



P. 770 44

# STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE  
EISENHÜTTENWESEN



HEFT 6

10. FEBRUAR

64. JAHRG.

---

VERLAG STAHL EISEN M. B. H. DÜSSELDORF

# MBA

DAMPF- UND MOTORLOKOMOTIVEN  
EISENBAHNFahrzeuge  
VERKEHRsfahrzeuge  
INDUSTRIEBAHNMATERIAL  
OBERBAUMATERIAL  
BAGGER

**MASCHINENBAU UND BAHNBEDARF A.-G. BERLIN**

9 TOCHTERGESELLSCHAFTEN IM EUROPÄISCHEN AUSLAND

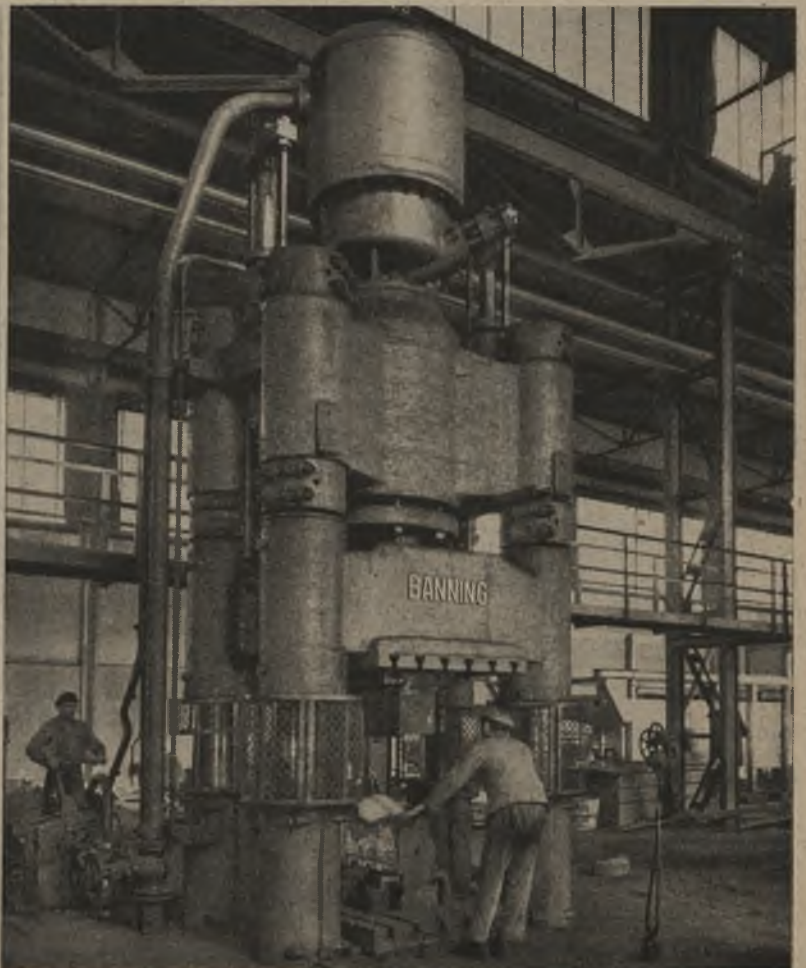
HYDRAULISCHE  
ABGRATPRESSEN

für Dampf-, Preßluft- oder Druckwasserantrieb

UMBAU VERALTETER ANLAGEN



MASCHINENFABRIK  
**J. BANNING**  
AKTIENGESELLSCHAFT



# 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.

|  |                |   |                       |  |                 |  |                  |
|--|----------------|---|-----------------------|--|-----------------|--|------------------|
| Abdeckmasse . . . . .                                    | 4              | Erze . . . . .  | 24                    | Krane . . . . .                                  | 16, 17, 27      | Säurepumpen . . . . .                          | 25               |
| Abfallbeizen-Verwertung                                  | 23             | Exzenterpressen . . . . .                               | 4                     | Kugelschaufler . . . . .                         | 17              | Schälmaschinen . . . . .                       | 24               |
| Abgratpressen . . . . .                                  | U. 2           | Fahrbänder . . . . .                                    | 17                    | Kupplungen . . . . .                             | 23              | Schieberumsteuerungen . . . . .                | 5                |
| Adjustagemaschinen . . . . .                             | 5              | Fahrzeuge . . . . .                                     | U. 2                  | Kurbelpressen . . . . .                          | 25              | Schmiedestücke . . . . .                       | 3                |
| Anspitzmaschinen . . . . .                               | U. 3           | Feuerfeste Erzeugnisse . . . . .                        | 4, 15, 18, 20, 24, 26 | Laboratoriumsgeräte und -einrichtungen . . . . . | 1               | Schnellarbeitsstähle, Schnellstähle . . . . .  | 22               |
| Aufkohlungsmittel . . . . .                              | 24             | Fördereinrichtungen und -geräte . . . . .               | 17                    | Lagermetalle . . . . .                           | 12              | Schnelldrehstähle . . . . .                    | 22               |
| Autostapler . . . . .                                    | 18             | Formmaschinen . . . . .                                 | 26                    | Legierungen . . . . .                            | 24              | Schweißumformer . . . . .                      | 27               |
| Bagger . . . . .   | U. 2           | Formsand-Aufbereitungsmaschinen . . . . .               | 26                    | Lokomotiven . . . . .                            | U. 2            | Siemens-Martin-Oefen . . . . .                 | 22               |
| Bandeisen und -stahl . . . . .                           | 24             | Gaserzeuger . . . . .                                   | 11                    | Luftfilter . . . . .                             | 26              | Siemens-Martin-Stahl . . . . .                 | 27               |
| Bandförderer . . . . .                                   | 17             | Gasmaschinen . . . . .                                  | 8                     | Lunkerverhütungsmittel . . . . .                 | 4               | Silberstahl . . . . .                          | 22               |
| Becherwerke . . . . .                                    | 17             | Gasreinigungsanlagen . . . . .                          | 11                    | Magnesit . . . . .                               | 15, 18, 24      | Silikasteine . . . . .                         | 20               |
| Behälter und Apparate für die chem. Industrie . . . . .  | 24             | Getriebe . . . . .                                      | 13                    | Magnesitsteine . . . . .                         | 15, 18          | Sinterdolomit . . . . .                        | 26               |
| Beizzusätze . . . . .                                    | 26             | Gießereimaschinen . . . . .                             | 26                    | Magnetische Werkstoffprüfung . . . . .           | 2               | Stabeisen, -stahl . . . . .                    | 24               |
| Blechwalzwerksanlagen und -einrichtungen . . . . .       | 5              | Glühöfen . . . . .                                      | U. 3                  | Maschinenbau, allgemeiner . . . . .              | 8               | Stahl . . . . .                                | 3, 7, 11, 14, 22 |
| Blockwalzwerksanlagen und -einrichtungen . . . . .       | 5, 17          | Güterwagen . . . . .                                    | 24                    | Metallguß . . . . .                              | 24              | Stahlwerksanlagen und -einrichtungen . . . . . | 13               |
| Brennerköpfe . . . . .                                   | 5              | Hartmetalle . . . . .                                   | 22                    | Mikroskopische Einrichtungen . . . . .           | 21              | Stampf- und Flickmasse, feuerfeste . . . . .   | 4, 26            |
| Chemikalien . . . . .                                    | 9              | Hebezeuge . . . . .                                     | 6, 27                 | Nichtrostende Stähle . . . . .                   | 22              | Steinkohle . . . . .                           | 3                |
| Dampfentöler . . . . .                                   | 26             | Hitzebeständige Stähle . . . . .                        | 22                    | Normalien . . . . .                              | 10              | Steuerungen, hydraulische . . . . .            | 19               |
| Dampfkraftwerke . . . . .                                | 10             | Hochofenanlagen . . . . .                               | 13                    | Oberbaumaterial . . . . .                        | U. 2            | Stopfen und Ausgüsse . . . . .                 | 20               |
| Dampflokomotiven . . . . .                               | U. 2           | Hydraulische Pressen . . . . .                          | U. 2, 19              | Personenwagen . . . . .                          | 24              | Straßenbahnwagen . . . . .                     | 24               |
| Deckelsteine . . . . .                                   | 20             | Induktionsöfen . . . . .                                | 25, 26                | Phosphatierungsverfahren . . . . .               | 14              | Thomastahl . . . . .                           | 27               |
| Diagrammpapiere . . . . .                                | 28             | Industrieöfen 8, 11, 16, 18, 20, 22, 25, 26, U. 3, U. 4 |                       | Pressen . . . . .                                | U. 2, 4, 10, 25 | Tieföfen . . . . .                             | U. 4             |
| Dolomit . . . . .  | 26             | Kalk und Kalksteine . . . . .                           | 26                    | Preßluftwerkzeuge . . . . .                      | 26              | Tonerde . . . . .                              | 1                |
| Draht . . . . .  | 24             | Kaltwalzwerksanlagen . . . . .                          | 5                     | Preßwasseranlagen . . . . .                      | 10              | Transportanlagen . . . . .                     | 17               |
| Drahtseilbahnen . . . . .                                | 17             | Kernblasmaschinen . . . . .                             | 26                    | Prüfmaschinen und -geräte . . . . .              | 27              | Türrahmen und Türen . . . . .                  | 5                |
| Drahtwalzwerksanlagen . . . . .                          | 5              | Kernsandmischmaschinen . . . . .                        | 26                    | Pumpen aller Art . . . . .                       | 12, 19, 22      | Umformer . . . . .                             | 27               |
| Drahtzüge . . . . .                                      | U. 3           | Kesselrohrreiniger . . . . .                            | 26                    | Reinigungsmittel . . . . .                       | 9               | Ventile . . . . .                              | 19, 26           |
| Drehlinge . . . . .                                      | 22             | Knüppelwalzwerksanlagen und -einrichtungen . . . . .    | 5                     | Richtmaschinen . . . . .                         | U. 3            | Walzen . . . . .                               | 6                |
| Druckguß . . . . .                                       | 19             | Kohlenstabbrenner . . . . .                             | 7                     | Roheisen . . . . .                               | 3               | Walzwerksanlagen und -einrichtungen . . . . .  | 5, 13            |
| Edelstähle . . . . .                                     | 7, 11, 14, 22  | Kohlenstaubbrenner . . . . .                            | 7                     | Rohrwalzwerksanlagen . . . . .                   | 5               | Walzwerksantriebe . . . . .                    | 15               |
| Einrichtungen für Hütten- und Industrieofenbau . . . . . | 25             | Kohlenstaubbrenner . . . . .                            | 7                     | Röntgenfilme, Entwickler usw. . . . .            | U. 4            | Wellenricht- und Poliermaschinen . . . . .     | 24               |
| Eisenbahnmaterial . . . . .                              | U. 2           | Kohlenstaubbrenner . . . . .                            | 7                     | Röntgenprüfeinrichtungen . . . . .               | 21              | Werkzeuge . . . . .                            | 19               |
| Elektroden . . . . .                                     | 28             | Kohlenstaubbrenner . . . . .                            | 7                     | Rostschutzmittel . . . . .                       | 26              | Werkzeugmaschinen . . . . .                    | 19               |
| Elektroflaschenzüge . . . . .                            | 27             | Kokillenglasuren . . . . .                              | 4                     | Sägen . . . . .                                  | U. 3            | Werkzeugstähle . . . . .                       | 7, 22            |
| Elektrofahrzeuge . . . . .                               | 17             | Kokillenlack . . . . .                                  | 4                     | Sandfunker . . . . .                             | 26              | Winden . . . . .                               | 5, 27            |
| Elektrolyseure . . . . .                                 | 2              | Kompressoren (Luft und Gas) . . . . .                   | 10                    | Sandstrahlgebläse . . . . .                      | 26              | Zahnräder . . . . .                            | 13               |
| Elektroöfen . . . . .                                    | 16, 22, 25, 26 | Kondenstöpfe . . . . .                                  | 26                    |  |                 | Ziehbänke . . . . .                            | U. 3             |
| Entfettungsmittel . . . . .                              | 9              |   |                       |  |                 |  |                  |
| Erz- Aufbereitungsanlagen . . . . .                      | 13             |   |                       |  |                 |  |                  |



