiner Luft Verschleißfragen an den umlaufenden Maschinenteilen nicht die Rolle spielen werden wie beim Betrieb mit Wasserdampf. Eine zur Zeit für ein deutsches Großkraftwerk geplante größere Versuchsanlage mit 12 000 kW Leistung, die mit Drücken zwischen 30 und 10 atü und einer Luftvorwärmung von 600° ausgelegt wird, soll einen Garantiewärmeverbrauch beim Bestpunkt von 2970 kcal/kWh haben, ein Wert, der von neuzeitlichen 80-Atmosphären-Dampfkraftanlagen ohne weiteres auch erreicht wird. Immerhin ist doch zu erwarten, daß im Laufe der Zeit nach dem geschlossenen Verfahren arbeitende Luftturbinenanlagen Wärmeverbrauchszahlen erwarten lassen, die diejenigen bester Dampfkraftanlagen erreichen und vielleicht sogar unterschreiten. Der Werkstoffverbrauch für eine derartige Anlage liegt in der Höhe der niedrigsten Werte, mit denen bisher der Bau modernster deutscher Dampfkraftwerke durchgeführt werden konnte.

Wenn auch die Vorschläge von Akeret und Keller und die Arbeiten der Maschinenfabrik Escher Wyss noch nicht zu völlig betriebsreifen Konstruktionen geführt haben, so verdienen sie doch unsere größte Aufmerksamkeit. In einer Zeit, in der es dem deutschen Ingenieur durch seine Einstellung auf kriegswichtigste Aufgaben verwehrt ist, sich einer derartigen Forschungsarbeit zu widmen, ist hier eine Entwicklungsarbeit geleistet worden, deren Wichtigkeit für die Fortschritte des Wärmekraftmaschinenbaues noch nicht abzusehen ist. Bei Beginn des Großdampfturbinenbaues vor 30 Jahren war eine Ausnutzung von etwa 8 % des in der Kohle enthaltenen Wärmewertes erreichbar. Heute erreicht die neuzeitlichste Höchstdruck-Wasserdampfmaschine 25 %. Der Dieselprozeß, der allerdings nur auf Sondergebieten durchführbar ist, erreicht 35 %. Der Fortschritt, der sich an diesen Zahlen ausdrückt, darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, daß die Wärmekraftmaschine immer noch einen verhältnismäßig niedrigen Wirkungsgrad aufweist, wenn auch die Aufgabe bei der Wärmekraftmaschine durch die in der Eigenart der in den Kreislaufprozessen liegenden Gesetzmäßigkeiten besonders schwer ist. Angesichts des stetig steigenden Einsatzes des elektrischen Stromes auf allen Gebieten ist aber die Beachtung jeglichen Fortschrittes zur Erzeugung elektrischer Energie eine besondere vaterländische Aufgabe.

Zusammenfassung

Die Möglichkeiten der Wirkungsgradsteigerung der Wasserdampfmaschine sind weitgehend ausgeschöpft.

An den Vortrag schloß sich folgende Aussprache an.

A. Schack: Herr Lent hat bereits darauf hingewiesen, daß bei der Turbine mit geschlossenem Kreislauf der Lufterhitzer ein schwieriges Problem ist. In der Tat steht und fällt dieses Verfahren mit der Möglichkeit, einen genügend haltbaren und billigen Lufterhitzer zu bauen.

Ich habe mir ausgerechnet, wie groß die umlaufenden Luftmengen sind, die eine 50 000-kW-Turbine braucht. Eine kWh entspricht 860 kcal, also 50 000 kW entsprechen $43 \cdot 10^6$ kcal/h. Diese reine Nutzwärme ist, wie man sieht, schon gewaltig. Wir nehmen nun einen Wirkungsgrad der ganzen Anlage von 30 % an; dann sind also insgesamt an Wärme aufzuwenden:

$$\frac{43 \cdot 10^6}{0,3} = 143 \cdot 10^6 \text{ kcal/h, oder } 20 \text{ t Kohle je Stunde.}$$

Diese Kohlenmenge muß in dem Lufterhitzer verfeuert werden; denn der Lufterhitzer ist die einzige Stelle im ganzen Prozeß, an der Wärme zugeführt wird. Die Luft kommt aus dem Wärmeaustauscher in den Lufterhitzer mit einer Temperatur von 350°. Sie soll in ihm auf 700° erhitzt werden. Ist die Luftmenge $x \text{ Nm}^3/\text{h}$, so gilt also die Gleichung

$$x \cdot c_p \cdot (700 - 350) = 1,3 \cdot 10^6 \eta_L.$$

Hierbei ist η_L der Wirkungsgrad des Lufterhitzers mit 0,75 und die spezifische Wärme c_p mit 0,33 anzunehmen. Dann ergibt sich als umlaufende Luftmenge $x = 920 000 \text{ Nm}^3/\text{h}$. η_L ist nur mit 0,75 angenommen, da die vorzuwärmende Luft bereits mit 350° eintritt, also eine hohe Abgastemperatur unvermeidlich ist, wenn man zunächst auf weitere Anlagen zur Vorwärmung der Verbrennungsluft des Erhitzers durch die Abgaswärme verzichtet.

Der Lufterhitzer muß also stündlich über 900 000 Nm^3 Luft von 350 auf 790° erhitzen; das entspricht dem Luftbedarf von 10 großen Hochöfen. Natürlich müßte der Lufterhitzer für eine solche Leistung entsprechend aufgeteilt werden, z. B. in 20 Aggregate. Die Zahlen verlieren jedoch von ihrem Schrecken, wenn man bedenkt, daß eine ganze Anzahl von Großkesseln für eine derartige Turbinenleistung notwendig ist.

Die Entwicklungsarbeit der Wärmekraftmaschine erstrebt möglichst einfache Bauweise, geringsten Werkstoffaufwand nach Menge und Sonderanforderungen, insbesondere gegenüber Beanspruchungen durch hohe Temperaturen, bei höchster Wärmeausnutzung und Verwendung auch geringwertiger Brennstoffe. Offene Verbrennungsturbinen entsprechen diesem Wunschbild nur teilweise. Die Luftturbine mit geschlossenem Kreislauf nach J. Akeret und C. Keller kommt ihm näher. Der Fortschritt liegt vor allem darin, daß Akeret und Keller sich von den bisherigen Anschauungen über die Kreisläufe von Wärmekraftmaschinen durch die selbständige Entwicklung eines neuen Kreislaufverfahrens, des sogenannten Doppelisothermen-Kreislaufes, unabhängig machen.

Grundsätzlich ist der reine Gaskreislauf einem Kreislauf mit Aenderung des Aggregatzustandes, dem Flüssigkeits-Dampfkreislauf, überlegen. Die Unabhängigkeit vom Druckbereich gestattet eine für die Bemessung der Maschinen und die Werkstoffbeanspruchung sowie die Wärmeübertragungsverhältnisse im Lufterhitzer günstige Wahl des Druckes. Bei Regelung des Kreislaufdruckes ist der Wirkungsgrad der Maschinen in weiten Grenzen lastunabhängig. Bei einfachem Aufbau der Maschinengruppe sind Leistungen von etwa 10 000 bis mehrere 100 000 kW bei Einwellenmaschinen erreichbar. Wirkungsgrade und Stahlaufwand dürften an der unteren Grenze bester Dampfkraftwerke liegen. Nicht vollständig gesichert ist die Baumöglichkeit und Betriebssicherheit des Lufterhitzers. Nichtsdestoweniger verdienen die Vorschläge von Akeret und Keller größte Beachtung.

Unter diesen Umständen ist der hohe Druck von 30 at trotz seiner im Lufterhitzer schwierigen Beherrschung ein großer Vorzug, da durch diesen Druck eine wesentliche Verkleinerung der Erhitzer möglich wird. Nach den früher von mir entwickelten Formeln ist der Druckverlust in einem beliebigen Wärmeaustauscher und sonst gleichen Bedingungen $p = c \cdot w_0 / P \text{ mm WS}$, wobei c eine für einen gegebenen Wärmeaustauscher gültige Konstante, $w_0 \cdot m/s$ die Geschwindigkeit des Gases oder der Luft und p der absolute Druck in at ist. Man sieht an der Formel, daß bei 30 at Druck der Druckabfall nur $1/30$ von dem Druckabfall bei 1 at und gleicher Normalgeschwindigkeit (0°C, 760 mm QS) ist. Die Formel zeigt andererseits, daß man die Normalgeschwindigkeit der Luft auf das 30- = 5,5fache steigern kann, ohne eine Steigerung des Druckverlustes gegenüber 1 at zu erhalten. Das gibt eine Steigerung der Wärmeübergangszahl auf das 3,6fache und eine Verminderung der Luftquerschnitte auf den 5,5ten Teil. Da man wegen des hohen Absolutdrucks noch einen wesentlich höheren Druckabfall als bei 1 at zulassen kann, erhöhen sich diese Zahlen in Wirklichkeit noch beträchtlich.

Die hierdurch gegebenen hohen Wärmeübergangszahlen der Luft führen zu einer Erhöhung der Wärmedurchgangszahl gegenüber Normaldruck von ungefähr 40 % und damit zu einer Verringerung der Heizfläche auf den 1,4ten Teil. Weiter ermöglichen sie aber infolge der hohen Kühlwirkung die Verwendung wesentlich erhöhter Eintrittstemperaturen der heizenden Gase und damit eine weitere beträchtliche Verminderung der Heizfläche. Bei dieser Erhöhung der Eintrittstemperatur sind aber die Schwierigkeiten zu beachten, die bei Ueberschreitung des Aschen-sinterpunktes eintreten, wenn man aschenhaltige Brennstoffe verwendet.

K. Rummel: Bei der Gasfeuerung des Lufterhitzers³⁾ wird die Regelung doch erheblich leichter sein als bei der Kohlenstaubeuerung. Es kommt darauf an, die Rauchgastemperatur sehr schnell herunterregeln zu können. Das läßt sich machen, indem man bei plötzlicher Entlastung starken Luftüberschuß gibt. Es braucht nur ein Schuß zu

³⁾ Vgl. eine Veröffentlichung von C. Keller und R. Ruegg: Stahl u. Eisen demnächst.

sein, bis die durch Verminderung der Gasmenge hervorgerufene Temperatursenkung nachgekommen ist. Bei der Kohlenstaubfeuerung wird das schwerer sein, weil sich bei ihr die Temperaturen nicht stark erniedrigen lassen. Auf der anderen Seite muß man sagen, daß Ackeret und Keller vielleicht etwas phantastisch sind in den Ausblicken, die sie entwickeln, daß sie aber in den Maschinen, die jetzt in einem deutschen Kraftwerk aufgestellt werden sollen, doch vorsichtig vorgegangen sind, nämlich nur bis

zu 600 bis 650° Lufttemperatur. Man wird auch in der ersten Zeit keine Maschinen bauen, die sehr stark herauf- und heruntergeregelt werden. Man muß auch bedenken, daß beim Regeln der Luftdruck bei starker Entlastung auf Bruchteile heruntersinkt, und daß dann nicht mehr der gute Wärmeübergang besteht, der durch den hohen Druck gewährleistet ist. Trotz allen Schwierigkeiten glaube ich, daß von allen Bestrebungen der letzten 20 Jahre diese hier die meisten Aussichten auf Verwirklichung haben.

Metallurgische Einflüsse auf die Kokillenhaltbarkeit

Von Dipl.-Ing. Béla Körös, Gießereileiter in Salgótarján, Ungarn¹⁾

(Einflüsse auf die Haltbarkeit von Stahlwerkskokillen. Feststellung der zweckmäßigsten Zusammensetzung. Einfluß der einzelnen Elemente auf die Haltbarkeit. Einfluß der Wärmebehandlung. Richtanalyse. Gattierung.)

Unter den Gießereierzeugnissen, die in einem gemischten Hüttenwerk Verwendung finden, nehmen die Stahlwerkskokillen den ersten Platz ein (Bild 1). Ähnlichen Beanspruchungen wie die Kokillen sind auch Schlackenpfannen, Gespannplatten usw. ausgesetzt; der Anteil aller dieser Gußstückarten an der Gesamtgußerzeugung eines Werkes beläuft sich im Jahresdurchschnitt auf etwa 47 %.

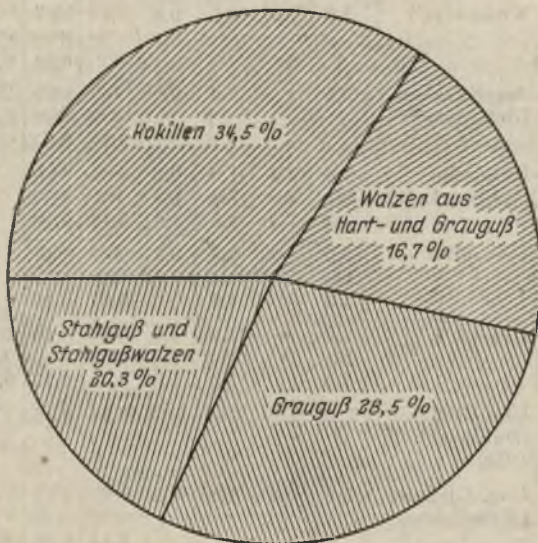


Bild 1. Verteilung des Bedarfs an Gießereierzeugnissen eines Hüttenwerks.

Die Entwicklung, die die Erzeugung an Sonderstahl-sorten nach Güte und Menge in den letzten Jahren genommen hat, und die hierdurch an die Kokillen gestellten größeren Ansprüche lenken die Aufmerksamkeit des Stahlwerkers und des Gießereifachmannes immer wieder auf die Frage der Gütesteigerung dieser wichtigen Gußstücke, und zwar auch mit Rücksicht auf die Knappheit an phosphorarmen Erzen und Roheisensorten in manchen Ländern. Die Schwierigkeiten in Ungarn sind noch erheblicher, nachdem trotz der in den Jahren 1938 bis 1941 erfolgten Verdoppelung des Hoheitsgebietes kein bedeutenderes Hochofenwerk hinzugekommen ist, wogegen sich der Stahlverbrauch durch den Krieg vervielfacht hat.

Die verwickelte Erfassung der richtigen Kokillenhaltbarkeit erhellt klar aus der folgenden Aufstellung:

Hauptinflüsse auf die Kokillenhaltbarkeit

A. Einflüsse der Bauart

- a) Form und Abmessungen der Kokillen (Wandstärke, Höhe, Verjüngung usw.).

- b) Verhältnis der Kokillenhaltbarkeit zum Blockgewicht.
- c) Verhältnis des Kokillenquerschnittes zum Blockgewicht.
- d) Gießtechnische Änderungen (Verstärkung, Rippen, eingegossene Zapfen usw.).

B. Metallurgische Einflüsse

- a) Ofeneinsatz (chemische Zusammensetzung, Herkunft der Rohstoffe).
- b) Schmelzeinrichtung.
- c) Abstich- und Gießtemperatur. Behandlung vor dem Gießen.
- d) Zusammensetzung des Fertiggusses.
 1. Gesamtkohlenstoff und Graphit %.
 2. Silizium.
 3. Mangan.
 4. Phosphor und Schwefel.
 5. Kupfer und Chrom.
 6. Etwa vorhandene andere Elemente, Verunreinigungen.
- e) Wärmebehandlung.

C. Beanspruchungen im Stahlwerk

- a) Zusammensetzung des flüssigen Stahles.
- b) Gießtemperatur und -geschwindigkeit.
- c) Zeitspanne zwischen Gießen und Abziehen.
- d) Zeitspanne der aufeinanderfolgenden Güsse in ein und dieselbe Kokille.
- e) Behandlung der Kokille nach dem Abstreifen, etwaige Zwischenglühung, Anwärmung vor dem Gießen.
- f) Einfluß der Jahreszeiten.
- g) Erwünschte Oberflächenbeschaffenheit des Walzgutes.

Im folgenden werden nur die unter B angeführten Punkte eingehender besprochen, während die unter A und C genannten im allgemeinen als unveränderlich, erprobt betrachtet werden. Die Untersuchungen sind mit großen Stückzahlen und möglichst aus denselben Schmelzperioden der Gießerei oder des Stahlwerkes durchgeführt worden.

Metallurgische Beziehungen

Schon wiederholt ist dargelegt worden, daß bei der richtigen Auswahl des Kokillenwerkstoffes zweierlei Eigenschaften aufeinander abgestimmt werden müssen: Gute Feuerbeständigkeit neben guter Warmfestigkeit. Durch das Wachsen des Gußeisens als nicht umkehrbarer Vorgang entstehen Brandrisse und Anfressungen, wogegen durch eine geringe Festigkeit²⁾ (wobei nach Bild 2 die Festigkeit des Gußeisens bei 800° kaum den fünften Teil derjenigen bei Raumtemperatur beträgt) das vorzeitige Reißen des Gußstückes verursacht wird.

¹⁾ Auszug aus einem Originalaufsatz, erschienen in der Zeitschrift Bany. koh. Lap. 76 (1943) S. 125/34.

²⁾ Piwo w a r s k y, E.: Hochwertiger Grauguß, Berlin 1929.

Hier sei bemerkt, daß sich sämtliche Feststellungen auf die in *Bild 3* dargestellte 3-t-Kokille beziehen, die größtenteils in der Nachtschicht aus einem basischen Siemens-Martin-Ofen und in geringer Anzahl aus dem Kupolofen gegossen werden.

Um den genannten Forderungen zu genügen, müssen die nachstehenden Gefüge- und Analysenvorschriften in Einklang gebracht werden:

Gefüge		Chem. Zusammensetzung in %					
Wachstumbeständiges Gußeisen	Graphit von normaler Ausbildung in höchster Menge, ferritisches Grundgefüge, möglichst wenig Phosphid-eutektikum	Gesamt-C 3,75	Graphit 3,25	Si 1,5	Mn 0,5	P 0,1	S höchst. 0,08
Gußeisen von hoher Festigkeit	weniger Graphit in feiner Verteilung, perlitisches Grundgefüge, wenig Phosphid-eutektikum	3,0	2,1	0,9	1,0	0,3	0,08

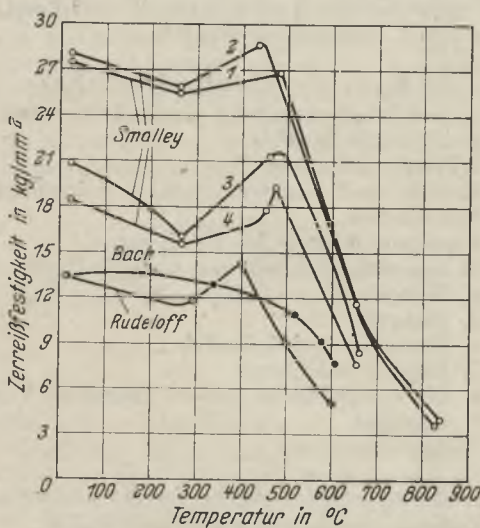


Bild 2. Die Festigkeit von Gußeisen bei höheren Temperaturen.

Die Frage, welcher der beiden Zusammensetzungen der Vorzug gegeben werden soll, kann nur von Fall zu Fall beantwortet werden. Für die sich nach oben verjüngende Form (*Bild 3*) bevorzugt man ein wachstumbeständiges Gußeisen, weil die Wandung der Kokille nach der Füllung mit flüssigem Stahl eine schnelle Erstarrung und ein Zusammenziehen des Blockes bewirkt.

Demgegenüber wird von den sich nach unten verjüngenden Kokillen für legierte Stähle neben guter Wachstumbeständigkeit auch eine hohe Warmfestigkeit verlangt. Die durch den ferrostatischen Druck bewirkte Scherbeanspruchung beträgt in der untersten Schicht der Kokillen 1,1 bis 1,9 kg/mm² — für die hier betrachtete Kokille 1,3 kg/mm² —, wobei die Zerreißeigenschaft des Gußeisens bei der gegebenen Wandstärke mit 12 kg/mm² angenommen werden kann. Nach *Bild 2* ist also ein zeitweiliges Reißen — rechtzeitiges Abstreifen vorausgesetzt — nicht zu erwarten.

Zahlentafel I enthält einige kennzeichnende, jedoch recht unterschiedliche Zusammensetzungen aus dem Schrifttum und aus den Aufzeichnungen des Verfassers.

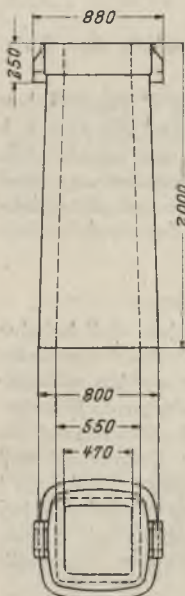


Bild 3. Abmessungen der 3-t-Kokille.

Zahlentafel 1. Zusammensetzung von Stahlwerksskollilen. Schrifttumsübersicht.

Lfd. Nr.	Quellenangabe	Zusammensetzung in %						
		Gesamt C	Graphit	Si	Mn	P	S	Cr
1	Geiger-Simmersbach ¹⁾	3,3 bis 4,4	—	1,6 bis 3,0	0,6 bis 1,2	0,06 bis 0,12	höchstens 0,075	
2	Concordiahütte (Durchschnittswerte aus 1933)	4,17	3,48	0,77	1,09	0,14	0,04	
3	Piwowarsky ²⁾	3,6	3,0	2,0 bis 3,0	0,5 bis 0,7	höchstens 0,10	höchstens 0,08	
4	Oberhoffer ³⁾	3,5 bis 4,5	—	1,5 bis 2,8	0,5 bis 1,2	höchstens 0,2	höchstens 0,06	
5	Hoffmann ⁴⁾	mind. 3,5	3,0 bis 3,25	1,6 bis 2,0	0,4 bis 0,6	höchstens 0,1	höchstens 0,08	
6	Eickworth ⁵⁾	3,5	2,9 bis 3,1	1,8 bis 2,1	0,5 bis 0,7	höchstens 0,1	höchstens 0,09	
7	Witkowitz ⁶⁾	3,9	3,1	2,2	0,6	höchstens 0,2	höchstens 0,04	höchstens 0,11
8	Amerikanische Gießereien ⁶⁾	3,5	—	1,0	0,9	höchstens 0,20	höchstens 0,07	
9	Russische Stahlwerke ⁶⁾	3,0 bis 3,3	2,1 bis 2,7	1,0 bis 1,3	0,8 bis 1,2	höchstens 0,15	höchstens 0,10	
10	Travaglini ⁶⁾	3,2 bis 3,8	möglichst viel	1,5 bis 3,0	0,7	höchstens 0,07	höchstens 0,10	
11	Hruska ⁶⁾	2,5 bis 3,5	—	1,0 bis 1,2	1,0 bis 1,8	höchstens 0,15	höchstens 0,10	0,25 bis 0,50
12	Ung. Gießerei (Durchschn. 1938)	3,38	2,99	1,67	0,48	0,14	0,14	
13	Ung. Gießerei (Richtanalyse)	3,6	3,1	1,5	0,8	höchstens 0,15	höchstens 0,08	höchstens 0,1

¹⁾ a. a. O. S. 407.

²⁾ Hochwertiger Grauguß. Berlin 1929. S. 70.

³⁾ Das technische Eisen, 3. Aufl. Berlin 1925. S. 605.

⁴⁾ Stahl u. Eisen 61 (1941) S. 606/09 (Stahlw.-Aussch. 385).

⁵⁾ Stahl u. Eisen 61 (1941) S. 495 (Erörterungsbeitrag).

⁶⁾ Knechans, K., und N. Berndt: Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 973/78.

Feststellung der zweckmäßigsten Zusammensetzung

Vor allem ist zu klären, ob das Stahlwerk glatte, leicht ziehbare Blöcke bevorzugt oder aber ein vorzeitiges Aushrennen zugunsten der höheren Festigkeit in Kauf genommen werden kann. Manchmal verlangt das Stahlwerk beides: glatte Blöcke und saubere Kokillen neben guter Festigkeit. Hierbei darf nicht außer acht bleiben, daß Kokillen mit perlitischem, also dichterem Gefüge anfänglich glattere Blöcke liefern als die graphitreichen wachstumbeständigeren.

Weiter dürfen die Punkte c und d der Gruppe C: Beanspruchungen im Stahlwerk, nicht unberücksichtigt bleiben. Besonders ist die Zeitspanne zwischen Gießen und Abstreifen von ausschlaggebender Bedeutung³⁾. Muß der Block in der Kokille wegen gegebener Betriebsverhältnisse über eine gewisse kritische Zeitspanne verweilen, so ist das wachstumbeständige Gußeisen vorzuziehen. Diese Zeit muß für jede Kokillenform ermittelt werden.

³⁾ Ristow, A.: Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 401/04 u. 427/33 (Stahlw.-Aussch. 367).

Im allgemeinen müssen immer die feuerbeständigen Eigenschaften mehr oder weniger vorherrschen. Kokillen, die nach Erreichen einer hohen Gießzahl und wegen Reißens (verursacht durch fortgeschrittenes Ausbrennen) abgesetzt wurden, haben den Bestwert er-

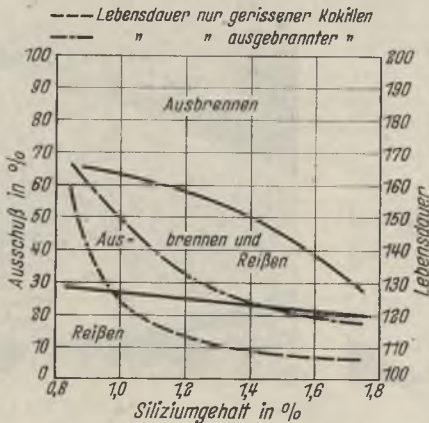


Bild 4. Lebensdauer und Ausfall von Flaschenhalskokillen (nach Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 25, 1939, S. 128).

reicht (Bilder 4 und 5). Die gleichzeitige Beurteilung der von H. Jungbluth⁴⁾ besprochenen englischen Arbeit sowie die Großzahlauswertung eines ungarischen Stahlwerkes können hierbei wertvolle Hinweise liefern. Die Haltbarkeit der gerissenen Kokillen ist geringer als

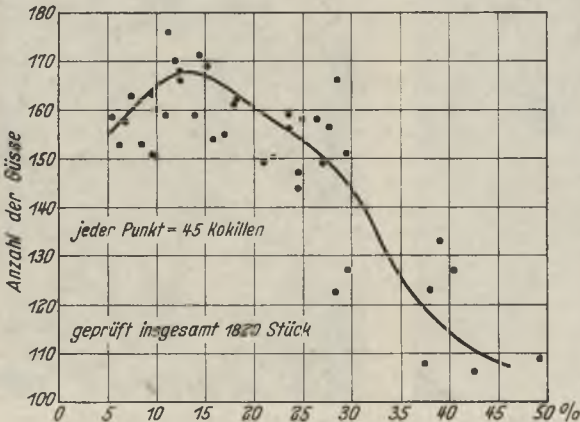


Bild 5. Anteil der gerissenen Kokillen an der Gesamtmenge.

die der nur ausgebrannten. Die beste Haltbarkeit ist durch den Ausfall von nur 15 % gerissenen Kokillen der jeweiligen Ausmusterung gekennzeichnet.

Es ist jedoch nicht immer leicht, zwischen ausgebrannten und gerissenen Kokillen eine genaue Grenze zu ziehen, da beide Erscheinungen häufig nebeneinander herlaufen und sich überdecken. Als gerissene Kokillen wurden nur diejenigen gezählt, die mit weniger als 5 % der monatlichen Durchschnittslebensdauer infolge Reißens ausgeschieden werden mußten. Die Gesamthaltbarkeit der gerissenen und ausgebrannt-gerissenen lag immer niedriger als diejenige der nur ausgebrannten. Von 200 Kokillen der laufenden Ausmusterung betrug die durchschnittliche Haltbarkeit (Bild 6)

von 100 Stück ausgebrannten	166,8 Güsse
von 100 Stück ausgebrannten oder ausgebrannt-gerissenen	153 Güsse
Von den letzten jedoch	
von 43 Stück nur gerissenen	126 Güsse
von 57 Stück ausgebrannt-gerissenen	176 Güsse

Hieraus folgt, daß ein gewisser niedriger Prozentsatz gerissener Kokillen als Beweis für den erreichten Bestwert gilt.

Zu dieser Frage sei noch bemerkt, daß das Reißen der Kokillen im Gegensatz zu dem allmählichen langsamen Vorgang des Ausbrennens meist plötzlich auftritt. Aus diesem Grunde kann der Auffassung von A. Ristow⁵⁾ zugestimmt werden, nach der bei den größeren Kokillen im allgemeinen die wegen Ausbrennens, bei den kleineren (Elektrostahl) jedoch die wegen Reißens ausgemusterte Gußsorte angestrebt werden sollte.

Einfluß der einzelnen Elemente

Für Kokillen erwünscht ist das ferritische Gefüge, jedoch mit einem nicht geringen Anteil an lamellarem Perlit; chemische Zusammensetzung und Gattierung müssen dementsprechend eingestellt werden. Gegossen wird im allgemeinen aus dem Flammofen, dem Kupolofen oder dem Holzkohlen-Hochofen. Auch Duplexverfahren sind vereinzelt bekannt. Die untersuchten Kokillen stammen — wie bereits erwähnt — größtenteils aus dem basischen Siemens-Martin-Ofen, in geringer Menge aus dem Kupolofen.

Ein möglichst hoher Kohlenstoffgehalt soll angestrebt werden, von dem 85 bis 90 % als Graphit vorhanden sind. Für Sonderzwecke eignet sich am besten der unmittelbare Guß aus dem Holzkohlen-Hochofen mit Kohlenstoffgehalten über 4 % neben höherem Mangangehalt (1,2 %) und niedrigem Siliziumgehalt (unter 1 %). Diese Zusammensetzung — bekanntes Gefüge, Reinheit, niedriger Phosphor- und Schwefelgehalt — verleihen dem Holzkohlenroheisen-Guß und -Gußbruch trotz erheblicher Schwankungen in der Zusammensetzung im allgemeinen hervorragende Eigenschaften. Ihnen stehen aber die Eigenschaften von Hämatitroheisen aus dem Kokshochofen, das bei sachgemäßer Gußbruchwirtschaft richtig gattiert und im Flammofen heiß erschmolzen wird, kaum nach.

Der Gesamt-Kohlenstoffgehalt kann durch sorgfältige Schlackenführung auch im basischen Siemens-Martin-Ofen durch Zusatz von stückigem, schwefelarmem Petrolkoks (2 bis 3 % vom Einsatz) auf 3,6 bis 3,8 % gehalten werden. Im Kupolofen liegt der höchst erreichbare Kohlenstoffgehalt bei 3,5 bis 3,6 %. Petrolkoks übt im basischen Ofen hauptsächlich eine Schutzwirkung aus, indem er den Kohlenstoffabbrand ersetzt: eine kohlenstoff erhöhende Wirkung kommt kaum in Frage. In ihrer Schutzwirkung bleiben die übrigen Kohlenstoffträger (Graphit, Holzkohle, Schmelzkoks usw.) weit hinter dem Petrolkoks zurück⁵⁾.