Tonerde und alle anderen Produkte  
für metallografische

# LABORATORIEN JEAN WIRTZ

Spezialhaus für Laboratoriums-Einrichtungen  
Düsseldorf

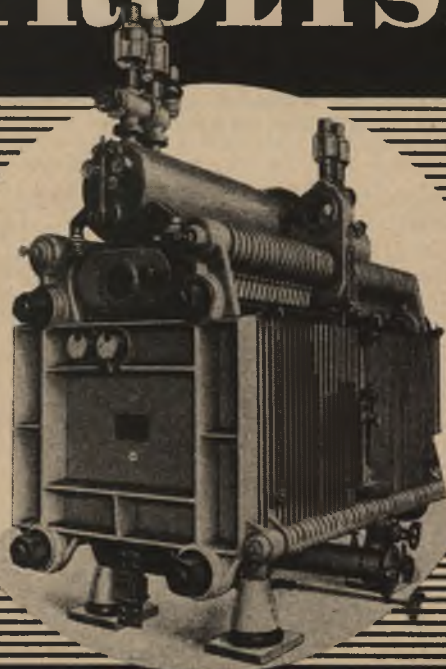
Generalvertretung der Optischen Werke  
C. Reichert

# ELEKTROLYSEURE

## SYSTEM ZDANSKY

zur elektrolytischen  
Erzeugung von  
Wasserstoff als  
Schutzgas in Glühöfen  
und Sauerstoff

Type  
B 40

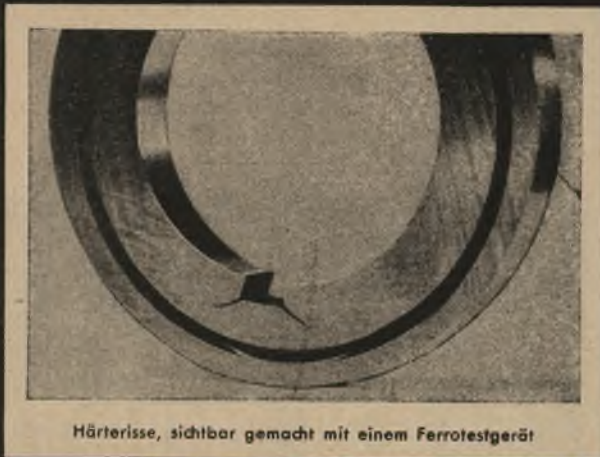


**WIR ERREICHEN:**  
Wasserstoffreinheit ... 99,9%  
Sauerstoffreinheit ... 99,7%  
Elektrochemischen  
Wirkungsgrad von ... 99,0%  
Jahrelangen, störungs-  
freien Dauerbetrieb  
bei einem Energieverbrauch  
von nur 4—5 kWh/m<sup>3</sup> H<sub>2</sub>.

# BAMAG

BAMAG-MEGUIN AKTIENGESELLSCHAFT BERLIN

*Solche Fehlerstellen*



Härterisse, sichtbar gemacht mit einem Ferrotestgerät

bleiben unerkant  
ohne

## MAGNETISCHE WERKSTOFFPRÜFUNG

\*

FERROTESTGERÄTE:

FERROSKOP, FERROFLUX, FERROPULS

ENTMAGNETISIERGERÄTE

# BRUNO SUSCHYZKI

Fertigung E. Heubach

BERLIN-STEGLITZ

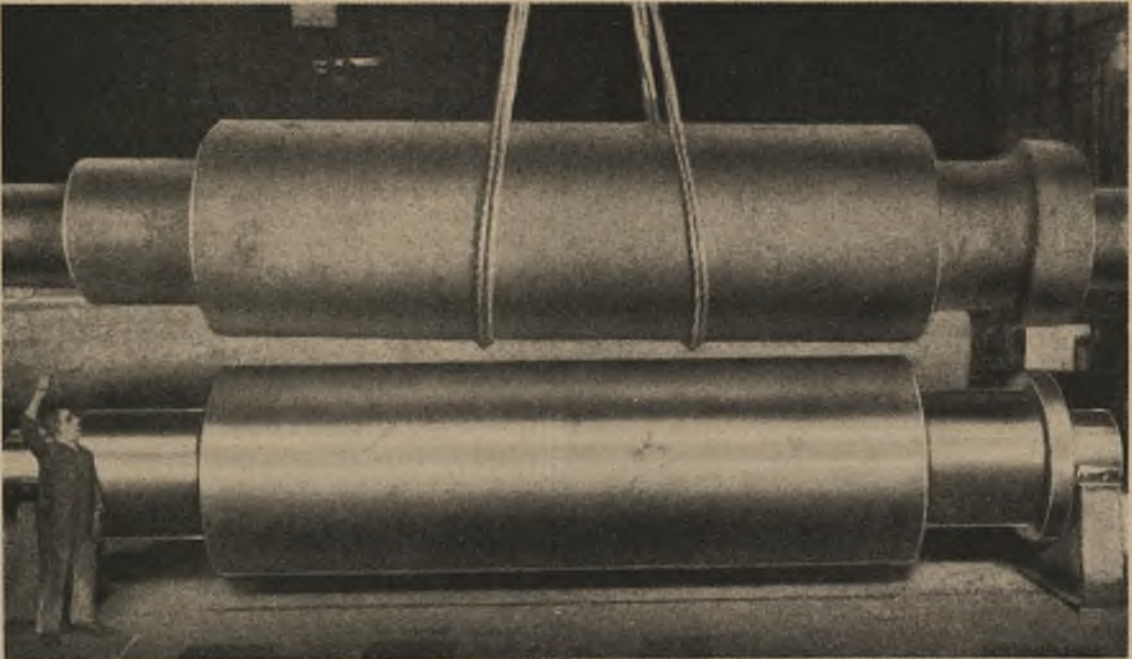
Lepsiusstraße 89

Tel.: 728738 und 725722



# KOHLE EISEN STAHL

**VEREINIGTE STAHLWERKE  
AKTIENGESELLSCHAFT**



*Schmiedestücke*

Schwere  
Arbeitswalzen

**HÜTTENVEREIN**

## Kokillenglasur

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

## Ausstampfmasse

zum Ausstampfen von Gußhauben, Abstichrinnen usw.

## Pfannenflickmasse

und feuerfeste Ausschmiermasse zur Reparatur von Pfannen und Industrieöfen

## Lunkermittel

verschiedenster Zusammensetzung für Stahlblockguß und Stahlformguß  
Keine aufkohlende Wirkung!

## Kokillenlacke

in allen gewünschten Konsistenzen

## Streudüse DRP.

zum rationellen Zerstäuben aller Lacke

## Pfannenabdeckmasse

Wärmeschutz — Schlacke-Ersatz



# WILHELM SCHWARZ

Chemische Fabrik DÜSSELDORF

Fernsprecher 21801

556



②



## EXZENTERPRESSEN

Unterteil und Kopfstück dieser 800-t-Doppelständer-Exzenterpresse sind in SM-Stahlplatten-Schweißkonstruktion ausgeführt und mit den Seitenteilen durch warm eingezogene SM-Stahlanker zu einem starren Körper verbunden.



BERLIN-ERFURTER MASCHINENFABRIK AG  
BERLIN



## Walzwerksanlagen

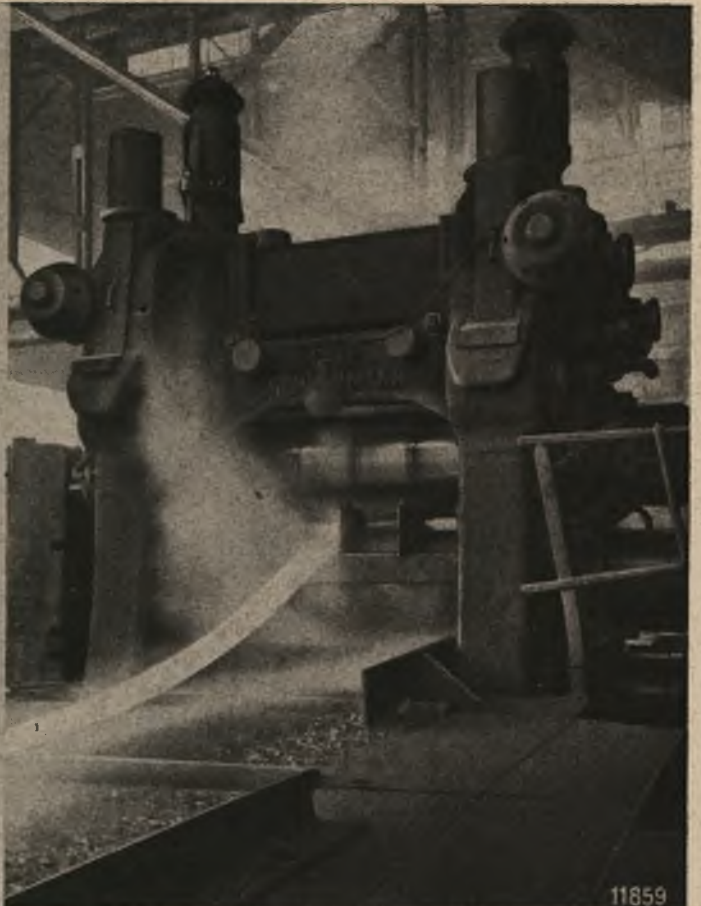
bis zu größten Abmessungen in fortschrittlichen und vorbildlichen Konstruktionen eigener Entwicklung:

Block- und Blechwalzwerke, Knüppel-, Mittel- und Feineisenwalzwerke, Drahtwalzwerke, Rohrwalzwerke, Kaltwalzwerke für Bleche und Bänder

Hilfseinrichtungen und Adjustagemaschinen aller Art.

# SCHLOEMANN

AKTIENGESELLSCHAFT · DÜSSELDORF

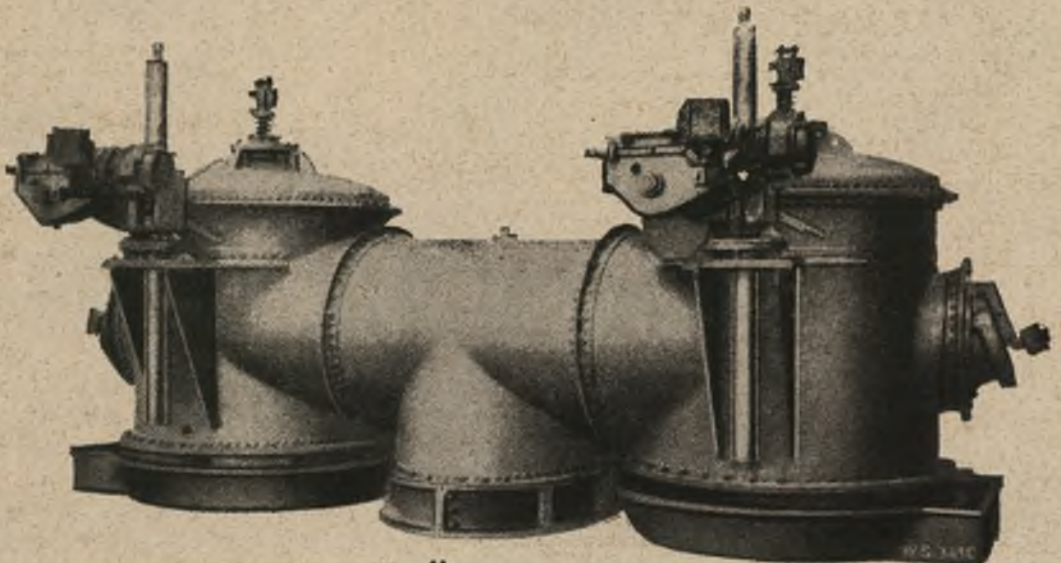


11859

Ingenieurbüro für Hüttenbau **WILHELM SCHWIER** Düsseldorf

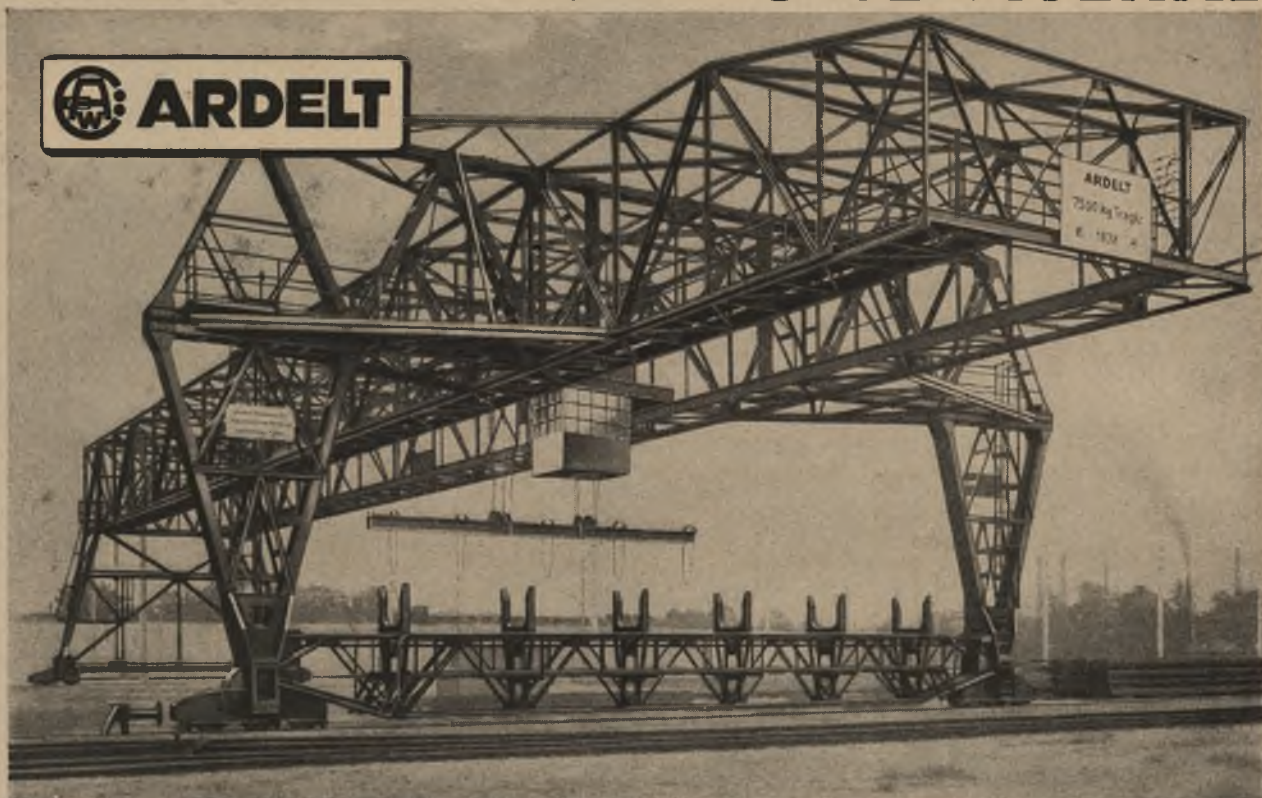
Fernschreiber: Hüttenbau Düsseldorf \* Fernruf: Düsseldorf 19035 \* Bismarckstraße 17

**BLAW-KNOX-SCHIEBERUMSTEUERUNGEN**  
**BLAW-KNOX-TÜRRAHMEN und TÜREN**



**BLAW-KNOX-TÜRHEBEWINDEN**  
**BLAW-KNOX-BRENNERKÖPFE Syst. Blaire u. Syst. Rose**

# HEBEZEUGE FÜR HÜTTENWERKE



**ARDELTWERKE · ZWEIGBÜRO BERLIN**

**KARL BUCH G. M. B. H.**  
WALZENGISSEREI UND DREHEREI

**Gußeiserne  
Walzen**  
jeder Art und  
Größe bis zu  
60 Tonnen  
Stückgewicht

Beim Schleifen einer Blechwalze von 1250 mm Durchmesser 4500 mm Ballenlänge  
Auf dieser neuesten Schleifmaschine schleifen wir  
**Walzen bis zu 2000 mm Durchmesser**



# Kohlenstaub- feuerung

**bewährt zum Betrieb von:**

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

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

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

Jahrzehntelange Erfahrung

Ofenbaugesellschaft

## BERG & CO.

Köln

Schließfach 96

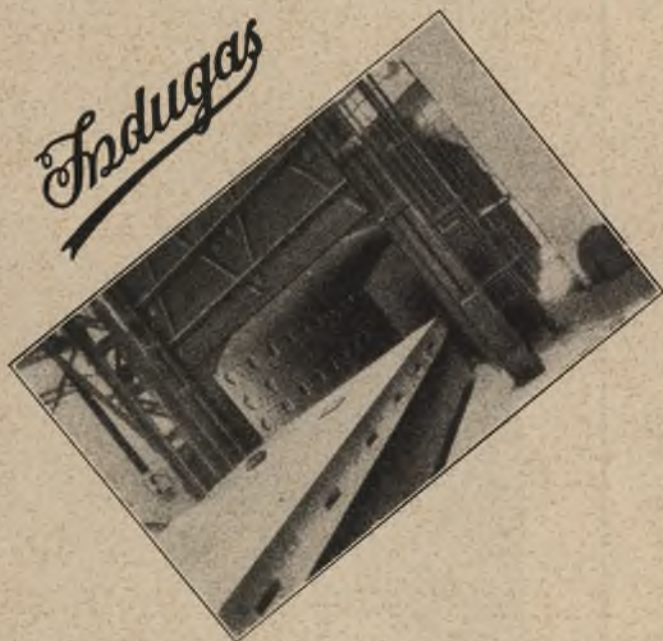
645



**DEW**

**WERKZEUGSTÄHLE**  
für  
Prägewerkzeuge

DEUTSCHE EDELSTAHLWERKE  
AKTIENGESELLSCHAFT KREFELD



## INDUGAS- ÖFEN

mit  
ausfahrbarem  
Herdwagen  
sind  
bewährt

# INDUGAS ESSEN

Postschließfach 345

4573

# ELMAG

## Grossmaschinenbau

5000 PS-GASMASCHINEN  
MIT SPULUNG U. AUFLADUNG

03

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

*Erste Dieselmachine 1897*



## WIRKSAM WIRTSCHAFTLICH


das waren die Leitworte, die Rudolf Diesel seiner Arbeit bei Schaffung des Motors, der seinen Namen trägt, voranstellte. Nach jahrelangen Versuchen, Verbesserungen, Umkonstruktionen und wieder Versuchen brachte er 1897 den ersten brauchbaren Dieselmotor heraus, eine Erfindung, die eine grundlegende Umwälzung auf dem Gebiete der Verbrennungskraftmaschinen bedeutete.


\*

Auch dem Gebiet der Metall-Entfettung und -Reinigung wurden neue Probleme gestellt, bedingt durch immer neu erscheinende Metall-Legierungen. Wir haben uns diesen Aufgaben angenommen und entwickelten in jahrelangen Versuchsarbeiten, die unter dem Namen

HENKELS  REINIGER

bekanntesten verschiedenen alkalischen Salzgemische, sowohl für die Eisen- als auch für die Bunt- und Leichtmetall-Reinigung.

 REINIGER sind wirksam, weil damit in kürzester Zeit fettfreie Oberflächen bei größter Schonung des Materials erreicht werden!

 REINIGER sind wirtschaftlich, weil der Anschaffungspreis gegenüber den Zeit- und Lohnersparnissen gar nicht ins Gewicht fällt!

Wir bitten Sie, unsere Beratung anzufordern!