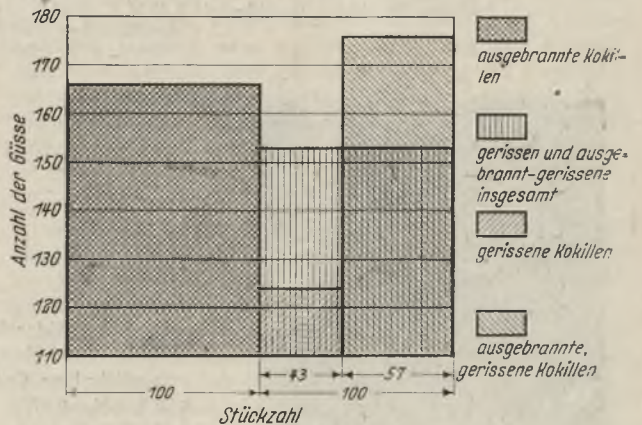


Bild 6. Verteilung der Ausschubursachen.

Die Bilder 7 bis 9 stellen einige kennzeichnende Gefügebilder dar. Bei praktisch gleicher Zusammensetzung kann aus dem Siemens-Martin-Ofen eine weit aus feinkörnigere Kokille mit um 12 bis 15 % höherer Haltbarkeit als aus dem Kupolofen erhalten werden. Das Grundgefüge aus dem Kupolofen ist ferritisch, aus dem

⁴⁾ Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 822.

⁵⁾ Piwowarsky, E.: Gießerei 20 (1933) S. 277/80.



a) Bruchstück



b) ungeätzt: $\times 100$



c) geätzt mit 2% HNO_3 : $\times 200$

Bilder 7a bis c. Kokille mit 3,51 % C, 2,98 % Graphit, 1,47 % Si, 0,86 % Mn, 0,14 % P und 0,068 % S erschmolzen im Kupol-Ofen.



a) Bruchstück



b) ungeätzt: $\times 100$



c) geätzt mit 2% HNO_3 : $\times 200$

Bilder 8a bis c. Kokille mit 3,45 % C, 2,94 % Graphit, 1,48 % Si, 0,74 % Mn, 0,12 % P und 0,043 % S erschmolzen im Siemens-Martin-Ofen.



a) vor dem Gebrauch

Bilder 9a und b.
Kokille aus Holzkohlen-Roheisen mit perlitischem Gefüge mit 4,08 % C, 0,76 % Si, 0,87 % Mn, 0,15 % P und 0,032 % S: geätzt mit 2% HNO_3 ($\times 400$).



b) nach der Ausmusterung

Siemens-Martin-Ofen zeigt das Gefüge körnigen und lamellaren Perlit neben Ferrit und fein ausgeschiedenen Graphit.

Die Bilder 9a und b zeigen Aufnahmen von Kokillen der Concordiahütte. Bild 9a stellt das kennzeichnende lamellar-perlitische Gefüge des Holzkohlenroheisens dar, wogegen Bild 9b seine durch Wachsen verursachte Zersetzung mit großen Ferritinseln veranschaulicht.

Wie bei grauem Gußeisen üblich, muß der Siliziumgehalt mit dem Kohlenstoffgehalt in Einklang gebracht werden, wobei die kohlenstoffverdrängende Wirkung des Siliziums⁶⁾ berücksichtigt werden muß.

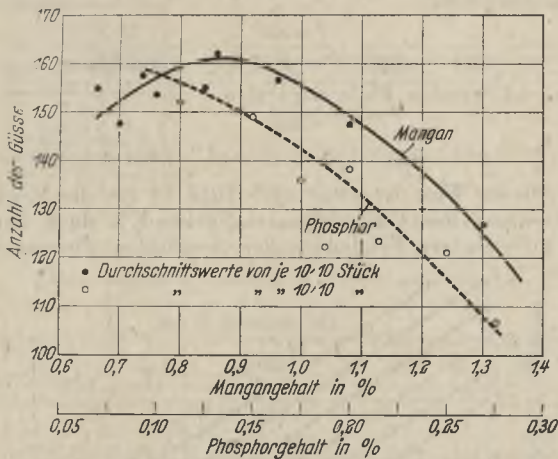


Bild 10. Einfluß des Phosphor- und Mangangehaltes auf die Haltbarkeit der Kokillen.

Aus Festigkeitsgründen sowie zur Beeinflussung des Schwefelgehaltes ist der Mangangehalt erheblich höher zu halten, als für wachstumbeständiges Gußeisen notwendig wäre. Trotz der Feststellungen, u. a. des Kokillenausschusses des Iron and Steel Institute⁷⁾ für Mangangehalte über 1 % bestätigen eigene Erfahrungen die Notwendigkeit der Erniedrigung des Mangangehaltes von 1,2 auf 0,8 %. Kokillen mit über 1,3 % Mn rissen ohne Ausnahme bei einer Lebensdauer unterhalb 110 Güsse (Bild 10).

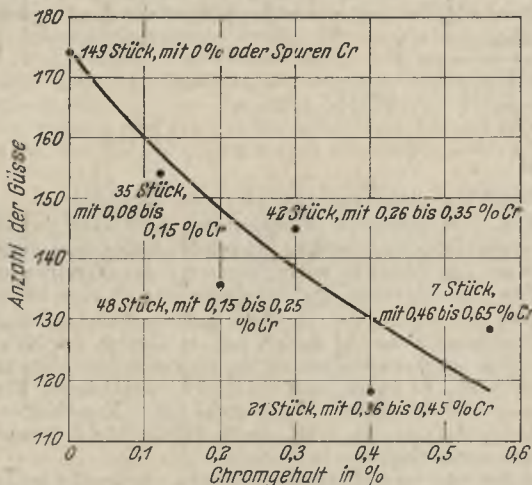


Bild 11. Einfluß des Chromgehaltes auf die Haltbarkeit der Kokillen.

Wenn auch gegen Phosphorgehalte bis 0,3 % aus Festigkeitsgründen nichts einzuwenden ist, so verlangt doch die Wachstumbeständigkeit aus allgemein bekannten Gründen⁷⁾ die Festsetzung eines möglichst niedrigen Phosphorgehaltes unter 0,15 %.

⁶⁾ Piwowsky, E.: Gießerei 27 (1940) S. 285/86.
⁷⁾ Foundry Trade J. vom 7. u. 14. April 1938; Foundry Trade J. vom 25. Mai 1939.

Bild 12 gibt auch hierüber Aufschluß. Die bekannten Nachteile eines Schwefelgehaltes über 0,1 % auf die Güte bedürfen keiner näheren Erörterung.

Kupfer ist in den einheimischen Roheisensorten mit 0,1 bis 0,2 % vorhanden. Eigene Erfahrungen bestätigen die Auffassung des Schrifttums^{8a)} über die Unschädlichkeit solcher niedriger Kupfergehalte.

Chromgehalte bis 1,2 % sind vor einigen Jahren in den einheimischen grauen Roheisensorten durch Verhüttung von chromhaltigen Erzen vorübergehend aufgetreten. Der Chromabbrand solcher Roheisensorten betrug im Siemens-Martin-Ofen 10 bis 20 %, im Kupolofen jedoch 30 bis 40 %. Die ungünstige graphitvermindernde Keimwirkung konnte zwar durch zweckmäßige Aenderungen in der Gattierung teilweise ausgeschaltet werden, doch beweist die Großzahlauswertung von 149 praktisch chromfreien und 152 chromhaltigen Kokillen den schädlichen Einfluß des Chroms eindeutig (Bild 11). Auch die Mikroaufnahme eines stark chromhaltigen Roheisens (Bild 12) mit wenig Graphit und feinlamellarem Perlit bestätigt die ablehnende Haltung der Gießerei.



Bild 12. Chromhaltiges graues Roheisen mit 3,55 % C., 2,73 % Graphit, 4,01 % Si, 0,67 % Mn, 0,01 % S und 1,1 % Cr; geätzt mit 1 % HNO₃. (× 300.)

Die bekannten norwegischen Roheisensorten (Vantit-Roheisen) mit 0,65 % V und 0,4 % Ti sind in drei Versuchsreihen bei insgesamt 205 Kokillen mit einem 20- bis 30%igem Anteil verwendet worden. Die Erhöhung der durchschnittlichen Lebensdauer betrug nur 4,8 %; sie brachte also keine erwähnenswerten Ersparnisse. Allerdings ist von längeren Versuchen, wobei auch der Gußbruch von Vantit-Kokillen stammt, eine gewisse Erhöhung der Ersparnisse zu erwarten. Die günstige Wirkung des Vanadins auf die Raumbeständigkeit und Warmfestigkeit von Grauguß⁸⁾ sowie diejenige des Titans auf die Graphitbildung⁹⁾ müssen hier betont werden.

Weitere metallurgische Einzelheiten

Die graphitverfeinernde und -vermindernde Wirkung eines heißen Ofenganges ist bekannt. Durch heißes Schmelzen werden die Wachstumbeständigkeit und die Festigkeit günstig beeinflusst. Dieser Umstand befürwortet hauptsächlich die Herstellung aus dem zur Verfügung stehenden Siemens-Martin-Ofen trotz gewisser Schwierigkeiten infolge der Frischwirkung des basischen Ofens. Mit Petrolkoks behandelte Kokillen aus dem Siemens-Martin-Ofen erreichen mit praktisch gleicher Zusammensetzung im Jahresdurchschnitt eine um 15 % höhere Lebensdauer als die Kupolofenkokillen. Die Gießtemperatur hat mit

^{8a)} Osanna, B.: Lehrbuch der Eisen- und Stahlgießerei. 3. Aufl. Leipzig 1918. S. 134. — Piwowsky, E.: Hochwertiges Gußeisen. Berlin 1942. S. 78/85.
⁸⁾ Piwowsky, E.: Gießerei 27 (1940) S. 237/46.
⁹⁾ Handbuch der Eisen- und Stahlgießerei. Hrsg. von C. Geiger, 2. Aufl., Bd. I. Berlin 1925. S. 189.

dem Gefüge nichts zu tun, doch ist sie zur Lunkervermeidung möglichst niedrig zu halten.

Trotz der ablehnenden Haltung der überwiegenden Anzahl von Gießereien und Stahlwerken¹⁰⁾ ist die günstige Wirkung einer vorangehenden Wärmebehandlung unverkennbar. Es handelt sich um ein einfaches Erhitzen auf 800°, also hauptsächlich um ein Spannungsfreiglühen, und nachheriges langsames Abkühlen auf 300°. Vergleichsversuche mit geglühten und ungeglühten Kokillen erbrachten die aus **Zahlentafel 2**

Zahlentafel 2. Einfluß der Wärmebehandlung auf die Lebensdauer

Schmelzofen		Stück	Lebensdauer Güsse	Verbr. kg Kokille auf 1 t Stahl	Unterschied %
Basischer Siemens-Martin- Ofen	geglüht	99	160,5	6,76	5,6
	ungeglüht	115	152	7,22	
Kupolofen	geglüht	20	163,6	6,73	6,7
	ungeglüht	21	153,3	7,18	

ersichtlichen Ergebnisse. Die höhere Haltbarkeit der Kupolofenkokillen ist nur ein sonderbarer Zufall und konnte mit dem Einfluß der Jahreszeiten erklärt werden. Zwar führen die Glühkosten zu keiner Ersparnis, jedoch ist wegen der Belange des Stahlwerkes und der Stoffwirtschaft den geglühten Kokillen wegen ihrer höheren Lebensdauer der Vorzug zu geben. Herabgesetzt wurde die Lebensdauer der ungeglühten Kokillen fast ausschließlich durch die höhere Zahl von nur gerissenen Stücken (von 16% auf 24,5%). Eine Zwischenglühung der Kokillen nach je 25 Güssen hat bisher zu keinem nennenswerten Erfolg geführt.

Das bekannte Abstehenlassen und das Umrühren vor dem Gießen wird regelmäßig angewandt. Von einer nennenswerten Herabsetzung des Phosphors und Schwefelgehaltes kann hierbei nicht gesprochen werden, vielmehr handelt es sich um günstige desoxydierende und entgasende Vorgänge. Versuche hierüber sind vorgesehen.

Vollständigkeitshalber sei hier noch die Gattierung besprochen. Unter Beachtung einer sorgfältigen

¹⁰⁾ s. Ristow, A.: Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 428. Foundry Tr. J. 58 (1938) S. 294.

Gußbruchwirtschaft wird der Roheisenanteil zwischen 33 und 40% gehalten, wobei nötigenfalls Ferrosilizium in entsprechender Form und Menge eingebracht wird.

Die Richtanalyse der untersuchten Kokillen ist auf Grund langjähriger Erfahrungen wie folgt festgestellt worden:

3,6% C, 3,1% Graphit, 1,5% Si, 0,8% Mn, höchstens 0,15% P, 0,1% S, 0,1% Cr und 0,15% Cu.

Bei notwendigen Änderungen der Gattierung oder Zusammensetzung kann zur Beurteilung der Güte der sogenannte berichtigte Sättigungsgrad des Gußeisens herangezogen werden. Für diesen gilt die Beziehung Sättigungsgrad

$$S_c = \frac{C_{\text{gesamt}}}{4,23 - 0,312 \text{ Si} - 0,33 \text{ P} + 0,066 \text{ Mn}}$$

Im vorliegenden Falle wird also

$$S_c = \frac{3,6}{4,23 - 0,312 \cdot 1,5 - 0,33 \cdot 0,15 + 0,066 \cdot 0,8} = 0,95.$$

Dieser Wert ist zwar nach **Bild 13** für die Festigkeitswerte des Gußstückes maßgebend¹¹⁾, doch kann er zur richtigen Festlegung der chemischen Zusammen-

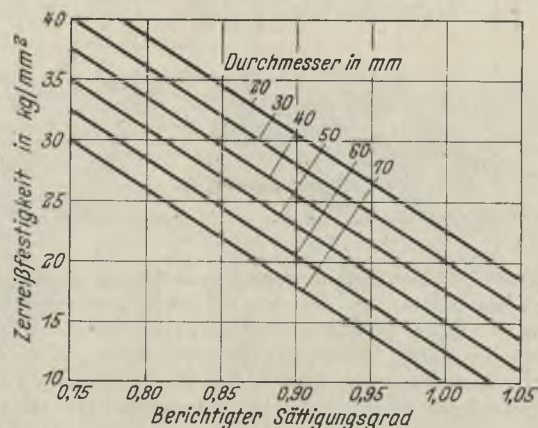


Bild 13. Sättigungsgrad und Zerreißfestigkeit.

setzung vorteilhaft benutzt werden. Hier bestätigt dieser Wert eine niedrige Festigkeit, also bessere Wachstumbeständigkeit mit niedriger Rißgefahr der fraglichen Kokillen.

¹¹⁾ Brinkmann, G., und P. Tobias: Gießerei 29 (1942) S. 317/20 u. 340/41.

Umschau

Leistungssteigerung durch das betriebliche Vorschlagwesen

In jedem Mann steckt ein Stück Erfinder und Bastler. Sei es nun, daß er für seine Kinder ein Spielzeug zurechtbaut oder sich sonst einen Haushaltsgegenstand zusammenbastelt. Immer aber ist es die Freude, etwas Neues zu schaffen. Es liegt also auf der Hand, diesen schöpferischen Trieb für das betriebliche Vorschlagwesen nutzbar zu machen und die Freude am Erfinden darauf zu lenken, für den Betrieb und für die Arbeit etwas zu verbessern.