**HENKEL & CIE. A. G.**

DÜSSELDORF

 VERKAUF

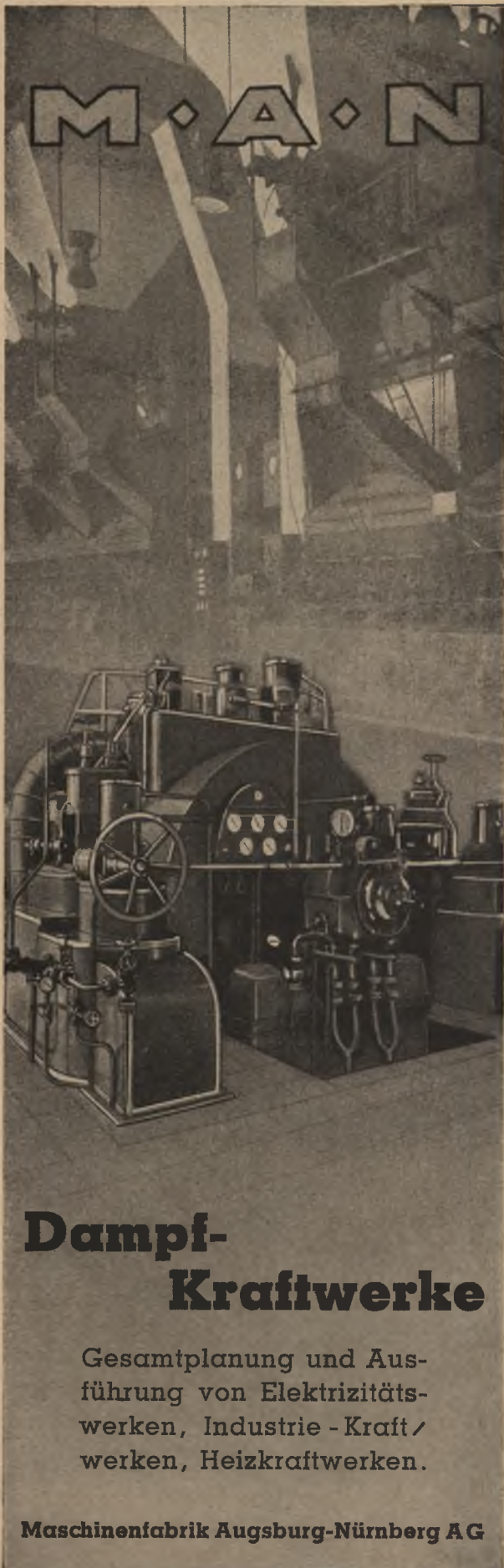


## Die Qualität

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



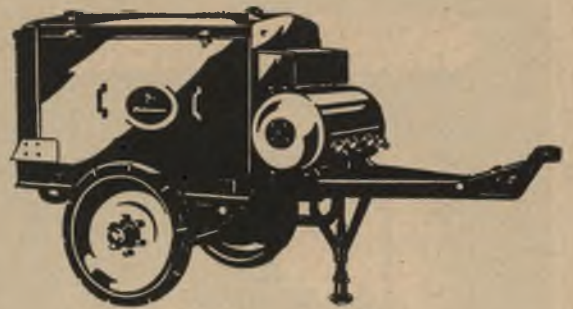
**M · A · N**

**Dampf-  
Kraftwerke**

Gesamtplanung und Ausführung von Elektrizitätswerken, Industrie - Kraftwerken, Heizkraftwerken.

**Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg AG**

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**

# BÖHLER EDELSTÄHLE



Selbsttätige Beschicker „Standard“ einer Anlage von 16 Drehrost-Gaserzeugern



**Industrieöfen - Gaserzeuger - Gasreinigungsanlagen**

**Poetter**

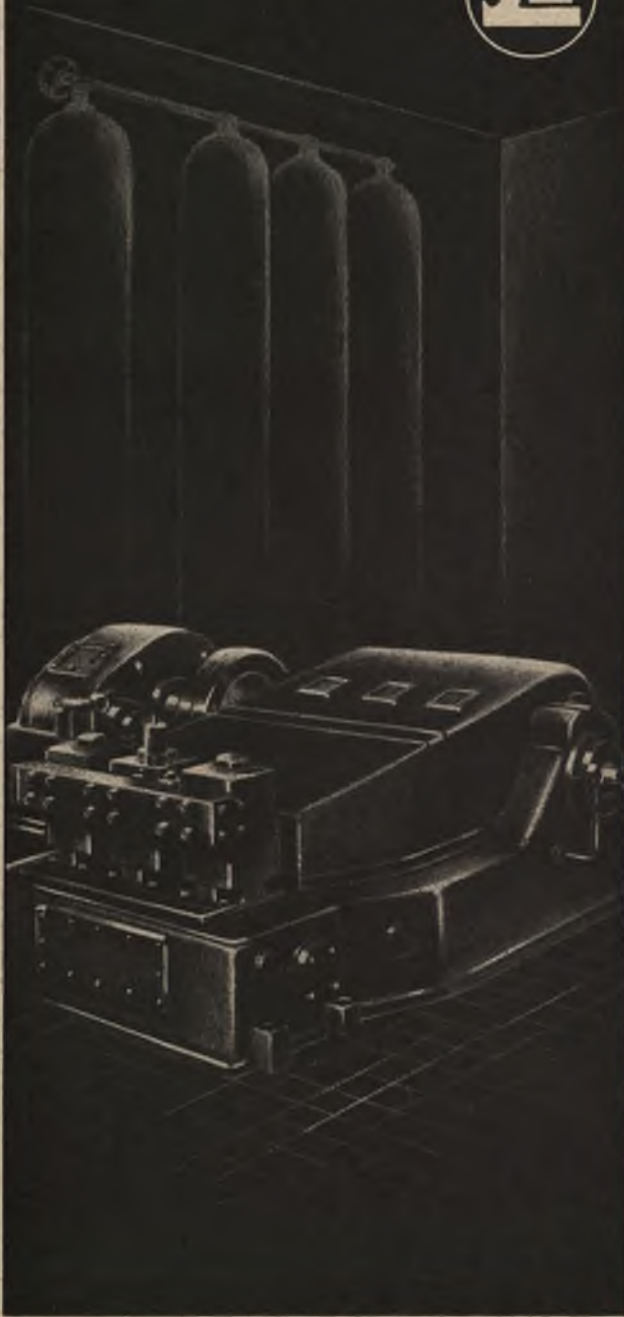
Kommandit-Gesellschaft  
Postfach 10 101

**Düsseldorf**

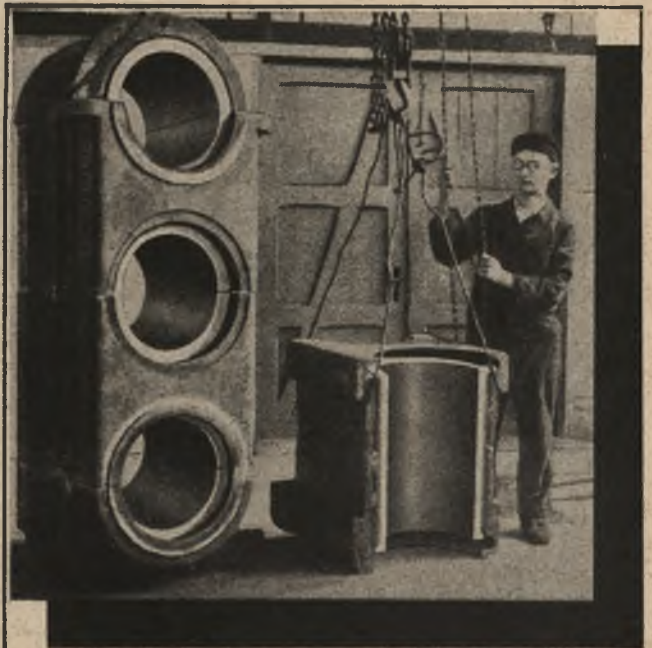


**LINDEMANN**

P R E S S P U M P E N

**LINDEMANN & SCHNITZLER**

D U 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“ ausgießen. Wir leisten Gewähr für dichte und in den Lagerkörpern festsitzende Ausgüsse, was für die ständige Betriebssicherheit Ihrer Maschinen von größter Bedeutung ist!

Anfragen unter Beifügung von Zeichnungen erbeten an:

**TH. GOLDSCHMIDT A.-G.****ABT. METALLE ESSEN***In der Ostmark:**P. C. Wagner, Kom.-Ges.**Wien*

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



## **Entwurf Bau und Betrieb**

von

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

**DEUTSCHE  
BRASSERTGESELLSCHAFT**

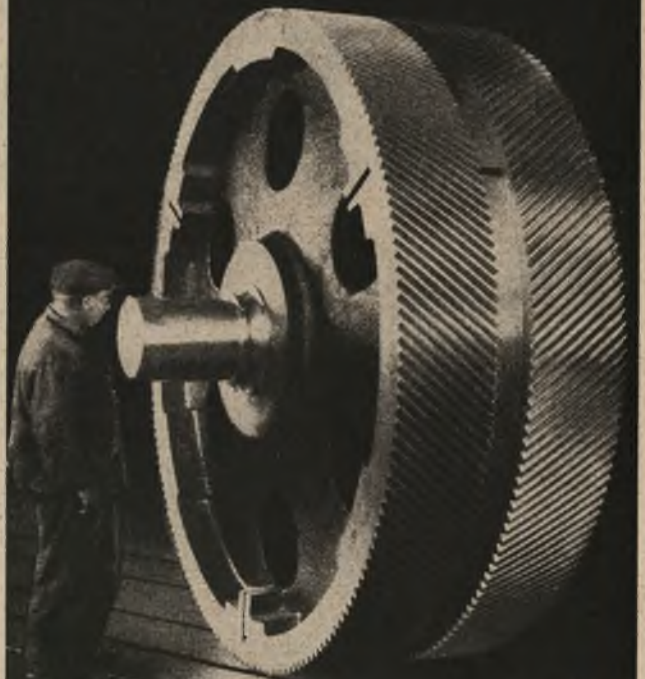
M · B · H

**INGENIEURE**

**BAU UND BETRIEB VON HÜTTENWERKEN**

**BERLIN**

*Zahnräder*  
und  
*Getriebe*  
aller Art



**EISENWERK WITKOWITZ**

Zur Erleichterung  
der spanlosen  
Kaltverformung  
von Stahl

**BÜNDNER**

in der Fertigung  
von Stahlrohren, Profilen,  
Stahlflaschen, Hohlkörpern

Technische Beratung und Lizenzvergebung:

**METALLGESELLSCHAFT A.-G.**  
TECHNISCHE ABTEILUNG FRANKFURT AM MAIN

**SCHMIDT & CLEMENS**

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

HOCHFREQUENZSCHMELZE  
EDELSTAHLFORMGIESSEREI  
HAMMERWERKE / PRESSWERK  
BEARBEITUNGSWERKSTÄTTEN  
PRÄZISIONSZIEHEREI

**M Ä R K E R - E D E L S T Ä H L E**



**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

# AEG

## Walzwerk-Antriebe

### Umkehrwalzmotor

für 300mt Ausschaldrehmoment

Höchstleistung 21000 PS bei 50/100U/min

Geschlossene Ausführung

für Fremdbelüftung

**ALLGEMEINE ELEKTRICITÄTS - GESELLSCHAFT**

2714

**DEMAG**

**HÜTTENWERKSKRANE**

**DEMAG**

**ELEKTROSTAHLÖFEN**

**DEMAG - ELEKTROSTAHL G. M. B. H. DUISBURG**



# STAHL UND EISEN

## ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

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

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

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

Heft 6

10. Februar 1944

64. Jahrgang

|  | Seite |   | Seite |
|--|-------|---|-------|
| Die Bewertung der körperlichen Arbeit auf physiologischer Grundlage. Von Gunther Lehmann | 85    | Umschau   | 96    |
| Die Herstellung von Phosphatschlacken beim Roheisen-Erz-Verfahren. Von Alfred Rotter     | 90    | Beiträge zur Eisenhüttenchemie (Januar bis Juni 1943). — Die Eisenzeit im Raume des Rechtsrheinischen Schiefergebirges. |       |
|  |       | Wirtschaftliche Rundschau   | 100   |
|  |       | Vereinsnachrichten  | 100   |

## Die Bewertung der körperlichen Arbeit auf physiologischer Grundlage

Von Professor Dr. med. Gunther Lehmann, Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Arbeitsphysiologie

[Bericht Nr. 211 des Ausschusses für Betriebswirtschaft des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute\*].

*(Menschliche Leistung, Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft. Messung der Energieabgabe. Kalorienverbrauch als Maßstab für die Schwere der Arbeit. Leistung und Arbeitsbewertung. Der Normalarbeiter. Meßbarkeit der Anforderungsarten und ihre Gesamtbewertung. Messung der körperlichen Beanspruchung. Schwere der Arbeit und ermüdende Wirkung der Arbeit. Messung der ermüdenden Wirkung der Arbeit. Wertskala für Schwere der Arbeit und ihre ermüdende Wirkung. Anwendung auf die Praxis. Ausblick.)*

So sehr auch der Betrieb es mit der Leistung des Menschen zu tun hat, so liegt doch die Frage, wie die menschliche Leistung zustande kommt, bereits außerhalb des Blickwinkels eines Betriebes. Bestimmend für die Höhe der Leistung sind einmal äußere Faktoren, wie die Beschaffenheit des Werkstückes, des Werkzeuges, der Maschine, kurz die Summe alles dessen, mit dem sich die Technik befaßt; bestimmend für die Leistung sind neben diesen äußeren Faktoren aber auch solche, die im arbeitenden Menschen selbst liegen.

Die Leistungsfähigkeit kennzeichnet offenbar das Maximum dessen, was ein Mensch überhaupt zu leisten vermag. Wir können von ihrer Erschöpfung nur dann sprechen, wenn mit den äußersten Mitteln und der stärksten Willensbeeinflussung eine weitere Arbeitsleistung nicht mehr zu erreichen ist. Eine völlige Ausschöpfung der Leistungsfähigkeit findet daher im täglichen Leben niemals statt. Der Arbeiter soll und darf seine Leistungsfähigkeit nicht „erschöpfen“. Es muß ja gewährleistet sein, daß er am nächsten Tage die gleiche Arbeitsleistung ausführt; die Erholungszeit muß also genügen, um die entstandene Ermüdung wieder zu beseitigen. Jeder Arbeiter hat außerdem neben seiner Arbeit im Betrieb noch Aufgaben seiner Familie und der Volksgemeinschaft gegenüber, für die er Kraftreserven zurückbehalten muß.

Daraus ergibt sich schon, daß die Größe der Leistungsfähigkeit nicht unmittelbar bestimmend sein kann für die Größe der Leistung. Es kommt vielmehr darauf an, wieviel von seiner Leistungsfähigkeit der Arbeiter willens und in der Lage ist, für sein tägliches Arbeitspensum einzusetzen. Es kommt also für die praktische Arbeit außer der Leistungsfähigkeit ferner auf die Größe der Leistungsbereitschaft an. Gewiß wird, wenn die Leistungsfähigkeit steigt, und wenn sich sonst nichts ändert, auch die Leistungsbereitschaft steigen. Es wird also immer ein gewisser Prozentsatz der Leistungsfähigkeit für die täg-

liche Arbeit verfügbar sein. Es kann sich aber auch die Größe dieses verfügbaren Prozentsatzes ändern, z. B. auf dem Wege über die seelische Einstellung des Arbeiters zur Arbeit, die durch psychologische Maßnahmen, durch Propaganda, durch Lohnpolitik, durch Schönheit der Arbeit und anderes mehr zu beeinflussen ist. Der Grad der Verausgabung hängt ferner von der Arbeitsdisposition ab, d. h. von dem augenblicklichen Sichbefinden des Arbeitenden, davon, ob er sich frisch und kräftig fühlt, oder ob er schlaff und müde ist. Wir können also trennen zwischen einem psychischen Faktor der Leistungsbereitschaft und einem physischen, wenn beide sich auch oft wechselseitig beeinflussen.

Die klare Unterscheidung dieser Begriffe bietet viele Vorteile. Eine Maßnahme, die die Leistungsfähigkeit hebt und auf diese Weise zu höherer Leistung führt, wird stets wertvoller sein als eine solche, die nur die Leistungsbereitschaft beeinflusst und daher zur Verminderung der Leistungsreserven führt. Bei sinkender Leistungsfähigkeit kann ein Aufpeitschen durch Reizmittel, bei empfänglichen Menschen aber auch eine zu weit gehende psychologische Beeinflussung zwar die Leistungsbereitschaft über eine gewisse Zeit hochhalten, so daß die Leistung auch bei sinkender Leistungsfähigkeit zunächst unverändert bleibt; schließlich wird aber das Sinken der Leistungsfähigkeit, scheinbar plötzlich, dazu führen, daß die Leistung nicht mehr gehalten werden kann.

### Leistung und Ernährung

Das einfachste Beispiel dieser Art ist eine gesteigerte Tätigkeit bei ungenügender Ernährung. Je primitiver ein Mensch ist, um so weniger wird er allerdings auf eine Verminderung der Kalorienzufuhr in der Nahrung mit einer Verausgabung seiner Reserven reagieren, sondern mit einer Herabsetzung der Arbeitsintensität. Beobachtet man z. B. in den Lagern von Ostarbeitern oder russischen Kriegsgefangenen ein Konstantbleiben, oft auch ein leichtes Ansteigen der Körpergewichte, so zeigt dieser Befund nur, daß ein Gleichgewicht zwischen Nahrungsaufnahme und Arbeitsleistung besteht, keineswegs aber, daß die Ernährung so reichlich ist, daß eine

\*) Vorgetragen auf der 173. Sitzung des Ausschusses für Betriebswirtschaft am 19. November 1943. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahl Eisen m. b. H., z. Z. Pössneck, Postschließfach 146, zu beziehen.

Steigerung nicht noch höhere Leistungen ermöglichen würde.

Eine nicht unbeträchtliche Nahrungsmenge, die energetisch etwa 1 800 Kalorien entspricht, wird je Tag gebraucht, um das Leben aufrechtzuerhalten, ohne daß äußere Arbeit geleistet wird. Erst was darüber hinausgeht, kann in körperliche Arbeit umgesetzt werden. Erhält also jemand 2 500 Kalorien zu essen, so kann er für 700 Kalorien Arbeit leisten. Bekommt er aber 3 200 Kalorien, also etwa 28 % mehr, so kann er 1 400 Kalorien, also das Doppelte in körperliche Arbeit umsetzen. Hieraus folgt, daß es dort, wo es auf die Kalorien, d. h. auf rein körperliche Arbeit ankommt, viel ökonomischer ist, mit wenigen, gut genährten als mit vielen, schlecht ernährten Menschen zu arbeiten.

Für die Beziehungen zwischen Ernährung und Leistung kommt es nicht allein auf die soeben behandelte energetische Seite an; keineswegs hat, wie es häufig dargestellt wird, die Erkenntnis über Vitamine und ähnliche Stoffe die Kalorienlehre erschüttert. Ebenso wenig wie die Tatsache, daß man für einen Automotor neben Benzin auch Öl braucht, kann die Tatsache, daß eine bestimmte Kombination von Vitaminen notwendig ist, um Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft aufrechtzuerhalten, daran etwas ändern, daß die grundsätzlichen Beziehungen zwischen Ernährung und Leistung energetisch sind.

#### Messung der durch Nahrung aufgenommenen Energiemengen

Vor etwa 60 bis 70 Jahren wurde von Rubner die heute selbstverständlich erscheinende Feststellung getroffen, daß auch für den belebten Organismus der erste Hauptsatz der Thermodynamik Gültigkeit hat. Er besagt in diesem Falle, daß bei gleichbleibendem Körperzustand die in der Nahrung aufgenommene Energie der abgegebenen gleich sein muß. Um dies zu beweisen, war es notwendig, die abgegebenen Energiemengen zu messen. Das ist verhältnismäßig einfach bei dem in Form mechanischer Energie abgegebenen Anteil. Dieser Anteil ist aber relativ klein; mindestens 70, meist aber über 90 % der gesamten von einem menschlichen Organismus umgesetzten Energie werden nicht in Form von mechanischer Energie, sondern in Form von Wärme vom Organismus abgegeben. Der Grund für diesen auffallend schlechten Wirkungsgrad liegt einmal darin, daß bereits der Wirkungsgrad des einzelnen Muskелеlementes nur etwa 30 % beträgt, weiter aber darin, daß erhebliche Energiebeträge zur Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge wie Atmung, Kreislauf und Herz-tätigkeit erforderlich sind, und schließlich darin, daß die vom Muskel erzeugte mechanische Energie zu einem großen Teil durch die Bewegung des eigenen Körpers aufgezehrt und ebenfalls nur in Form von Wärme nach außen abgegeben wird. Ein Kalorimeter, d. h. ein Instrument, das geeignet ist, die abgegebene Wärmemenge zu messen, wäre daher notwendig, um eine Messung der Energieabgabe vorzunehmen. Man hat derartige Messungen vorgenommen; sie sind technisch, wie jeder mit Wärmemessungen Vertraute übersehen wird, sehr verwickelt und unhandlich.

Es war daher ein großer Fortschritt, daß man durch Einführung der „indirekten Kalorimetrie“ zu einem grundsätzlich einfacheren Verfahren gelangte. Die indirekte Kalorimetrie beruht auf der Ueberlegung, daß die energieliefernden Prozesse im Organismus schließlich Oxydationen sind, und daß man, sofern man Ausgangs- und Endprodukte einer Oxydation kennt, aus der verbrauchten Sauerstoffmenge den frei werdenden Energiebetrag errechnen kann. Da der Körper über wesentliche Sauerstoffreserven nicht verfügt, und da er auch die bei einer Arbeit als Endzeugnis entstehende Kohlensäure schnell wieder ausscheidet, so ergibt eine

Messung des Sauerstoffverbrauchs und der Kohlensäureausscheidung einen Hinweis, wieviel Kohlehydrat und Fett während der Arbeit als Energielieferanten verbraucht worden sind. Man kann also die bei der Atmung gemessenen Sauerstoffwerte unmittelbar in Kalorien umrechnen.

Auch dieses Verfahren war zunächst noch reichlich umständlich. Man benutzte große Kammern, in denen man eine mehrstündige Arbeit ausführen ließ, und untersuchte die Zusammensetzung der durchgesaugten Luft. Mit derartigen Messungen sind die Zahlen für den Energieverbrauch von Arbeitern gewonnen worden, die heute noch die Grundlagen der Ernährungslehre bilden. Die Zahl dieser Versuche und ihre Exaktheit waren im Hinblick auf die große Bedeutung, die sie später gewannen, recht gering. Wir wissen heute, daß die damaligen Ergebnisse zu hoch waren, weil die Arbeitsbedingungen, unter denen untersucht wurde, durchaus anomal waren. Jeder, der aus diesen Versuchen Folgerungen für die praktische Ernährungslehre zog, rundete außerdem die Ergebnisse wegen ihrer Unsicherheit nach oben ab, so daß man noch heute in vielen Büchern der Ernährungslehre angeben findet, daß ein Schwerarbeiter 5 000 bis 7 000 Kalorien braucht, ein mittlerer Arbeiter 3 000 bis 4 000, und daß nur ein Mensch, der gar nichts tut, mit 2 400 Kalorien auskommt. Erst die Tatsache, daß Ernährungsstatistiken, die in verschiedenen Kulturländern in der Zeit vor diesem Kriege durchgeführt wurden, bei voller Leistungsfähigkeit der untersuchten Personen zu viel niedrigeren Werten führten, brachten den Beweis für das Fehlerhafte der alten Messungen.