Ein Hüttenwerk hat die Bedeutung der Leistungssteigerung, der man besonders heute seine ganze Aufmerksamkeit zuzuwenden hat, frühzeitig erkannt und führte zur Unterstützung dieser wirklichen Forderung schon zu Beginn des Krieges eine Reihe von Neuerungen ein. Unter ihnen befand sich die Leistungsbescheinigung als Wegbereiter für das Leistungsbuch¹⁾, das unterdessen schon an über 100 Gefolgschaftsmitglieder als höchste Auszeichnung des Betriebs für überdurchschnittliche Leistung und Haltung ausgegeben werden konnte. Die Leistungsbescheinigung führt auf der Rückseite die Bedingungen an, unter denen das Leistungsbuch errungen werden kann; so z. B. unter Nummer 1:

¹⁾ Bretschneider, K.: Stahl u. Eisen 61 (1941) S. 177/85 (Betriebsw.-Aussch. 181).

Betriebsverbesserungen durch einen Vorschlag:

Die vorgeschlagene Verbesserung muß eine betriebswichtige Sache betreffen, betriebsbrauchbar sein, Ersparnisse (an Material oder Stunden) oder Vereinfachung bzw. Verbesserung des Arbeitsganges mit sich bringen.

Auch in früheren Jahren wurden schon Versuche in dieser Beziehung gemacht; doch schon zu Beginn des Krieges setzte eine stärkere Förderung des betrieblichen Vorschlagwesens²⁾ ein. Es waren bald Erfolge zu verzeichnen. Einen neuen Auftrieb erhielt das betriebliche Vorschlagwesen durch die Aufrufe der DAF, denen zufolge ein Hüttenwerk folgende neue Organisation schuf:

In den einzelnen Betriebsabteilungen wurden Arbeitsgemeinschaften gebildet, die sich aus dem Betriebsvorsteher oder einem ständigen Vertreter, aus dem Betriebszellenobmann, einem Ingenieur und zwei Meistern oder Facharbeitern, von denen einer vom Betriebsobmann vorgeschlagen wird, zusammensetzt. Der Arbeitsgemeinschaft ist die werklliche Arbeitsgemeinschaft übergeordnet, der zwei Ingenieure, der Betriebsobmann und ein vom Betriebsobmann vorgeschlagener Meister angehören. Sie steht unter dem Vorsitz eines Direktors und regelt grundsätzliche Fragen.

²⁾ Biebrach, H.: Stahl u. Eisen 63 (1943) S. 594/97 (Betriebsw.-Aussch. 206).

An den Führer des Betriebes		Umrandete Vordruckteile nicht ausfüllen!	
		Verbesserungsvorschlag	
	 den	
Vor- und Zuname des Einsenders:			
Marken Nr.		Betrieb / Abteilung:	
Wohnung:			
Kennziffer: 3342		Anlagen: Zeichnungen:	
.....			
Kennziffer: 3342	Der Vorschlag betrifft:		
.....			
Wortlaut des Vorschlages:			
04229		Fortsetzung auf der Rückseite	

Bild 1. Vordruck zur Einreichung von Verbesserungsvorschlägen. (DIN A 5.)

Welchen Weg geht nun ein Vorschlag?

Bild 1 zeigt den Vordruck, den der Vorschlagende benutzen soll. Er besteht aus zwei Teilen, beide mit der gleichen Nummer gekennzeichnet. Auf dem oberen Abschnitt trägt das Gefolgschaftsmitglied seinen Namen ein, während auf dem unteren Teil der Vorschlag selbst festgehalten wird. Der ganze Vordruck gelangt über den Führer des Betriebes zur Bearbeitungsstelle. Hier werden die Personalien des Gefolgschaftsmitgliedes abgetrennt und zu den Akten genommen, so daß die jeweiligen betrieblichen Arbeitsgemeinschaften, denen nur der sachliche Teil mit etwaigen Skizzen zugewiesen wird, völlig unparteiisch entscheiden können. Der Vorschlagende jedoch kann ungehemmt seine Neuerungen einreichen, ohne Besorgnis für den Fall, daß seine Ideen vielleicht nicht anerkannt werden können, da niemand außer der Bearbeitungsstelle gewahr wird, von wem sie ausgegangen sind. Den Einwand, den manche Arbeitskameraden machen, daß sie den Vorschlag erst ihrem Vorgesetzten geben müßten und dann nichts mehr davon hörten, fällt also weg, da der Vorschlag unmittelbar eingereicht werden kann.

Die betrieblichen Arbeitsgemeinschaften treten je nach Bedarf mindestens einmal im Monat zur Besprechung der eingereichten Vorschläge und ihrer Belohnung zusammen. Dann werden die Vorschläge zur Weiterbearbeitung der Bearbeitungsstelle zugeleitet. Anträge, die nur als „Aufmerksamkeitsvorschläge“ zu rechnen sind (diese sind geringer zu belohnen), werden sofort erledigt. Alle höher zu bewertenden Vorschläge — oder wenn noch Zweifelsfragen zu klären sind — werden von der überbetrieblichen Arbeitsgemeinschaft durchgesprochen. Liegt die Belohnung fest, so geht der betrieblichen Arbeitsgemeinschaft eine entsprechende Mitteilung und ein Anerkennungsschreiben zu, das dem Vorschlagenden zusammen mit einer Bescheinigung ausgehändigt wird, auf Grund derer er sich die Belohnung beim Lohnbüro abholen kann. Ueber sämtliche Vorschläge und ihre Verfasser werden genaue Listen geführt.

Es besteht kein Zweifel darüber, daß das betriebliche Vorschlagwesen in weitestem Maße zur Weiterentwicklung, Verbesserung, Verfeinerung und zu Ersparnissen usw. beiträgt. Außerdem wird der Schaffende dadurch angehalten, mit Lust an sinnvoller, fruchtbarer Kritik sein Werk zu betrachten.

Den Betrieben werden viele neue Gedanken zugeführt, deren Durchführung die geschaffene Organisation gewährleistet.

In Werksbriefen wurden die Unterführer aufgefordert, bei ihren Gefolgschaftern das Vorschlagwesen wieder in Erinnerung zu bringen. Es wurde darauf aufmerksam gemacht, daß Führer und Unterführer ihren Männern Aufgaben stellen sollen. Wenn z. B. ein Betriebsvorgang nach Verbesserung drängt, so soll der betreffende Meister oder Vorarbeiter seine Leute dazu anregen, darüber nachzusinnen, wie die Frage am besten gelöst werden kann. Werden so bestimmte Aufgaben gestellt und wird man auf die Nachteile gestoßen, so findet man auch bald einen Weg, die Nachteile zu vermeiden.

Das betriebliche Vorschlagwesen ist für das Hüttenwerk nicht nur ein Weg zur Leistungssteigerung, es dient auch der Durchleuchtung der Betriebe nach Aktivisten, nach Unterführern. Jeder, der einen Vorschlag macht, läßt damit erkennen, daß er an dem Wohle seines Betriebes teilnimmt, daß er ein wertvolles Mitglied der Betriebsgemeinschaft ist.

Eugen Vopel.

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

(Fortsetzung von Seite 149)

Schmelzbetrieb

Entsprechend der Zielsetzung der Berichterstattung soll hier auf den Schmelzbetrieb nur so weit eingegangen werden, als er auf die Eigenschaften des Werkstoffes Gußeisen merklichen Einfluß hat. Damit sollen die technischen Fortschritte im Hinblick auf die Verwendung, die Konstruktion, die Verbrennungsvorgänge und Offenführung der Schmelzöfen nur gestreift werden, zumal da die Gesetze des Kupolofens nach neuesten Erkenntnissen in dem Bericht von H. Jungbluth und P. A. Heller⁴¹⁾ sehr erschöpfend behandelt und in einem weiteren Aufsatz⁴²⁾ über die Beziehung zwischen Windmenge, Winddruck und Offenabmessung ergänzt worden sind. Das neue Normblatt DIN E 6920 für Gießereischachtöfen⁴³⁾ stellt eine begrüßenswerte Vereinheitlichung über Form und Leistungsstufen des Kupolofens dar. K. Guthmann⁴⁴⁾ bringt in ausgezeichneter Form einige für den Gießer wertvolle Anweisungen über die Betriebsüberwachung in Gießereien, bestehend aus Vorschriften für die Temperaturüberwachung von Schmelzen und Öfen sowie der Mengen-, Druck- und Feuchtigkeitsmessungen, die durch ein umfangreiches Schriftumsverzeichnis ergänzt werden. Hier mögen auch die Untersuchungen von S. C. Massari⁴⁵⁾ über Abbrand, Satzgewicht, Windmenge und Eigenschaften des Gußeisens erwähnt werden, die durch Wiedergabe von selbsttätigen Windreglern und Ueberwachungseinrichtungen der Gichtgaszusammensetzung bemerkenswert sind. M. Fielden⁴⁶⁾ berichtet ebenfalls über die wärmetechnischen Vorgänge beim Schmelzen von Gußeisen und geht auf die Anordnung der Winddüsen und die Bemessung der Gebläseluft näher ein, während L. F. Girardet⁴⁷⁾ neben einer Schilderung über die Vorgänge in der Boden-, Oxydations-, Reduktions- und Vorwärmzone sich auch mit der Frage der Heißwinderschmelzung — einem neuerdings wieder in den Vordergrund gerückten Problem — beschäftigt.

Die im Rahmen dieser Berichterstattung grundlegende Frage: „Bestimmt der Schmelzofen die Gußeisenqualität?“ beantwortet E. Piwowarsky⁴⁸⁾ an Hand einer sehr umfangreichen Zahlenauswertung dahingehend, daß die Wahl eines bestimmten Schmelzofens noch nicht die Gewähr für eine erwünschte Gütesteigerung

⁴¹⁾ Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 802/05.

⁴²⁾ Arch. Eisenhüttenw. 17 (1943/44) S. 1/4.

⁴³⁾ Gießerei 30 (1943) S. 133/34.

⁴⁴⁾ Arch. techn. Messen 1942/43, V 8222-1/2/3.

⁴⁵⁾ Foundry, Cleveland, 67 (1939) S. 28/30, 98 u. 100.

⁴⁶⁾ Iron Steel Engr. 16 (1942) S. 2/4.

⁴⁷⁾ Foundry Trade J. 61 (1939) Nr. 1211, S. 299/300 u. 306.

⁴⁸⁾ Gießerei 28 (1941) S. 193/97.

des Gußeisens bietet, daß aber im Bereich der Sättigungswerte zwischen 2,8 und 3,6 % (C + $\frac{1}{3}$ Si) besonders der Kupolofen hinsichtlich der erreichbaren Festigkeitswerte noch stark entwicklungsfähig ist, wobei wohl in erster Linie an den Heißwindkupolofen gedacht ist. Ueber die Betriebserfahrungen und -ergebnisse eines derartigen im Gießereinstitut der T. H. Aachen aufgestellten Versuchsofens gibt E. Piwowarsky⁴⁹⁾ an Hand verschiedener Wärmebilanzen Auskunft. Daß sich der Gedanke des Heißwindkupolofens auch in der Praxis schon durchgesetzt hat, zeigt M. Bader⁵⁰⁾, der neben dem Einfluß des Heißwindes auf den Schmelzprozeß und das Ofenfutter die gütesteigernde Wirkung auf die Werkstoffeigenschaften bei Temperguß für Fittings beschreibt. Es konnte gegenüber dem mit Kaltwind erschmolzenen Temperguß eine deutliche Verbesserung der Zugfestigkeit (48 bis 53 kg/mm²), der Streckgrenze (35 bis 38 kg/mm²) und der Bruchdehnung (10 bis 12 %) erreicht werden. Zusammenfassend berichtet H. Kopp⁵¹⁾ unter Beleuchtung der verschiedenen Ofenbauarten über die Möglichkeiten zur Beeinflussung der mechanischen Eigenschaften des Gußeisens durch Aenderung der Schmelz- und Schlackenführung.

Die Anwendung der Schmelzüberhitzung in Verbindung mit zunehmender Stahlschrottgattierung oder Pfannenzusätzen ist bekannt, so daß hier nur der Vollständigkeit halber auf eine Arbeit von G. Stam⁵²⁾ verwiesen sei, der bei Anwendung von unwahrscheinlich hohen Temperaturen (1630 bis 1700 °!) und Stahlzusätzen bis zu 50 % ein feinkörniges Eisen mit 30 bis 38 kg/mm² Zugfestigkeit erzielte. N. A. Ziegler und H. W. Northrup⁵³⁾ stellen ebenfalls — allerdings an einem im Hochfrequenzofen hergestellten Gußeisen mit 2,2 bis 3,2 % C, 2,3 % Si, 0,4 bis 0,55 % Mn, 0,30 bis 0,39 % P und 0,04 bis 0,12 % S — mit steigender Ueberhitzungstemperatur (1430 bis 1650 °) eine Verbesserung der Festigkeitseigenschaften fest. Ein Herabsetzen der Gießtemperatur hat, wie G. A. Timmons und V. A. Crosby⁵⁴⁾ bestätigen, eine Neigung zur nestförmigen Graphitausbildung in eutektischer Verteilung bei zunehmendem Ferritanteil zur Folge, was bei Gußeisen mit geringer Festigkeit nur geringen, bei hochwertigem Gußeisen jedoch größeren Einfluß auf die Zug- und Schlagfestigkeit hat.

Ueber die Steuerung der Abbrandverhältnisse, der Aufkohlung und der Schwefelaufnahme im Kupolofen geben eine Reihe von Veröffentlichungen allgemeine Auskunft, ohne dabei über den Rahmen einer für den Praktiker gedachten Bekanntgabe von Betriebserfahrungen hinauszugehen. Einen begrüßenswerten Beitrag zur Klärung des Sammelbegriffs „Abbrand“ gibt R. Gerisch⁵⁵⁾, der die einzelnen Faktoren, die zu Schmelz- und Einsatzverlusten führen, zusammenstellt und aufzeigt, daß die Eisenverluste nach dem Schmelzen ein Vielfaches des beim Schmelzen — also des wahren Abbrandverlustes — entstehenden Eisenverlustes betragen. Im Hinblick auf die Kriegswirtschaft ist es aufschlußreich, zu erfahren, daß bei sorgfältigem Ausscheiden von Gußabfällen im Gießereischutt jährlich 50 000 bis 60 000 t Eisenverluste rückgewonnen werden könnten, eine Aufgabe, der sich die Gießereien heute besonders widmen müßten. Es seien weiterhin genannt die Arbeiten von R. A. Clark⁵⁶⁾, der praktische Maßnahmen zur Veränderung der Schwefelaufnahme vorschlägt, und von H. W. Gillet und C. H. Lorig⁵⁷⁾, die die Abbrandverhältnisse besonders beim Zusatz von Spänepreßlingen**) prüfen, sowie eine Reihe von russischen Veröffentlichungen aus dem Jahre 1941, die sich vorzugsweise mit der Verwendung von Holz, Torf, Braunkohle,

Anthrazit und Koks oder geeigneten Mischungen hiervon als Brennstoff für den Kupolofen befassen. Im Zusammenhang mit den Kriegereignissen dürften diese Untersuchungen, die längst bis zur Betriebsreife entwickelt erscheinen, sehr aufschlußreich sein und das Bestreben der Russen, sich einerseits von der ortsgelundenen Kohle freizumachen und andererseits ihren Holz- und Torfreichtum wirtschaftlich für diese Zwecke einzusetzen, deutlich erkennen lassen. Ein Leistungsrückgang bis zu 30 % bei Steigerung des Brennstoffverbrauchs von 12,5 auf 30 % gegenüber Koks scheint hierbei in Kauf genommen zu werden, wobei der geringere Kohlenstoff- und Schwefelgehalt des Gußeisens vorteilhaft herausgestellt wird. Für den Schrifttumsnachweis sei hier auf die zahlreichen Quellenangaben in der Zeitschriftenschau von „Stahl und Eisen“⁵⁸⁾ hingewiesen.