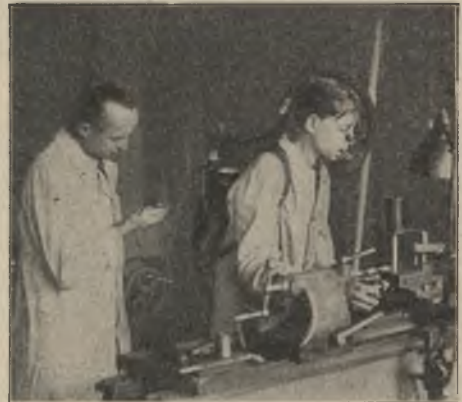


Bild 1. Gasuhr-Verfahren zur Bestimmung des Kalorienverbrauchs bei der Arbeit.

Wenn man den Kalorienverbrauch bei einer Arbeit ermitteln will, sei es, um den Nahrungsbedarf eines Menschen festzustellen, sei es aus anderen, später noch zu besprechenden Gründen, so ist es unbedingt erforderlich, über ein Verfahren zu verfügen, das so einfach ist, daß man den Arbeiter damit untersuchen kann, ohne daß er den normalen Fluß der Arbeit unterbricht und ohne daß er aus der Umwelt seiner Arbeit herausgerissen wird. Um das zu erreichen, wurde die Energieverbrauchsmessung immer mehr vereinfacht und hat in unserer Hand schließlich die Form angenommen, die das Bild 1 zeigt. Die Vorrichtung besteht lediglich aus einer leichten, trockenen Gasuhr, durch die der Strom der Ausatemluft geleitet wird, und die durch Einsetzen einer kleinen Pumpe so umgestaltet ist, daß selbsttätig ein kleiner Prozentsatz jedes Atemzuges in einen kleinen Gummibeutel abgesaugt wird. Die Gasuhr gibt dann die geatmete Luftmenge an. Eine Sauerstoff- und Kohlensäurebestimmung in dem kleinen Beutel ergibt die durchschnittliche Zusammensetzung der Ausatemluft, aus der man, weil die Zusammensetzung der Einatemluft bekannt ist, die gebrauchte

Sauerstoff- und gebildete Kohlensäuremenge berechnen kann.

#### Kalorienverbrauch als Maßstab für die Schwere der Arbeit

Mit dieser Vereinfachung war es erstmalig möglich, den Kalorienverbrauch zahlreicher Arbeiter zu ermitteln, zu den Werten des Kalorienverbrauchs in der Freizeit und während des Nachtschlafes zu addieren und so zuverlässige Zahlen für den Nahrungsbedarf zu erhalten. Die Erfahrungen zeigten, daß Energieausgaben von 6 000 bis 8 000 Kalorien je Tag möglich sind, wenn diese Leistungen nur einen oder wenige Tage lang ausgeführt werden. Für Leistungen jedoch, die tagaus, tagein gleichmäßig durchgeführt werden, dürfte das erreichbare Maximum ungefähr bei 5 000 Kalorien liegen. Praktisch ergibt sich, daß auch die am schwersten arbeitenden Leute im Bergbau oder in der Eisenindustrie nur etwa 4 500 Kalorien erreichen, und daß die meisten der als Schwerstarbeiter bezeichneten Leute noch unter 4 000 Kalorien bleiben. Die Masse der Arbeiter an Maschinen der Metall- und Holzbearbeitung liegt unter 3 300 Kalorien. Arbeiter mit vorwiegend sitzender Lebensweise bleiben häufig unter 2 400 Kalorien; wenn sie höhere Werte erreichen, so ist daran weniger die Arbeit als die Freizeitgestaltung schuld.

Die Messung des Kalorienverbrauchs ist ein objektives Maß, ja das einzige mögliche Maß, um zu entscheiden, ob ein Arbeiter Schwer- oder Schwerstarbeiter ist. Man verbindet daher den Begriff „Schwere der Arbeit“ mit dem Kalorienverbrauch.

Messungen des Kalorienverbrauchs zahlreicher Arbeiter wurden vorgenommen und die erhaltenen Zahlen mit der Beurteilung durch den Betrieb verglichen. Dabei stellte sich heraus, daß die Vorstellung von Schwerarbeit je nach der Art des Betriebes recht verschieden ist. Liegt z. B. eine mechanische Werkstatt im Rahmen eines eisenerzeugenden Werkes, in dem viel Schwerarbeit vorkommt, so wird die Arbeit an den Drehbänken als leicht beurteilt; befindet sich eine gleichartige mechanische Werkstatt aber im Rahmen eines Betriebes, der im übrigen die Fabrikation kleiner leichter Metallteile betreibt, so wird die gleiche Arbeit als viel schwerer beurteilt. Die „betriebsgebundene“ Beurteilung führt zu fehlerhaften Schätzungen, weil die durchschnittliche Arbeit des Betriebes unwillkürlich zum Ausgangspunkt der Betrachtungen gemacht wird. Eine zu hohe Einstufung ergibt sich häufig daraus, daß der Charakter des Betriebes, die Größe der Maschinen und Werkstücke, Lärm und Schmutz sowie derartige Dinge unwillkürlich und fälschlicherweise als Schwere der Arbeit gewertet werden. Umgekehrt wird die Schwere der Arbeit leicht unterschätzt, wenn, wie z. B. in der Nahrungsmittelindustrie, die Sauberkeit des Ganzen den Eindruck einer leichten Arbeit hervorruft. Große Fehler ergeben sich z. B. in der eisenschaffenden Industrie aus der Bewertung der Hitzebelastung. Durch Hitze wird der Kalorienverbrauch für eine Arbeit, wenn überhaupt, so nur um wenige Prozent erhöht. Wenn ein Mann eine leichte Arbeit bei hohen Hitzegraden auszuführen hat, so kann diese Arbeit sehr unangenehm sein, und dies muß sicher irgendwie berücksichtigt und auch entgolten werden. Das darf aber ernährungstechnisch nicht in Form der Zuerkennung der Schwerstarbeiter-eigenschaft geschehen, denn die erhöhten Nahrungsmittelrationen sollen ja keine Belohnung für irgendwelche unangenehme Dinge sein, sondern sie sollen die Voraussetzungen schaffen, daß die geforderte Arbeit geleistet werden kann.

#### Leistung und Arbeitsbewertung

Die allgemeine Einführung eines Leistungslohnes warf die Frage auf, ob es möglich oder notwendig ist, die gesammelten Erfahrungen einer objektiven Arbeits-

beurteilung für die Arbeitsbewertung im Rahmen des Leistungslohnes nutzbar zu machen. Es erübrigt sich, hier auf den Sinn des Leistungslohngedankens und erst recht auf die praktischen Folgerungen, Vorteile und Schwierigkeiten einzugehen. Es scheint aber doch notwendig, den besonderen Ausführungen einige wenige grundsätzliche Bemerkungen vorzuschicken.

Die Arbeitsbewertung im Rahmen des Leistungslohnes will die Belastung des Arbeiters durch die Arbeit zum Wertmaßstab machen. Hierbei versucht man heute, durch die Verwendung eines unterteilten Schemas die subjektive Gesamtbeurteilung dadurch genauer zu gestalten, daß man die Belastung in einzelne Faktoren, Anforderungsarten oder Merkmale zerlegt. Die Beurteilung dieser einzelnen Anforderungsarten ist bisher rein subjektiv. Ein Urteil über die Größe einer Anforderung kann man nur fällen, wenn man sie zum mindesten gedanklich mit einem Menschen bestimmter Leistungsfähigkeit in Beziehung bringt. Man könnte also beurteilen, wie groß die Belastung für den jeweiligen Inhaber des betreffenden Arbeitsplatzes ist. Die Bewertung würde dann für den Menschen geringerer Leistungsfähigkeit größer ausfallen als für den leistungsfähigeren. Mit anderen Worten: Man würde auf diese Weise den Grad der „Anstrengung“ bewerten. Eine solche Bewertung würde nicht zu einem „Leistungslohn“, sondern zu einem „Anstrengungslohn“ führen, und der leistungsfähigere, also der kräftigere, der geschicktere oder intelligentere Mensch hätte keine Vorteile von diesen, ihn aus der Masse heraushebenden Eigenschaften; das aber soll ja gerade erreicht werden. Im Sinne des Leistungslohngedankens kann also ausschließlich die menschliche Leistung bewertet werden und nicht die Anstrengung, die zu dieser Leistung geführt hat. Der Lohn muß der gleiche sein, unabhängig davon, ob die gleiche Leistung durch erhöhte Anstrengung oder durch erhöhte Fähigkeiten erreicht worden ist.

#### Der Normalarbeiter

Für die praktische Bewertung ergibt sich hieraus, daß nicht bewertet werden darf, ob die Arbeit an den Mann, der sie zufällig gerade ausführt, hohe oder niedrige Anforderungen stellt; bewertet werden darf allein, welche Anforderungen die Arbeit grundsätzlich an den arbeitenden Menschen stellt. Da man aber nicht von Anforderungen sprechen kann, wenn man sich nicht einen Menschen vorstellt, an den diese Anforderungen gestellt werden, so wird mit Recht als Maßstab der Normalarbeiter zu dienen haben.

Hiermit wird die Frage aufgeworfen: Wer ist dieser „Normalarbeiter“? Wenn man den in jedem Betrieb sich ergebenden Durchschnitt zugrunde legt, würde das ausschließlich zu einer Lohngerechtigkeit innerhalb des Betriebes führen, nicht aber innerhalb einer ganzen Industrie oder, wie es der Leistungslohn schließlich erstrebt, innerhalb des gesamten Deutschen Reiches.

Dieses letzte Ziel des Leistungslohnes ist offenbar nur zu erreichen, wenn als Maßstab der einzelnen Anforderungsarten der „deutsche Normalarbeiter“ schlechthin gewählt wird. Ein solcher Normalarbeiter existiert in Wirklichkeit nicht, und niemand kann sich eine zur Arbeitsbewertung ausreichende Vorstellung davon machen, was für einen solchen fiktiven Normalmann die einzelnen Anforderungen bedeuten. Da dieser notwendige „Normalarbeiter“ nicht existiert, so muß man ihn schaffen, d. h. man muß die als maximal, groß, mittel und klein zu betrachtenden Belastungen zahlenmäßig festlegen. Das ist aber wiederum nur denkbar, wenn man die einzelnen Anforderungsarten objektiv messen und in entsprechende Wertskalen einreihen kann. Wenn man z. B. sagen kann, eine energetische Belastung von 5 000 Kalorien je Tag ist das Maximum dessen, was ein Mensch auf die Dauer leisten kann, so

ist damit, wenn man den Kalorienverbrauch als eine solche Anforderungsart ansehen will, für diesen einen Fall die Skala und die obere Belastungsgrenze gegeben.

#### Meßbarkeit der Anforderungsarten und ihre Gesamtbewertung

Ganz abgesehen von dieser grundsätzlichen Forderung ist die Meßbarkeit der einzelnen Anforderungsarten aber auch praktisch die einzige Möglichkeit, um Fehlurteile und persönliche Ansichten, die bekanntlich auseinandergehen können, in diesen wichtigen Fragen auszuschalten und wirklich die Gerechtigkeit herzustellen, die mit dem ganzen System angestrebt wird. Es erhebt sich somit die Frage: „Sind die einzelnen Anforderungsarten, in die nach den verschiedenen Vorschlägen die gesamte Arbeitsbelastung aufgeteilt werden soll, meßbar oder können sie meßbar gemacht werden?“ Wir müssen bekennen, daß wir von diesem Ziel noch weit entfernt sind. Für die Mehrzahl der Anforderungsarten haben wir keine Meßmöglichkeit. Wir haben nicht einmal Einheiten, nach denen wir etwa Aufmerksamkeit, Geschicklichkeit, geistige oder seelische Anforderungen bewerten können, und erst recht haben wir keine Meßverfahren, die so einfach sind, daß sie in einem Betrieb an Stelle einer Schätzung verwendet werden können. Trotzdem wäre es falsch, hier zu resignieren. Vielmehr ist in der Schaffung derartiger Meßverfahren die große und weitgehend lösbare Aufgabe zu sehen, die unsere Zeit der arbeitsphysiologischen und arbeitspsychologischen Forschung stellt.

Die scheinbare Schwierigkeit eines Meßverfahrens braucht dabei nicht unbedingt ein Hinderungsgrund für ihre Anwendung zu sein. Ist es doch gegenüber einer nur subjektiven Schätzung bereits ein großer Vorteil, wenn mit Hilfe eines zunächst noch verwickelten Verfahrens eine Reihe von Beispielen durchgemessen wird, nach denen eine subjektive Schätzung ausgerichtet werden kann. Es genügt dann, die tatsächliche Messung auf besonders schwierige oder strittige Fälle zu beschränken, während im praktischen Regelfalle das auf Grund früherer Messungen geschulte Urteil des Schätzers hinreichende Sicherheit bietet.

Scheint uns demnach ein grundsätzlicher Optimismus in bezug auf die Meßbarkeit der einzelnen Anforderungsarten berechtigt, so kann dies leider nicht für die Zusammenfassung verschiedener Anforderungsarten zu einem Gesamturteil gelten. Es wird kaum irgendeinen objektiven Maßstab geben, um etwa die richtige Wertgleichung zwischen körperlicher und geistiger Beanspruchung herzustellen. Es wird nur möglich sein, diese Fragen auf Grund zahlreicher Erfahrungen durch Übereinkunft festzulegen. Immerhin ist zu hoffen, daß auch diese Festlegung dadurch erleichtert wird, daß wenigstens für die einzelnen Anforderungsarten feste Wertmaßstäbe geschaffen werden.

#### Messung der körperlichen Beanspruchung

Es soll nunmehr versucht werden, für die Anforderungsart „körperliche Beanspruchung“ einen solchen, auf arbeitsphysiologischen Erkenntnissen beruhenden Wertmaßstab zu entwickeln und an diesem Beispiel zu zeigen, daß die praktische Durchführung solcher, zunächst sehr verwickelt erscheinender Systeme durchaus möglich, ja schließlich nicht einmal umständlicher ist als das heute geübte, rein subjektive Schätzungsverfahren.

#### Schwere der Arbeit und ermüdende Wirkung der Arbeit

Der Zweck der Ausführungen über den Kalorienverbrauch war nicht zuletzt der eines Hinweises auf diesen Wertmaßstab für die körperliche Arbeit. Unter

körperlicher Beanspruchung im Sinne der Arbeitsbewertung ist nun nicht das gleiche zu verstehen wie unter Arbeitsschwere. Es gibt körperliche Arbeiten, die hohe Anforderungen an den Arbeitenden stellen, die stark ermüdend sind und die trotzdem keine schwere Arbeit sind, weil der Kalorienverbrauch dabei nicht sonderlich hoch ist. Man kann also den Kalorienverbrauch wohl als ein Merkmal für die körperliche Arbeit einsetzen, man muß ihm aber noch ein zweites zugesellen, das den spezifischen Ermüdungswert der Arbeit kennzeichnet.

Physiologisch gesehen, kommt Muskelermüdung dann zustande, wenn die Durchblutung des Muskels im Verhältnis zu seinem Sauerstoffverbrauch gering ist. Das ist vor allem bei der sogenannten statischen oder Haltearbeit der Fall. Wenn die Muskeln sich in einer Dauerkontraktion befinden, so wird durch ihre Härte die Durchblutung der feinsten Haargefäße gedrosselt, der Muskel leidet unter Sauerstoffmangel und an Ueberladung mit Stoffwechselendprodukten, er fängt an zu schmerzen, seine Arbeitsfähigkeit sinkt. Ob eine Arbeit stark ermüdend ist, hängt daher in erster Linie davon ab, ob sie viel Dauerspannungen notwendig macht. Besteht nun die Möglichkeit, diese ermüdende Wirkung der Muskelarbeit zu messen? Es handelt sich dabei nicht um die unlösbare Aufgabe einer Ermüdungsmessung schlechthin, sondern lediglich um die für die Bewertung der körperlichen Arbeit wichtige Frage, ob eine Messung der ermüdenden Wirkung der körperlichen Arbeit möglich ist.

#### Messung der ermüdenden Wirkung der Arbeit

Professor E. A. Müller fand im Kaiser-Wilhelm-Institut für Arbeitsphysiologie folgenden Weg: Bei jeder körperlichen Arbeit steigt die Schlagfrequenz des Herzens. Im allgemeinen steigt sie ziemlich genau entsprechend dem Sauerstoffverbrauch, also auch dem Energieverbrauch. Wird jedoch die Durchblutung durch den arbeitenden Muskel schlecht wie bei statischer Arbeit, so fängt das Herz an, schneller zu schlagen, als dem Sauerstoffverbrauch entspricht. Es versucht gewissermaßen, durch die verengten Gefäße dem Muskel doch noch genügend Blut zuzuführen. Also muß das Verhältnis zwischen Herzfrequenz und Sauerstoffverbrauch ein Maß für die ermüdende Wirkung der Arbeit sein.

Allerdings empfiehlt es sich, nicht das Verhältnis der absoluten Zahlen zu nehmen, sondern das Verhältnis zwischen der Pulsfrequenz und dem mit einer Konstanten multiplizierten Logarithmus des Energieverbrauchs. Dieser so berechnete Pulsquotient bleibt, wie Versuche zeigten, gleich, wenn eine Arbeit von geringer Schwere bis zur maximalen gesteigert wird, der Gehalt an statischer, ermüdender Arbeit aber derselbe bleibt. Der Pulsquotient ist also ein Maß, das, unabhängig von der Schwere der Arbeit, deren ermüdende Wirkung kennzeichnet; und weil das der Fall ist, so ist er geeignet, in Verbindung mit dem Energieverbrauch die körperliche Belastung zu kennzeichnen.

Die Messungen, die durchgeführt werden müssen, um den Grad der körperlichen Belastung festzulegen, sind demnach:

1. Messung des Energieverbrauchs, die mit dem Gasuhr-Verfahren (*Bild 1*) verhältnismäßig einfach durchgeführt werden kann.
2. Messung der Pulsfrequenz bei der Arbeit.

Die letztere Aufgabe ist schwieriger, als man zunächst glauben möchte. Da eine Zählung des Pulses während der Arbeit selbst vorgenommen werden muß, und die Arbeit nicht beeinträchtigt werden darf, war es notwendig, ein besonderes Gerät zu entwickeln, das die Zählung während der Arbeit möglich macht.

Das Licht eines kleinen Lämpchens scheint durch das Ohrläppchen auf eine kleine Photozelle (*Bild 2*

und 3). Die Blutfülle des Ohrfläppchens und damit auch das die Photozelle treffende

Licht schwankt entsprechend den einzelnen Pulsen. Es brauchen also nur fortlaufend die Stromschwankungen der Photozelle registriert zu werden, um den Puls mit diesem sehr kleinen, den Arbeiter nicht belästigenden Meßgerät messen zu können.



Bild 2. Pulszähler am Ohrfläppchen befestigt.

**Wertskala für die Schwere der Arbeit und ihre ermüdende Wirkung**

Für den praktischen Gebrauch wird der höchste, bei der Arbeit vorkommende Pulsquotient der Wertstufe 10 gleichgesetzt. Die Wertstufe 10 entspricht also der maximal vorkommenden ermüdenden Wirkung.

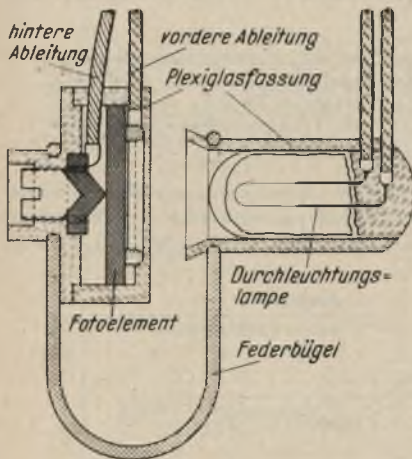


Bild 3. Pulszähler mit Lämpchen und Photozelle.

Für den Energieverbrauch als Maßstab für die Schwere der Arbeit gelangt man ebenfalls zu einer 10stufigen Skala auf Grund folgender Ueberslegung: Da ein erheblicher Teil der Arbeit stets am eigenen Körper geleistet wird, ist eine Berechnung in Kalorien für unsere Zwecke unvorteilhaft.

Man drückt daher die Schwere der Arbeit in Viel-

fachen des Ruheverbrauches aus, wobei der höchste Energieverbrauch, der eine gewisse Zeit, aber keineswegs die ganze Arbeitszeit hindurch, bestehen kann, neben dem Ruheverbrauch selbst etwa noch einmal das 10fache ausmacht. Der 10fache Ruheverbrauch ist also das Maximum für kurz dauernde Arbeit. Das Maximum für die ganze Arbeitszeit, also unter Einrechnung von Pausen, liegt in bezug auf die Arbeitsschwere wie auf den Ermüdungswert bei 5, während völlige Ruhe bei diesen Skalen dem Wert 0 entspricht.