Ueber die Gasmenge und -zusammensetzung in der Schmelze in Abhängigkeit von Ofenführung und Gattierung berichtet Wm. Y. Buchanan⁵⁹⁾, und G. Somigli⁶⁰⁾ teilt seine Erfahrungen über die Entgasung der Schmelze bei der Behandlung mit Eisenoxyd, Aluminium und Soda oder durch mechanisches Rütteln mit. Einen Beitrag zur Erforschung der Zusammenhänge zwischen Abbrand und der Schlackenzusammensetzung liefern O. Glaser und F. Roll⁶¹⁾, dem ein umfassender Schrifttumsnachweis beigegeben wird. Neben der Entstehung, der Zusammensetzung und dem Gefügeaufbau der Schlacken werden bemerkenswerte Ausführungen über die Bedeutung des Schwefels gemacht. Im Hinblick auf die Entschwefelung, die ja durch erhöhten Kalkzuschlag, dem heute noch im Kupolofen allgemein angewendeten Mittel zur Schwefelbindung, nie restlos befriedigt hat, erscheint dem Berichtersteller die weitere Erforschung über den konstitutionellen Aufbau der Schlacken wesentlich zu sein. Daß auch die Kupolofenschlacke einer durchaus brauchbaren praktischen Verwendung zugeführt werden kann, wird an dem Beispiel zur Herstellung von Mauersteinen gezeigt und dürfte bei einem Anfall von jährlich mehr als 250 000 t Schlacke wissenschaftlicher und volkswirtschaftlicher Ueberlegungen wert sein. Einen weiteren wertvollen Hinweis gibt A. Fischer⁶²⁾, der über die Verarbeitung und Verwendung der Kupolofenschlacke zu Kernsand berichtet, wodurch das für viele Gießereien schwierige Problem der Schlackenhalde auf einfache Weise gelöst werden kann. P. Bardenheuer⁶³⁾ berichtet sehr aufschlußreich über die Aufgaben der Schlacke beim Gußeisenschmelzen, die einerseits im Schutz gegen Gasaufnahme und gleichzeitiger Beeinflussung der der Schmelze mechanisch beigemengten Oxyde und andererseits in der Entfernung des Schwefels bestehen. Im Gegensatz zu Stahlschmelzen hat die Schlacke bei der Entfernung von Oxyden zwei sich eigentlich widersprechende Aufgaben zu erfüllen: 1. die Oxyde des Roheisens so weit zu binden, daß eine zu starke Gasentwicklung infolge nachträglicher Reaktion mit dem Kohlenstoff in der Gußform vermieden wird, und 2., daß die Entfernung der in der Schmelze suspendierten Oxydteilchen, die in feinsten Verteilung als Fremdkeime eine Unterkühlungserstarrung verhindern und durch Impfwirkung die Bildung des Graphiteutektikums beschleunigen, nicht zu weit getrieben wird. Im Hinblick auf das letzte gewinnen die Pfannenzusätze zur Bildung schwer reduzierbarer Oxyde in feinsten Verteilung besondere Bedeutung. Daß der entschwefelnde Einfluß von festem Kalk oder Kalkstein erst dann zur Wirkung kommt, wenn man seine Reaktionsfähigkeit durch Lösen in entsprechenden Flußmitteln wie Flußspat, Kalzium-, Magnesium- oder Natriumchlorid erhöht, wird auch von J. A. Smoljanitzki⁶⁴⁾, der die Wirkung eines Flußmittelzusatzes aus Dolomit und Siemens-Martin-Schlacke untersucht, bestätigt.

Pfannenzusätze

An drei Gruppen von Schmelzen, von denen die erste hauptsächlich aus Roheisen und die zweite mit 62 % Stahl-

⁴⁹⁾ Gießerei 30 (1943) S. 221/25; vgl. Stahl u. Eisen 64 (1944) S. 65/66.

⁵⁰⁾ Gießerei 30 (1943) S. 241/46.

⁵¹⁾ Gießerei 29 (1942) S. 237/43.

⁵²⁾ Usine 1941, S. 14; vgl. Gießerei 28 (1941) S. 404/05.

⁵³⁾ Trans. Amer. Foundrym. Ass. 47 (1940) S. 620/52.

⁵⁴⁾ Trans. Amer. Foundrym. Ass. 49 (1941) S. 225/54.

⁵⁵⁾ Gießerei 27 (1940) S. 77/81.

⁵⁶⁾ Foundry, Cleveland, 69 (1941) S. 54/55 u. 139/40.

⁵⁷⁾ Foundry Trade J. 62 (1940) S. 93/95 u. 116.

**) Es sei hier am Rande vermerkt, daß in Amerika nach einem Bericht aus Engineer, Lond., 175 (1943) S. 111 gute Erfahrungen bei der Verwendung von Gußeisen- und Stahlspänepreßlingen als Gattierungszuschlag gemacht worden sind. [Vgl. Stahl u. Eisen 63 (1943) S. 931/42.]

⁵⁸⁾ Stahl u. Eisen 63 (1943) S. 424/25.

⁵⁹⁾ Foundry Trade J. 62 (1940) S. 439/42 u. 448.

⁶⁰⁾ Industr. mecc. 23 (1941) S. 24/28.

⁶¹⁾ Gießerei 30 (1943) S. 37/43.

⁶²⁾ Gießerei 31 (1944) S. 5/7.

⁶³⁾ Gießerei 30 (1943) S. 161/66.

⁶⁴⁾ Liteinoje Delo 11 (1940) S. 13/16.

schrott gattiert wurde und beide etwa 3,4 bis 3,6 % C enthielten, und eine dritte mit etwa 2,6 % C, die wie die zweite gattiert wurde, stellt E. Piwowarsky⁶⁴⁾ den Einfluß von Pfannenzusätzen auf das Primär- und Sekundärgefüge, die Graphitverteilung, die Phosphoreigerung und vor allem auf die mechanischen und technologischen Eigenschaften des Gußeisens fest. Als Pfannenzusätze wurden Kalzium-Ferro- und Titansilizium verwendet, die zur Vermeidung unerwünschter Schlackenreaktionen durch einen siphonartigen Vorlauf der Pfanne zugesetzt wurden. Schwindung, Lunkerung, Vergießbarkeit und Abstehermögen hängen mit dem Sättigungsgrad zusammen. Die Zug- und Biegefestigkeiten zeigten bei den höher gekohlten Schmelzen kaum einen Einfluß der Pfannenzusätze. Die Durchbiegung lag in allen Fällen auffallend hoch. Die Wanddickenempfindlichkeit als Kennzeichen für die nach H. Jungbluth und P. A. Heller⁶⁵⁾ entwickelte Stufenhärteprobe und der von E. Hugo, E. Piwowarsky und H. Nipper⁶⁶⁾ angewendeten Scherfestigkeitsprobe zeigen durchschnittlich bessere Werte nach der Pfannenbehandlung. Die weitere Auswertung der Festigkeitsergebnisse an Hand der von G. Meyersberg⁶⁷⁾, H. Jungbluth⁶⁸⁾ und A. Gimmy⁶⁹⁾ aufgestellten Isoflexenkonstanten bestätigt die grundsätzliche Erwartung hinsichtlich des bekannten Zusammenhanges zwischen Dickeneinfluß und Stahlanteil der Gattierung. Das Verhältnis der Isoflexenkonstanten K_H und K_B , für das E. Hugo⁷⁰⁾ bei normalen Gußeisensorten 1:40 bis 1:60 angibt, liegt bei den hier behandelten Schmelzen sehr nahe an der unteren Grenze. Im allgemeinen ist festzustellen, daß bei hochgeköhlten Schmelzen sich die Pfannenzusätze vorwiegend auf die Desoxydation, weniger jedoch auf eine Steigerung der Festigkeitswerte auswirken. Bei Schmelzen mit unter 2,8 % C und hohem Stahlzusatz haben Pfannenzusätze ihre größte Auswirkung. F. Forti⁷¹⁾ berichtet, daß eine Kalziumsilizidzugabe bei im Ofen überhitzt geschmolzenem Gußeisen eine Steigerung der Festigkeitswerte zur Folge hat.

Ein weiteres Anwendungsgebiet haben die Pfannenzusätze bei der Entschwefelung gefunden. Das Aufgeben von wasserfreien Alkalikarbonaten bewirkt zwar eine weitgehende Schwefelausscheidung, zeigt jedoch infolge der Düninflüssigkeit der Schlacke, die sich schlecht vom Badspiegel entfernen läßt, gewisse Nachteile. Bessere Erfolge erzielt man mit Kalziumkarbid. Nach amerikanischen Angaben⁷²⁾ soll der Zusatz von höchstens 7 kg/t Eisen in Stückgrößen von 1 bis 4 mm eine Entschwefelung von 0,09 auf 0,01 % erzielen. Hierüber berichten auch C. E. Wood, E. P. Barrett und W. E. Holbrock⁷³⁾, die dem Kalziumkarbid noch etwas Kochsalz als Flußmittel zugeben. Die Entschwefelung erfolgt in 1 bis 2 min. Eine Rückschwefelung aus der Schlacke soll nicht eintreten. Vielfach werden auf der Grundlage von Alkalikarbonaten Präparate in den Handel gebracht, die neben der guten Entschwefelung durch Soda auch noch desoxydierende und schlackenverdickende Wirkung haben. Hierfür sei als Beispiel aus der Praxis folgende Zusammensetzung angegeben: 21 % Na_2CO_3 ; 24 % Al-Staub; 26 % Al_2O_3 , 3,4 % Fe_2O_3 ; 1,7 % MgO und 3,7 % CaO . Ueber den Einfluß der Entschwefelung mit flüssiger Soda im Vorherd auf die Vergießbarkeit berichtet W. Levi⁷⁴⁾, wobei auch auf die verschiedenen Ausführungen besonders geeigneter Vorherde hingewiesen wird. G. S. Evans⁷⁵⁾ geht auf die chemischen Vorgänge bei der Entschwefelung näher ein, ohne wesentlich

Neues zu bringen. Auch seine Ausführungen über die Beeinflussung der physikalischen Eigenschaften des Gußeisens gehen über den Rahmen des Bekannten nicht hinaus.

P. A. Karchanin⁷⁶⁾ benutzt zur Desoxydation zwei Legierungen, die aus Ferrosilizium und Kupfersilizium unter Zugabe von Aluminium hergestellt werden. Die erste enthält 35 bis 45 % Si, 30 bis 40 % Al, Rest Fe und die zweite 12 bis 15 % Si, 12 bis 15 % Al, Rest Cu. Er erzielt damit unter Vermeidung weißer Erstarrung in dünnen Querschnitten eine gute Kornverfeinerung und Steigerung der Festigkeitseigenschaften sowie der Härte bis zu Wanddicken von 50 mm. Zu gleichen Ergebnissen kommt auch J. H. Williams⁷⁷⁾, der eine Gefügeverfeinerung und bessere Bearbeitbarkeit feststellt. Diese besonderen Vorteile scheinen jedoch weniger auf die entschwefelnden oder desoxydierenden Zusätze als vielmehr auf die veredelnden Einflüsse der gleichfalls zugegebenen hochwertigen Legierungselemente wie Chrom, Nickel und Molybdän zurückzuführen zu sein. Bei roheisenarmen Gattierungen, die mit und ohne Pechkoksatz erschmolzen wurden, wendet A. H. Dierker⁷⁸⁾ Graphit als Pfannenzusatz an. Als härteverminderndes Element bewirkt Graphit eine geringere Abschrecktiefe, ohne daß die Festigkeitseigenschaften wesentlich verändert werden sollen. Dieser Abschnitt darf nicht abgeschlossen werden, ohne auf eine ausgezeichnete Zusammenstellung der hauptsächlichsten Pfannenzusätze von E. Piwowarsky⁷⁹⁾ zu verweisen, die dem Praktiker wertvolle Winke gibt. *Erich Hugo.*

(Fortsetzung folgt.)

⁷⁶⁾ Liteinoje Delo 12 (1941) S. 3/6.

⁷⁷⁾ Foundry Trade J. 68 (1942) S. 345/49 und 69 (1943) S. 55/58.

⁷⁸⁾ Foundry Trade J. 64 (1941) S. 5/6.

⁷⁹⁾ Gießerei 27 (1940) S. 124/25.

Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung Unmittelbare Messung der Abkühlgeschwindigkeit durch selbsttätige Differentiation auf elektrischem Wege

Die Kenntnis der Geschwindigkeit der Temperaturänderung ist bekanntlich ein wichtiges Mittel, um die beim Erhitzen und Abkühlen von Metallen auftretenden, mit Wärmetönungen verbundenen Umwandlungsvorgänge zu verfolgen. Ebenso wertvolle Hilfe leistet die Kenntnis dieser Bezugsgröße bei der Beurteilung des Abkühlvermögens von festen, flüssigen und gasförmigen Kühlmitteln. Die Bestimmung der Anwärm- oder Abkühlgeschwindigkeit während eines Temperaturverlaufes stößt aber insofern auf Schwierigkeiten, als die Geschwindigkeit einer Temperaturänderung als Quotient aus den beiden veränderlichen Temperatur und Zeit entsteht. Auch zahlenmäßig befriedigende Werte erhält man daher am sichersten auf dem allerdings meist zeitraubenden und mühseligen Weg über die rechnerische oder zeichnerische Differentiation des zeitlichen Temperaturverlaufes.

W. Lueg¹⁾ stellte nun durch Versuche fest, daß die bei thermoelektrischen Temperaturmessungen auftretenden Spannungen und Spannungsänderungen ausreichen, um durch Differentiation des zeitlichen Temperaturverlaufes auf elektrischem Wege mittels einer Kapazität die Geschwindigkeit der Temperaturänderung unmittelbar zu erfassen und fortlaufend aufzuzeichnen, wenn die Temperaturänderung nicht zu langsam erfolgt. Ferner wurde durch Vergleich zwischen der aus dem Temperaturverlauf berechneten und der auf elektrischem Wege gemessenen Geschwindigkeit nachgewiesen, daß das durch unmittelbare Messung erhaltene Geschwindigkeitsmaß bei Verwendung von Thermolementen mit gerader Eichkurve in einem festen Verhältnis zur tatsächlich vorliegenden Geschwindigkeit der Temperaturänderung steht, so daß diese Größe wirklichkeitsgetreu, zahlenmäßig richtig und mit geradlinig geteiltem Maßstab angezeigt wird. An Aufnahmen von Abkühlvorgängen, wie sie für die Prüfung des Abkühlvermögens flüssiger Kühlmittel gebräuchlich sind, werden die Eignung des an sich bekannten Differentiationsverfahrens zur Untersuchung thermischer Vorgänge und die mit seiner Anwendung verbundenen Vorteile versuchsmäßig belegt.

Werner Lueg.

⁶⁴⁾ Gießerei 27 (1940) S. 21/30 u. 47/52.

⁶⁵⁾ Arch. Eisenhüttenw. 5 (1931/32) S. 519.

⁶⁶⁾ Gießerei 22 (1935) S. 421/28 u. 452/58.

⁶⁷⁾ Gießerei 17 (1930) S. 473/81 u. 587/91.

⁶⁸⁾ Arch. Eisenhüttenw. 5 (1931/32) S. 519/22.

⁶⁹⁾ Gießerei 20. (1933) S. 235 u. 280.

⁷⁰⁾ Dr.-Ing.-Diss. Techn. Hochschule Aachen 1934.

⁷¹⁾ Industr. mecc. 23 (1941) S. 335/40.

⁷²⁾ Iron Age (1940) S. 37.

⁷³⁾ Foundry Trade J. 62 (1940) S. 73/76.

⁷⁴⁾ Trans. Amer. Foundrym. Ass. 1941, S. 623/40.

⁷⁵⁾ Foundry Trade J. 60 (1939) S. 99/101.

¹⁾ Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforschg. 26 (1943) 1, S. 1/7.

Wirtschaftliche Rundschau

Spaniens Roheisen- und Rohstahlerzeugung im Jahre 1943

Die Erzeugung von Roheisen und Rohstahl lag im Berichtsjahre etwas über der des Vorjahres. Dieses Ergebnis ist namentlich auf die Erzeugungssteigerung in den letzten

Monaten zurückzuführen und steht mit der besseren Kohlenversorgung im Zusammenhang. In der Provinz Biscaya weist die Roheisenerzeugung 1943 einen kleinen Rückgang gegenüber dem Vorjahre auf, während die Rohstahlerzeugung gering anstieg.

	Gesamtspaniens				Davon Biskayas			
	Roheisenerzeugung		Rohstahlerzeugung		Roheisenerzeugung		Rohstahlerzeugung	
	1943 t	1942 t	1943 t	1942 t	1943 t	1942 t	1943 t	1942 t
Januar	44 632	43 843	52 908	55 764	26 647	26 540	31 997	31 902
Februar	40 034	36 498	45 899	44 217	23 981	19 949	27 353	23 214
März	46 340	45 422	59 125	54 520	28 877	26 749	37 787	32 242
1. Vierteljahr	131 006	125 763	157 932	154 501	79 505	73 238	97 137	87 358
April	43 361	44 476	57 447	53 296	27 323	26 288	34 256	31 175
Mai	43 227	47 313	60 436	57 872	24 491	29 737	32 829	34 929
Juni	48 502	46 654	58 255	54 057	26 501	27 972	31 368	30 448
2. Vierteljahr	135 090	138 443	176 138	165 225	78 315	83 997	98 453	96 552
1. Halbjahr	266 096	264 206	334 070	319 726	157 820	157 235	195 590	183 910
Juli	45 018	47 600	53 725	53 361	23 656	29 152	27 912	31 147
August	43 397	42 653	46 021	50 095	21 318	25 659	24 157	28 888
September	46 492	44 732	44 840	49 875	25 733	29 051	24 488	29 075
3. Vierteljahr	134 907	134 985	144 586	153 331	70 707	83 862	76 557	89 110
1. bis 3. Vierteljahr	401 003	399 191	478 656	473 057	228 527	241 097	272 147	273 020
Oktober	44 002	38 581	54 551	52 954	21 572	25 914	30 321	30 809
November	47 377	43 729	62 577	55 950	26 895	28 834	35 539	32 957
Dezember	50 353	46 616	60 502	53 789	29 947	27 477	36 459	29 554
4. Vierteljahr	141 732	128 926	177 630	162 693	78 414	82 225	102 319	93 320
2. Halbjahr	276 639	263 911	322 216	318 024	149 121	166 087	178 876	182 430
Insgesamt 1943	542 735	528 117	656 286	637 750	306 941	323 322	374 466	366 340

Vereinsnachrichten

Fachausschüsse

Dienstag, den 21. März 1944, 10 Uhr, findet im Eisenhüttenhaus zu Düsseldorf, Ludwig-Knickmann-Straße 27, die

28. Vollsitzung des Chemikerausschusses

statt mit folgender Tagesordnung:

1. Die chemische Grundlagenforschung zur Metallurgie. Berichterstatter: Dr. W. Oelsen.
2. Die Bestimmung des Tantals und Niobs im Stahl. (Gemeinschaftsarbeit des Chemikerausschusses.) Berichterstatter: Dr. W. Oelsen und Dr. M. Waterkamp.
3. Maßanalytisches Schnellverfahren zur Bestimmung des Siliziums in Eisen und Stahl. Berichterstatter: Dipl.-Ing. F. Kordon.
4. Die Anwendung der Tüpfelreaktion auf Stähle. Berichterstatter: Dr. H. Fücke.
5. Die chemische Schnellbestimmung des Eisens, Mangans, der Kieselsäure und des Kalkes in basischen Siemens-Martin-Schlacken zur Überwachung des Schmelzvorganges. Berichterstatter: Dipl.-Ing. E. Stengel.
6. Die Stickstoffbestimmung in unlegierten Stählen. Berichterstatter: Dr. K. Abresch.
7. Elektrolytisches Ablösungsverfahren zur Untersuchung dünnster Schichten. Berichterstatter: Chefchemiker G. Berndt.
8. Photometrische Bestimmung des Eisens mit Hilfe des Eisen-(III.)chlorid-Komplexes. Berichterstatter: Dr. O. Werner.

Änderungen in der Mitgliederliste

- Raskop, Heinrich*, Gießereidirektor i. R., Dortmund, Kullrichstraße 11
17 067
- Reuter, Hanns*, 1. Betriebsingenieur u. stellv. Betriebsleiter, Braunschweig, Kaiser-Wilhelm-Str. 59
37 355
- Rieger, Josef*, Dipl.-Ing., Betriebsdirektor, Karwin, (Ober-schl.), Henriettenweg 19
23 142
- Riemer, Julius*, Oberingenieur, Düsseldorf-Oberkassel, Belsenstraße 21—23
08 073
- Rittershausen, Friedrich*, Dr. phil. Dr.-Ing. E. h., Direktor a. D., Hützel über Soltau (Hann.)
06 075
- Rollet, Richard*, Dipl.-Ing., Oberingenieur, Wien XVII/107, Hernalser Hauptstr. 153/I/14
30 131
- Sander, Franz*, Dipl.-Ing., Oberingenieur, Betriebsführer, Aurschinewes (b. Prag), Prager Str. 627
40 126
- Schaar, Kurt*, Dipl.-Ing., Werkstoffingenieur, München 23, Destouchestr. 18
42 031
- Schemmer, Karl*, Dipl.-Ing., Werkstdirektor, Sosnowitz (Ober-schles.), Lindenweg 5
32 067
- Schneider, Rudolf*, Ingenieur, Düsseldorf 1, Lindemannstr. 7
26 098
- Schnetler, Hans*, Betriebsdirektor i. R., Bad Köstritz, Rudolf-Lersch-Str. 13
05 053
- Schoeck, Walter*, Dipl.-Ing., Direktor, Krakau (General-gouvernement), Universitätsstr. 38/4
35 481
- Schypulla, Gerhard*, Betriebsdirektor, Libau (Ostland), Lindenstraße 27
35 497
- Werner, Edwin*, Hüttdirektor a. D., Weida (Thür.), Neustädter Str. 10
00 056
- Wirtz, Adolf*, Dr.-Ing., E. h., Dipl.-Ing., Bonn, Goebenstr. 8
94 024
- Zickfeld, Heinrich*, Betriebsdirektor, Rombach (Westm.), Hüttenstr. 5
28 204

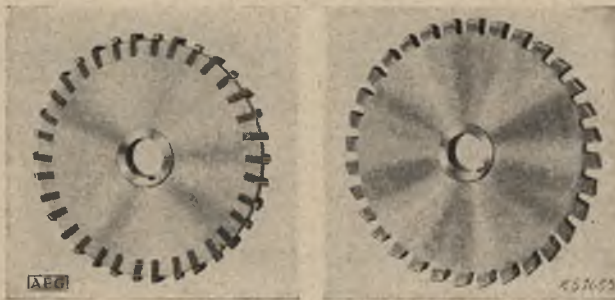
Geschweißte Werkzeuge.

Geschäftliche Mitteilung der AEG.

Nach den neuesten Vorschriften darf bei Werkzeugen von einer bestimmten Größe an nur der arbeitende Teil aus hochwertigem Werkzeugstahl gefertigt werden. Die elektrische Abrennschweißung ist es auch hier wieder, die bei der Herstellung derartiger Verbundwerkzeuge die notwendige Festigkeit und Zuverlässigkeit der Verbindung gewährleistet. Seien es nun Schaftfräser oder Spiralbohrer oder auch große Scheibenfräser, sie alle werden heute auf elektrischen Abbrenn-Stumpfschweißmaschinen geschweißt, handelt es sich doch hier meistens um das normale Stumpfschweißen gleicher Querschnitte. Durch entsprechende Lage der Schweißstelle wird sich dies immer erreichen lassen. Für die Lage der Schweißstelle sind aber auch noch andere Punkte ausschlaggebend, vor allen Dingen ist anzustreben, daß möglichst viel hochwertiger Werkzeugstahl gespart wird. Da man aber auch mit einer möglichst kleinen Schweißmaschine auskommen will, wird man die Schweißstelle möglichst in den kleinsten Querschnitt verlegen. Dabei ist aber zu beachten, daß an dieser Stelle nicht gleichzeitig die größte mechanische Beanspruchung des Werkzeuges auftritt, der der Baustahl des Schaftes nicht gewachsen wäre. In diesem Falle muß die Schweißstelle an eine Stelle größeren Querschnittes verlegt werden, so daß auch der dünnere Teil des Werkzeuges noch aus hochwertigem Stahl besteht. Wie eine Kette immer so viel Tragkraft hat wie das schwächste Glied, so

hat ein geschweißtes Werkzeug immer die Festigkeit des angeschweißten Baustahlschaftes. Hierauf ist sowohl bei der Lage der Schweißstelle als auch bei der Wahl des Werkstoffes zu achten. Bei geschweißten Scheibenfräsern kommt es ferner darauf an, daß der gewählte Werkzeugstahl es zuläßt, daß der Fräser nicht nach jeder einzelnen Schweißung, sondern erst nach dem Anschweißen aller Zähne gegläht wird.

Wenn man auch für die Durchführung von Reparaturschweißungen an Werkzeugen jede vorhandene Stumpfschweißmaschine benutzen kann, so wird man doch bei Anfall größerer Mengen gleichartiger Werkzeuge oder bei der Neuherstellung unbedingt die vollselbsttätig arbeitende Abrenn-Stumpfschweißmaschine wählen. Mit dieser wird man unabhängig von den Fähigkeiten des Schweißers und hat die Gewähr, unbedingt zuverlässige Schweißungen gleichbleibender Güte zu erhalten.



Scheibenfräser
zusammengesetzt abbrenngeschweißt

Ausschußschweißungen kommen kaum vor, und die Arbeitsweise ist bedeutend wirtschaftlicher als bei handbetätigten Maschinen, da angelernte Arbeitskräfte zur Bedienung von automatischen Stumpfschweißmaschinen genügen und alle die Schweißung beeinflussenden Werte auf das äußerst notwendige Maß eingestellt werden können. So kann man den kleinstmöglichen Abbrand und Stauchung einstellen, wodurch Werkstoff gespart wird, und ferner die kleinstmögliche Schweißzeit und den Stromverbrauch, was auch eine Senkung der Kosten zur Folge hat.

Duo-Umkehr-Streifenwalzwerk



Bemerkenswerte Einzelheiten unseres
Leichtmetall-Umkehrwalzwerkes

1. Antrieb durch umkehrbaren Gleichstrommotor mit regelbarer Geschwindigkeit
2. Sämtliche Rollgangsrollen haben Einzelantrieb und vollkommene Geschwindigkeitsangleichung an die Walzengeschwindigkeit
3. Elektrisch gekuppelte Anstellung und Gewichtsangleich der Oberwalze
4. Elektrisch mechanische Vorrichtung zum Feinstellen und Lösen der Oberwalze
5. Geschlossene nach beiden Seiten abgedichtete Prefstoffwalzenlager
6. Walzenballen-Emulsionskühlung
7. Walzenwechsellvorrichtung zum gemeinsamen Ausfahren beider Walzen mit Walzenlagern



KRUPP-GRUSONWERK

FRIED. KRUPP GRUSONWERK AKTIENGESELLSCHAFT

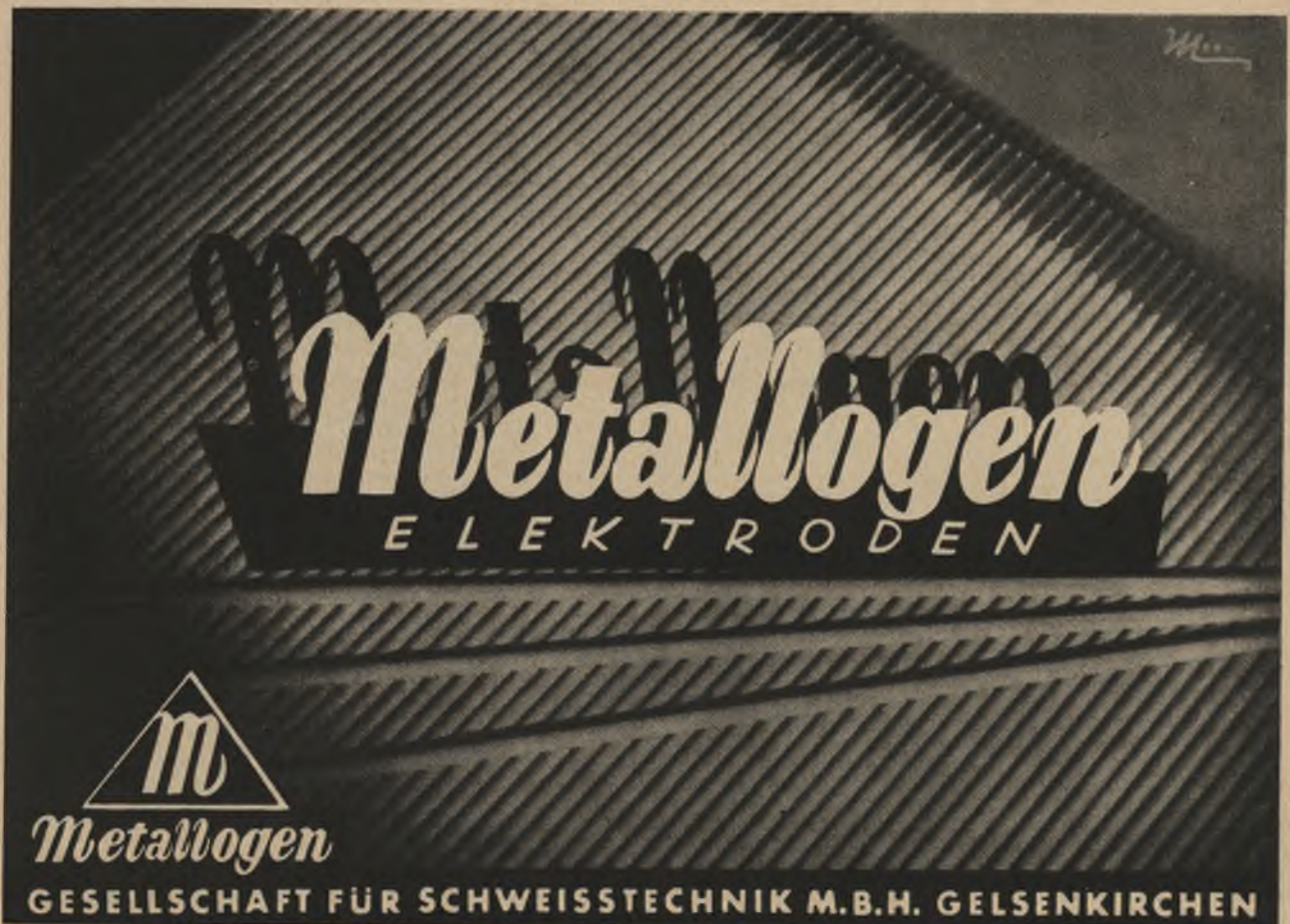
Deutsche Magnesit Aktiengesellschaft

Deutsche Heraklith Aktiengesellschaft


Maerz Ofenbau G. m. b. H.

HAUPTVERWALTUNG MÜNCHEN, PETTENBECKSTRASSE 5

677



Metallogen
ELEKTRODEN


Metallogen
GESELLSCHAFT FÜR SCHWEISSTECHNIK M.B.H. GELSENKIRCHEN

»WISTRA« Industrieöfen

für die
Schwer- und
Kleineisen-
industrie



in Hart- und
Leichtsteinbau,
gas-, öl- und
elektrisch beheizt

»WISTRA« Ofenbau-Gesellschaft mbH., Essen

Fernruf 250 51/52

Postfach 948

579



Harkort-Eicken-Stahl

EDELSTAHLBLECHE

für alle

Verwendungsgebiete

• 604

HARKORT-EICKEN EDELSTAHLWERKE

Gesellschaft mit beschränkter Haftung

H A G E N (WESTF.)

Indugas



INDUGAS- ÖFEN

mit
ausfahrbarem
Herdwagen
sind
bewährt

INDUGAS ESSEN

Postschließfach 345

4578

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*



Thale
Behälter und Apparate
für die chemische Industrie



EISEN- UND HÜTTENWERKE
AKTIENGESELLSCHAFT

BURO BERLIN • BERLIN W 62, BUDAPESTER STRASSE 14

Kohlenstaub- feuerung

bewährt zum Betrieb von:

Walzwerksöfen (auch für hochwertigste Edelm-
stähle) • Schmiedeöfen (auch für hochwertig-
ste Edelmstähle) • Stahlausglüh- und Ver-
güteöfen • Härte- und Anlaßöfen
Rollöfen • Paketschweißöfen • Puddel-
öfen • Wärmeöfen mit ausfahrbarem
Herd • Temperöfen • Herdflamöfen
für Walzenguß • Rotierende Schmelz-
öfen für Grau- und Temperguß • Kupfer-
raffinieröfen • Preßwerksöfen • Durch-
stoßöfen • Metallverhüttungsöfen

**Billig im Betrieb • Betriebssicher
Vollautomatisch • Einfache Schlak-
kenführung • Geringer Verschleiß
Immer betriebsbereit • Arbeitet mit
geringstem Abbrand • Hält gleich-
mäßige Temperatur • Auch in Kom-
bination mit Gasfeuerung**

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

Jahrzehntelange Erfahrung

Ofenbaugesellschaft

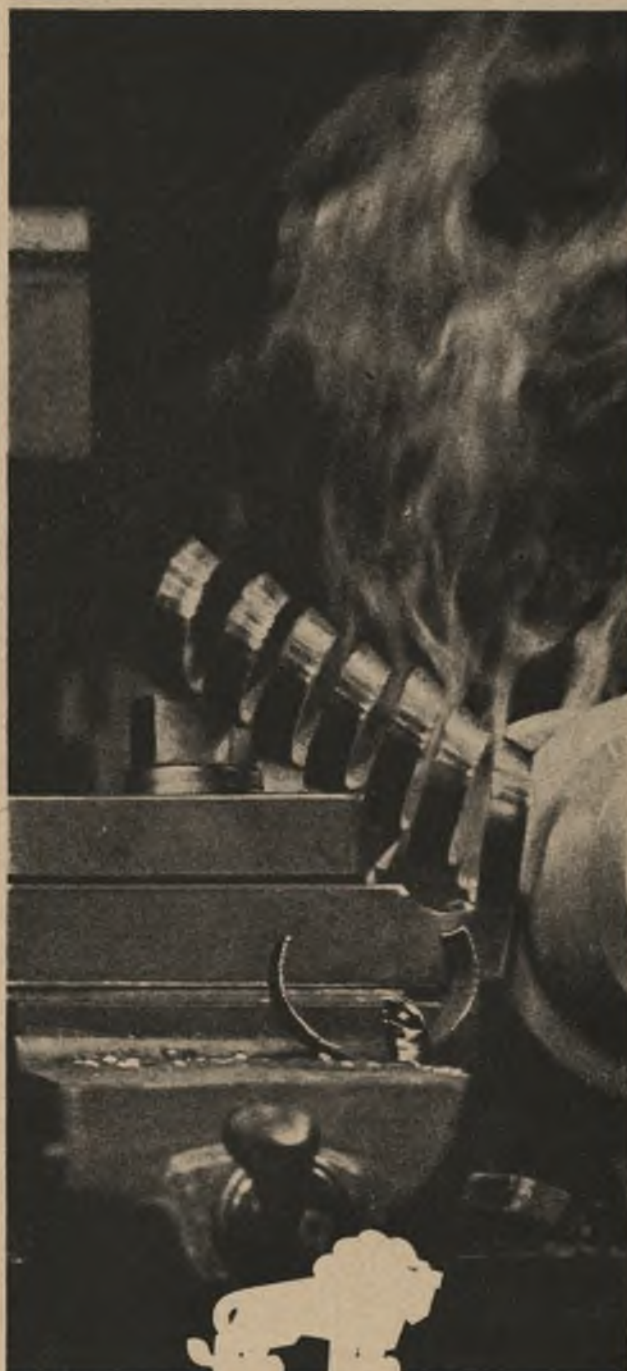
BERG & CO.

Köln

Schließfach 96

643

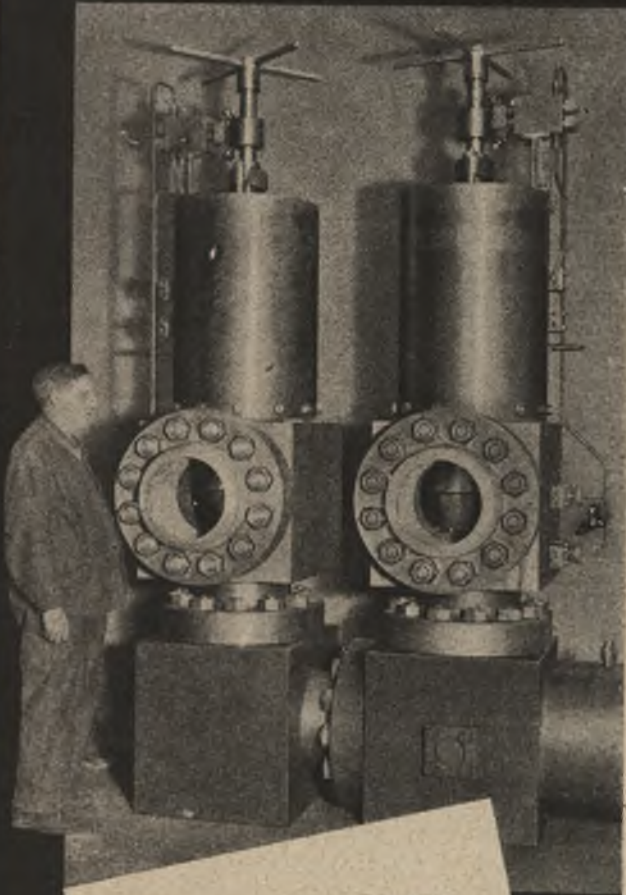
Werkzeugmaschinen Werkzeuge • Normalien Druckguß



LÖWE

WERKZEUGMASCHINEN
AKTIENGESELLSCHAFT
BERLIN

Werner & Pfleiderer PRESSWASSER- ANLAGEN



Wir haben zur Zeit mehrere Hundert hydraulische Akku-Anlagen im Bau. Eine Anlage mit einem Nutzinhalt von 28 000 l (Gesamt-Behälterinhalt 280 000 l, Betriebsdruck 200 at) wurde kürzlich fertiggestellt und hat sich in der Praxis bewährt. Das Bild zeigt eine Schaltventilgruppe dieser Großanlage, die z. Teil automatisch gesteuert wird. Unser Lieferprogramm umfaßt neben Presswasseranlagen jeder Größe hydraulische Pressen, Presspumpen, Ventile und automatische Steuerungen für hydraulische Großanlagen. (b 729)



WERNER & PFLEIDERER - ABTEILUNG HYDRAULIK
STUTT GART

MÜLLER

INDUSTRIEOFENBAU

MÜNCHEN

Bau, Einrichtung
und Inbetriebsetzung von
Stahl- und Tempergießereien

Spezialgebiet:

KLEIN-SIEMENS-MARTIN-ÖFEN

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

Fachleute zur Inbetriebsetzung

Gegründet 1894

476



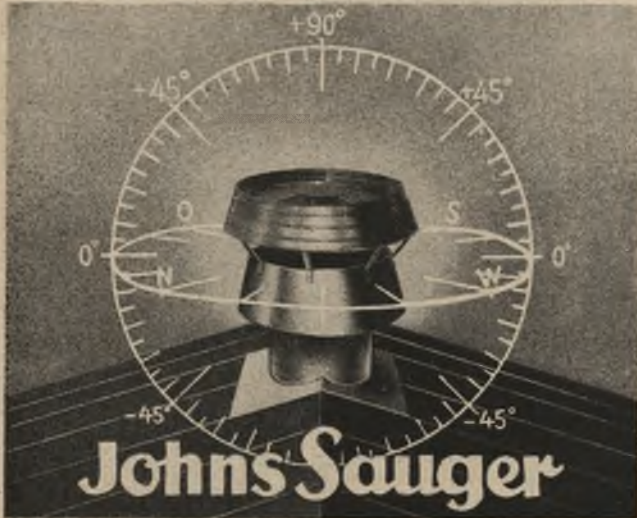
REICHERT

WIEN

Metallmikroskope

Vertretung für das Altreich
J E A N W I R T Z

Düsselaorf 36, Eisenstraße 65



arbeiten Tag und Nacht, Sommer und Winter, aus welcher Richtung der Wind auch wehen mag, ob von oben oder unten — sie arbeiten, wenn sich überhaupt nur ein Lüftchen regt. Ganz windstille Tage sind in unseren Breitengraden so große Seltenheiten, daß von einer kostenlosen Dauerlüftung gesprochen werden kann. Johns Sauger und Lüftungsgarnituren eignen sich besonders für Werkräume, Lagerhäuser, Schuppen, Stallungen, Getreidespeicher usw. Prosp. Kolü 433. fachmännische Beratung. Vorschläge kostenlos.

J.A. JOHN A:G.

Geschäftsstelle
Berlin C 2, Wallstraße 66.

HADEF

HEBEZEUGE

DEUTSCHE QUALITÄTSARBEIT

Wir bauen

**Krane
Elektrozüge
Kraftwinden
Kleinhebezeuge**

für alle Zwecke von der kleinsten Type
bis zur schwersten Ausführung.

DEUTSCHE HEBEZEUGFABRIK
PÜTZER-DEFRIES

DUSSELDORF 94 BERLIN S.O.16 HAMBURG 11 STUTTGART 0 LEIPZIG N.22

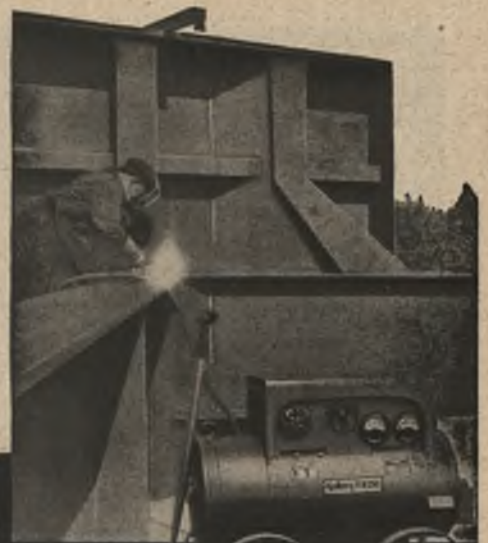
PROKORUND

**EIN NEUER WERKSTOFF
VON GRÖSSTER HÄRTE
UND FEUERFESTIGKEIT**

FÜR PYROMETER-
ROHRE DÜSEN
SCHMELZTIEGEL
KUGELMÜHLEN
GLÜHROHRE

VERWENDBAR
BIS CA. 1800°C

STAATLICHE PORZELLAN
MANUFAKTUR BERLIN



Wer

mit Kjellberg-Elektroden
und Kjellberg-Maschinen

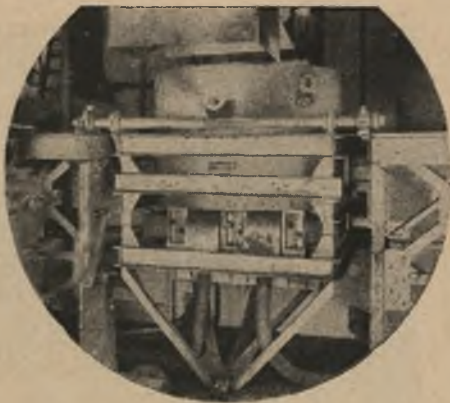
schweißt,

schweißt

gut und wirtschaftlich!

Kjellberg

Vertretung: Ingenieurbüro Berlin SW 61, Kreuzbergstraße 30



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

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

Dr. SCHWEDLER

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

KLEINWEFERS

Nadel-Klein-Rekuperator.

Dem Fortschritt dienen

**KLEINWEFERS
APPARATE**

Wärmeaustauscher für alle industriellen Zwecke.
Großraumheizung „Liescotherm“

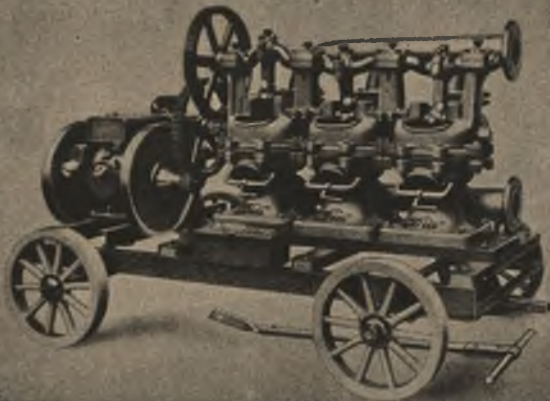
JOH. KLEINWEFERS SÖHNE
KREFELD BÜROS IN BERLIN - WIEN - HAMBURG
Abt. Rekuperatoren — früher Liesen & Co.

**SCHLAMM
ABWÄSSER
DICKSTOFFE**
aller Art

werden mit Hilfe unserer

Dia - PUMPEN

störungslos gefördert. Ventilstörungen ausgeschlossen, daher größte Betriebssicherheit



HAMMELRATH & SCHWENZER
Pumpenfabrik KG. • Düsseldorf H63



Nietmaschinen

insbesondere mit

elektrischem Antrieb

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




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

TEROSON-WERK
ERICH ROSS • CHEM. FABRIK • BERLINER BÜRO:
BERLIN-WILMERSDORF • GÜNTZELSTRASSE 19-20




HORBACHSTAHL

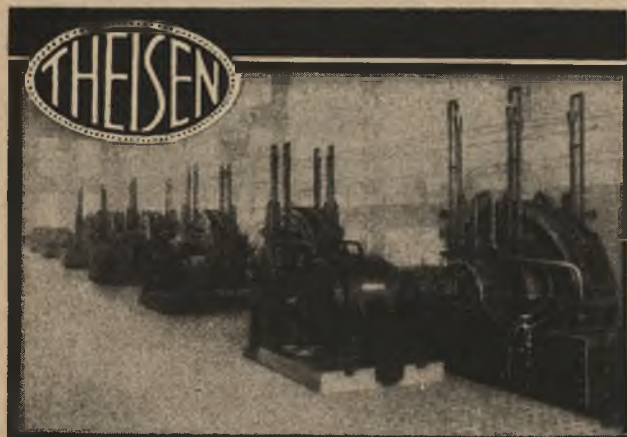
ERZE, MAGNESITE

LEGIERUNGEN

AUFKOHLUNGSMATERIALIEN

FEUERFESTE ERZEUGNISSE

HORBACH & SCHMITZ
KÖLN




Gasreiniger
 FÜR GASE ALLER ART
Desintegrator-Gaswascher für
Entstaubung von Generatorgas,
Wassergas, Hochfengas, Synthesegas
Entfeuerung von Leuchtgas, Koke-
reigas, Generatorgas aus Braunkohle
oder Steinkohle, Schweißgasen, Kohlen-
wassergas

THEISEN GMBH, MÜNCHEN



Meßbügel 50 t Zug und Druck mit fester Hebeleier

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

688

SK Sinterdolomit

in Stücken, gemahlen und in Teermischung,
ab Stolberg-Hammer

Stahlwerkskalk
ab rheinischen Versandstationen

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



50 JAHRE 1891-1941

Giessereimaschinen



Arbeitsprogramm:
Sandstrahlgebläse
Sandfunker
Formmaschinen für
Preßluftbetrieb
Kernblasmaschinen
Kernsandmisch-
maschinen
Sandaufbereitungs-
maschinen

Drehtrommel-
Sandfunker



VOGEL & SCHEMMANN A.G.
HAGEN

SCHMIEDEÖFEN GLÜHÖFEN WÄRMÖFEN STAHL-REKUS

G. LUFT, Bonn a. Rh.
Industrie-Ofenbau Keramaghaus



Ein Programm
der Präzision und Zuverlässigkeit



Deutsche Spiralbohrer- und Werkzeugfabriken G.m.b.H.
REMSCHIED



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.



WESA

Querschnitt
einer
gestampften
Wand.

**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.

Dr. FS Beizzusatz

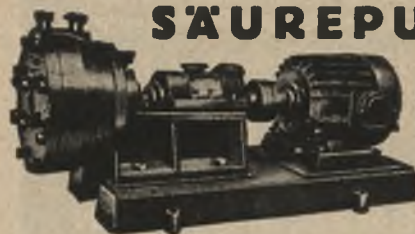
hohe Qualität * preisgünstig

Rostschutz

verhindert nach dem Beizen jegliches
Anwachsen des blanken Eisens

Dr. Ferner & Dr. Schliephake
Stuttgart

SAUREPUMPEN

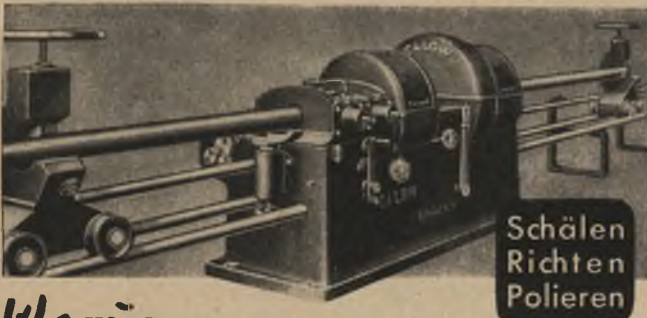


1000 fach bewährt
Stopfbüchslös u.
mit Stopfbüchse
f. Säuren u. Laugen
aus KUNSTSTOFF
WERNERT
Telefon 4 29 27
Mülheim-Ruhr 15

- ALURIT** → Entlunkerungspulver für Schmiede, Walzblöcke und Stahlformguß, garantiert lunkerfreie Abgüsse
- KERASIT** → zum Ausgießen und Ausfügen von Gespannplatten und Kokillenböden
- KOKILLENLACK** → in verschiedenen Qualitäten für alle Blöcke
- DIAMANTSCHLICHTE** → hochfeuerfester Anstrich für Stahlgußformen und Kokillenhauben.

RHEINISCHE FORMSCHLICHTE-FABRIK

GEBR. OELSCHLAGER, DUSSELDORF



Schälen
Richten
Polieren

Warum

Rundstahl schälen?

Geschälter Rundstahl wird bevorzugt, weil er die Festigkeitswerte des Rohstoffes behält, frei von inneren Spannungen ist und unverletzte und metallisch reine Oberflächen hat. Das Herstellen von Wellen – selbst größerer Durchmesser und hoher Festigkeit – durch Schälen ist ein billiges Verfahren. Auch Automatenstahl bereitet man durch Schälen vor. Engste Toleranz; blankgeschlichtete Oberflächen. Vorteilhaft ist dies mit der spitzenlosen CALOW-Schälmaschine zu erreichen. • Vor dem Schälen werden rohgewalzte Stangen auf der CALOW-Wellenricht- und Poliermaschine gerichtet, später poliert und gleichzeitig nachgerichtet – alles auf der gleichen Maschine.

Verlangen Sie die kostenfreien Druckschriften!

T. H. CALOW & CO. • BIELEFELD

CALOW



BBC-Dampfurbogebläse,
stündl. Leistung 120000 m³, 2,1 ata

BBC

INDUSTRIE
Ausrüstungen

BROWN, BOYER & CO. A. G.

BELZ 1943/44

WERKGÜTERWAGEN



8281

MASCHINENFABRIK ESSLINGEN

Birlenbacher

kalterblasenes, kohlenstoffarmes

Spezialroheisen

weiß, meliert und feinkörnig grau

Zusatzeisen für Zylinder-,
Hart-, feuer- und säurebeständigen Guß

liefern

H. SCHLEIFENBAUM & CO.

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

591

Seifert-
Röntgenanlagen für
Durchleuchtung von Gußteilen

Lagerschalen

Motoren-Gußteile

Brücken-Schweißnähte

Kessel-Untersuchungen

Zur Beratung stehen unsere Fachingenieure jederzeit zur Verfügung.

Seit Entdeckung der Röntgenstrahlen hat unser Werk in steter Entwicklungsarbeit am Ausbau des Röntgenverfahrens mitgewirkt. In der Technik ist heute die Röntgenprüfung ein unentbehrliches Hilfsmittel geworden.

**Röntgenwerk
Rich. Seifert & Co. Hamburg**
gegr. 1892

**Feuerfeste Fabrikate
für alle Zwecke.**

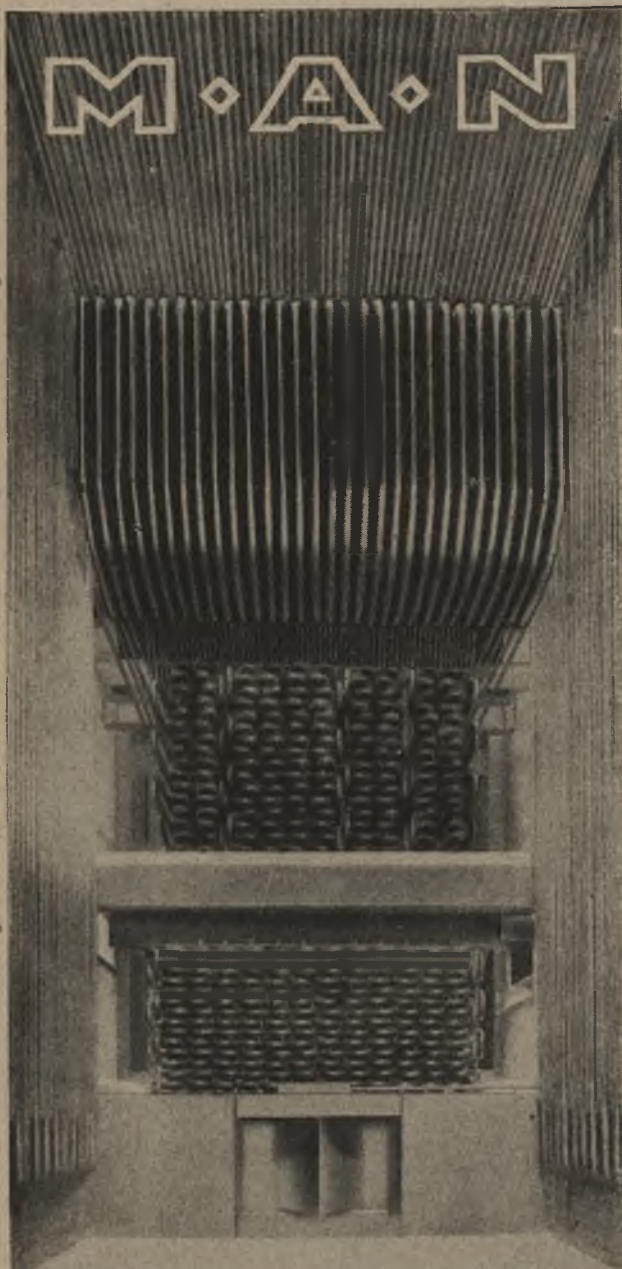
Besonderheiten seit 1886:
**Stopfen und Ausgüsse
Marke, Herz'**
in Chamotte, Grafit, Magnesit und anderen höchsten Ansprüchen angepaßten Spezial-Qualitäten. Unübertroffene Betriebsicherheit.
**Silika-Steine Marke Rhein
Elektro-Ofen-Deckelsteine**

gegr. 1872

Stoecker & Kunz
Köln Krefeld

G.M.
B.H.

Schutzmarke



La Mont-Kessel Bauart M.A.N.

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

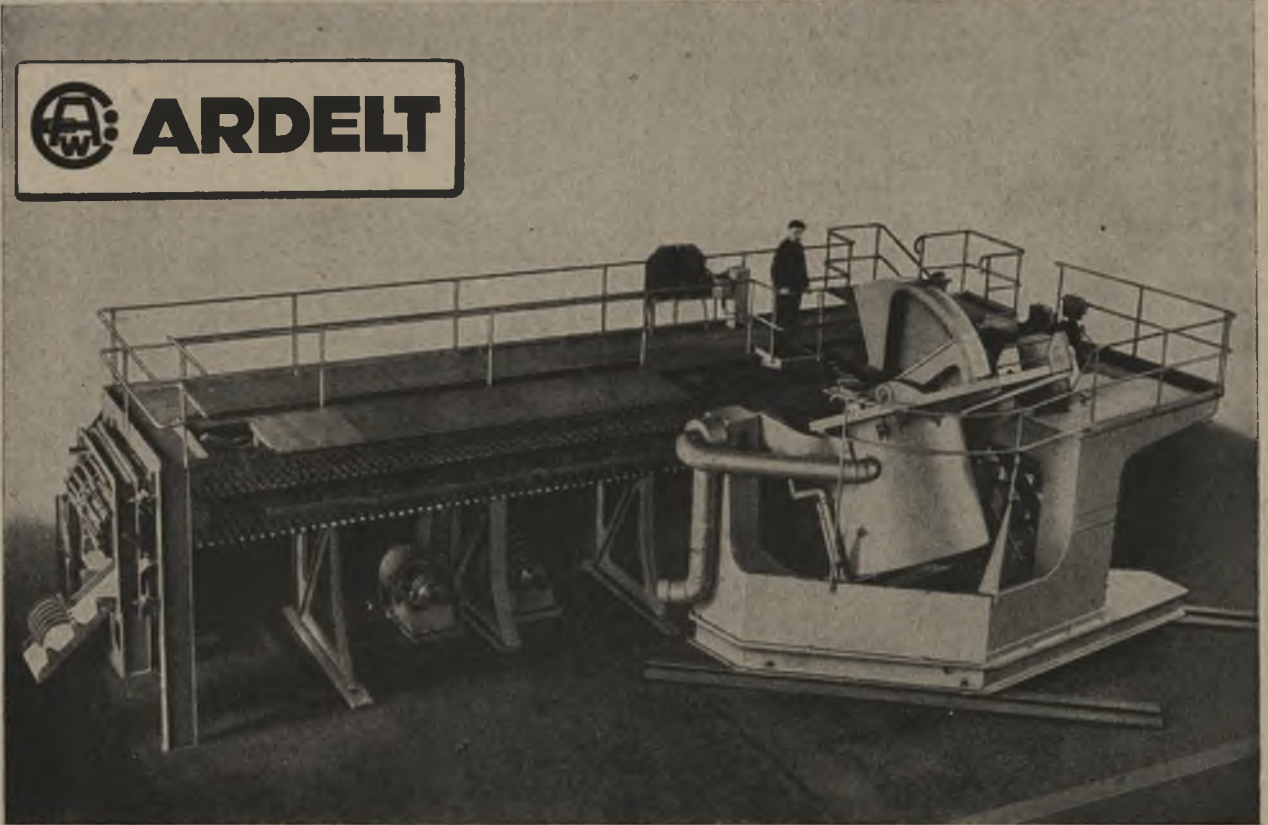
Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A. G.



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

OBERHÜTTEN
VEREINIGTE OBERSCHLESISCHE HUTTENWERKE AG

MASSELGIESSMASCHINEN



ARDELTWERKE • ZWEIGBÜRO BERLIN

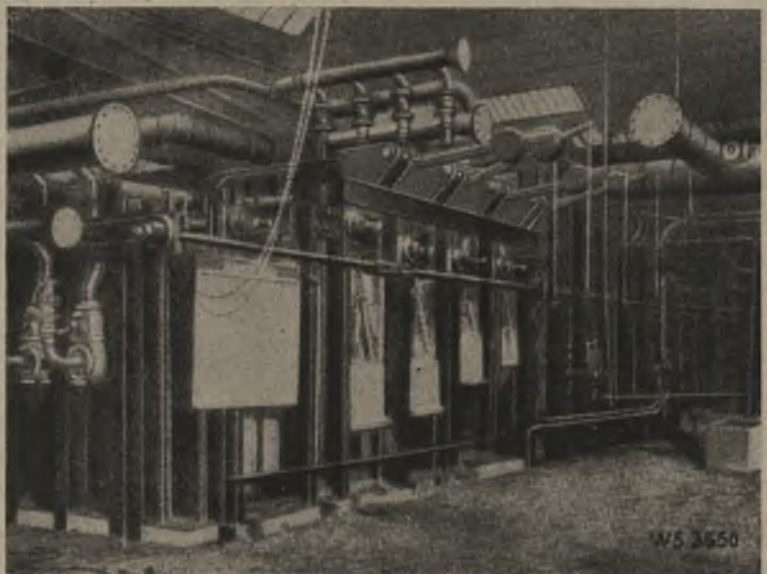
Ingenieurbüro
für Hüttenbau

WILHELM SCHWIER Düsseldorf

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

Für Breitstreifen-Walzwerke

Ausl.-Patente



„RUST“ dreifach beheizter ZONEN-STOSSOFEN für Blöcke, Brammen und Knüppel

ausgeführt für die Edelstahlwerke Röchling Aktiengesellschaft in Völklingen

Alleiniges Ausführungsrecht für Europa ausschließlich Frankreich und England