Es bleibt also nunmehr noch die Aufgabe, aus dem Ermüdungswert (E) und dem Schwerewert (S) den Gesamtwert für die körperliche Belastung zu errechnen. Grundsätzlich besteht zwischen beiden eine additive Verknüpfung. Andererseits kann aber eine maximale Arbeitsschwere niemals mit einer maximalen ermüdenden Wirkung zusammen auftreten. So wird man sagen müssen, daß eine gewisse ermüdende Wirkung neben einer bestimmten Arbeitsschwere die Gesamtbelastung nicht so stark beeinflusst, wie das bei einer Addition zum Ausdruck kommt. Es erscheint daher der Versuch gerechtfertigt, als Gesamtbelastung, die damit in einer 5teiligen Skala ausgedrückt ist, die um 1 verkleinerte Summe des Schwere- und Ermüdungswertes zu verwenden.

**Anwendung auf die Praxis**

Bei dieser Beschreibung des Verfahrens kann es nicht ausbleiben, daß dieses recht umständlich und daher für die Praxis unbrauchbar erscheint. Das ist aber nur scheinbar so. Wie schon erwähnt, ist es ja nicht notwendig, jeden einzelnen Fall zu messen. Es genügt, Richtbeispiele vor Augen zu haben, bei denen Messungen durchgeführt worden sind.

Was wird also die Aufgabe des praktischen Schätzers sein? Er braucht weder von Energieverbrauch, noch von Pulsquotient etwas zu wissen. Klar sein muß ihm nur der Unterschied zwischen Arbeitsschwere und ermüdender Wirkung. Arbeitsschwere (S) ist bedingt durch Lasten und Bewegung, ermüdende Wirkung (E) durch Haltarbeit. Für eine Einzelverrichtung ist das Maximum für S und E gleich 10, für eine Arbeitsschicht von 8 h gleich 5. An den Beispielen, die dem Schätzer in Tafelform in die Hand gegeben werden, kann er sich schulen, um ein Gefühl für die einzelnen Stufen der Arbeitsschwere und der ermüdenden Wirkung zu bekommen.

Bei der praktischen Schätzung geht er so vor, daß er zunächst eine Zeitstudie über den ganzen Tag macht, um festzustellen, wie groß der Anteil an Zeiten (Z) der Tätigkeit und Untätigkeit bei den einzelnen Arbeitsverrichtungen ist. Dann werden die S- und E-Werte der Arbeitsverrichtungen geschätzt und mit dem zugehörigen Zeitwert (z) multipliziert (s. Zahlentafel I).

Zahlentafel I. Berechnungsschema zur Bewertung der körperlichen Arbeit

| Beruf          | Tätigkeit    | Z    | S | E  | S <sub>z</sub> | E <sub>z</sub> | K |
|----------------|--------------|------|---|----|----------------|----------------|---|
| Blockputzer    | Hammerarbeit | 0,25 | 4 | 7  | 1,0            | 1,8            | 5 |
|                | Nebenarbeit  | 0,65 | 3 | 2  | 2,0            | 1,3            |   |
|                | Pause        | 0,10 | 0 | 0  | —              | —              |   |
| Walzer         | Arbeit       | 0,70 | 3 | 3  | 3,0            | 3,1            | 3 |
|                | Pause        | 0,30 | 0 | 0  | —              | —              |   |
| Ofenmann       | Ofenarbeit   | 0,20 | 6 | 4  | 2,1            | 2,1            | 1 |
|                | Pause        | 0,30 | 0 | 0  | 1,2            | 0,8            |   |
|                | Ablösung     | 0,50 | 0 | 0  | —              | —              |   |
| Platinenträger | Tragen       | 0,16 | 8 | 10 | 1,3            | 1,6            | 5 |
|                | Nebenarbeit  | 0,30 | 2 | 1  | 0,6            | 0,3            |   |
|                | Vorlegen     | 0,44 | 3 | 2  | 1,3            | 0,9            |   |
|                | Pause        | 0,10 | 0 | 0  | —              | —              |   |
|                |              |      |   |    | 3,2            | 2,8            |   |

Hieraus ergeben sich die S<sub>z</sub>- und E<sub>z</sub>-Werte, aus denen nach der Formel

$$K = S_z + E_z - 1$$

die körperliche Belastung (K) berechnet wird.

Die Frage, ob es möglich ist, den Schätzer so zu schulen, daß die Schätzungen eine genügende Sicherheit erreichen, läßt sich auf Grund der vorliegenden Erfahrungen durchaus bejahen. Selbst bei Schätzern, die dieses System erst seit kurzer Zeit kennengelernt haben, ergaben sich bei der Beurteilung eines Arbeitsvorganges nur selten Unterschiede, die größer als eine Wertstufe waren.

In einem Hüttenwerk zeigten sich bei den Schätzungen nach unserem Schema immer dann niedrigere Werte für die körperliche Beanspruchung als nach der bisher geübten, freien Schätzung, wenn die Arbeit bei starker Hitzebelastung durchgeführt wurde. Die Hitzebelastung wird besonders gewertet, darf also in der Bewertung der körperlichen Arbeit nicht zum Ausdruck kommen. Der Fehler wurde erkannt, sobald die Schätzung nach objektiven Maßstäben erfolgte.

**Ausblick**

Das zur Bewertung der körperlichen Arbeit entwickelte Verfahren braucht noch keine endgültige Lösung zu sein; es ist im Gegenteil notwendig, die Vor-

schläge den zu machenden praktischen Erfahrungen in dem einen oder anderen Punkte anzupassen. Worauf es ankam, war vielmehr, die grundsätzliche Möglichkeit eines Weges zu zeigen, auf dem man vorgehen kann, um allmählich von einer rein subjektiven zu einer objektiv fundierten Arbeitsbewertung zu gelangen. Die benutzbaren Vorarbeiten waren für die Beurteilung der körperlichen Beanspruchung wohl am weitesten gediehen, darum wurde dieser Punkt zuerst bearbeitet. Eine Bearbeitung ohne grundsätzliche Schwierigkeiten wird auch für die Belastung durch äußere Faktoren, wie Hitze und Kälte, möglich sein. Aber auch in bezug auf Aufmerksamkeit und geistige Beanspruchung bestehen gewisse Vorarbeiten, die wenigstens schon die Richtung erkennen lassen, in der vorgegangen werden kann.

#### Zusammenfassung

Im ersten Teil der Arbeit wird der Zusammenhang zwischen Leistung und Ernährung geschildert. Hierbei wird auf die Möglichkeit der Messung des Kalorienverbrauchs und dessen Verwendung als Maßstab für die Schwere der Arbeit eingegangen. Bei der leistungsgerechten Entlohnung dient die Arbeitsbewertung mit Hilfe eines analytischen Verfahrens als Ausgangspunkt.

wobei ein Normalarbeiter zugrunde gelegt wird. Um von einer subjektiven zu einer objektiven Anwendung des Verfahrens zu gelangen, müssen die Anforderungsarten in einzelnen gemessen werden können. Hierbei ist die Zusammenfügung der Meßwerte zu einer Gesamtbewertung ein weiteres Problem.

Der zweite Teil der Arbeit befaßt sich mit den Möglichkeiten der Messung der körperlichen Beanspruchung, die sich zusammensetzt aus der Schwere der körperlichen Arbeit und der ermüdenden Wirkung der Arbeit. Die neuerdings vorhandenen Möglichkeiten der Messung dieser beiden Komponenten werden beschrieben. Anschließend wird eine Wertskala aufgestellt, die die Schwere der Arbeit und ihre ermüdende Wirkung in einem Zehnersystem auszudrücken gestattet. Die Erfahrungen, die mit der Anwendung dieses Verfahrens in der Praxis gemacht worden sind, zeigen die Anwendbarkeit, wobei es nicht darauf ankommt, die relativ umständlichen Messungen durchzuführen, sondern an Hand einer Skala gemessener Werte den Einzelfall der Praxis zu schätzen. Die auf dem Wege der Schätzung erzielten Ergebnisse berechtigen zu guten Hoffnungen, die auch auf die übrigen Anforderungsarten, die bei der Arbeitsbewertung auftreten, ausgedehnt werden.

## Die Herstellung von Phosphatschlacken beim Roheisen-Erz-Verfahren

Von Alfred Rotter

(Vergleich der Ergebnisse zweier unabhängig voneinander arbeitender Laboratorien bei der Untersuchung der Gesamt-Phosphorsäure und der zitronensäurelöslichen Phosphorsäure. Vergleich der Ergebnisse von zwei Analyseverfahren. Seigerungen an Schlackenklötzen. Lage der Schlacken beim Roheisen-Erz-Verfahren, Thomas- und Hoesch-Verfahren im  $\text{CaO-SiO}_2\text{-P}_2\text{O}_5$ -Schaubild. Einfluß des  $\text{CaO-SiO}_2$ -Verhältnisses und der Frischerzschlacke auf die Zitronensäurelöslichkeit. Aufkieselungsversuche. Einfluß des freien Kalkes.)

In einer Veröffentlichung von G. Trömel<sup>1)</sup> über die Erstarrung der Thomaschlacken und den Einfluß des Gefüges auf die Lösungsgeschwindigkeit wird gesagt, daß die Phosphatschlacken der Roheisen-Erz-Verfahren in ihrer Zusammensetzung von den Thomaschlacken abweichen und anderen Gleichgewichtsverhältnissen unterliegen, die weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Die bisherigen Arbeiten über die Löslichkeit der Thomas- und Hoesch-Schlacken gaben Veranlassung zu Vergleichen mit den beim Roheisen-Erz-Verfahren anfallenden Schlacken und führten zu Erkenntnissen, die zur Klärung der Zusammenhänge beitragen können.

So wie beim Thomasverfahren stehen auch beim Roheisen-Erz-Verfahren folgende Mittel zur Aufbesserung der Schlacken zur Verfügung: Erhöhung der Phosphorsäure durch entsprechend hohe Phosphorgehalte im Roheisen, Aufkieselung, Abstumpfung freier Kalkgehalte und Maßnahmen zur rascheren Abkühlung und Feinmahlung. Erschwerend sind beim Roheisen-Erz-Verfahren die Auswirkungen des Frischerzes auf Phosphorsäuregehalt und Löslichkeit. Die hier anfallenden Schlacken unterliegen wegen der längeren Einwirkungsdauer stärker den Einflüssen des Einsatzes. Die an sich höheren Kieselsäuregehalte zwingen zu vorsichtiger Zugabe von Kieselsäureträgern, um keine schädigende Wirkung zu erzielen.

Da früher bei der Schlackenerzeugung wiederholt widersprechende Ergebnisse erhalten worden waren, wurden Schlacken in zwei voneinander unabhängigen Laboratorien nach dem gleichen Untersuchungsverfahren auf Phosphorsäure und deren löslichen Teil untersucht. Die Schlacken wurden aus Schmelzversuchen mit verschiedenen Erzsorten genommen, um die Phosphorsäuregehalte und deren Löslichkeiten möglichst unterschiedlich zu halten.

In Bild 1 sind die Unterschiede in den Ergebnissen der beiden Laboratorien bei der Gesamtphosphorsäure

in der Bad-, Klotz- und Mehlprobe dargestellt. Bei den Schlacken mit hohen Gehalten schwankt die Phosphorsäure bis 1,47 % und bei den übrigen bis 0,6 %, und

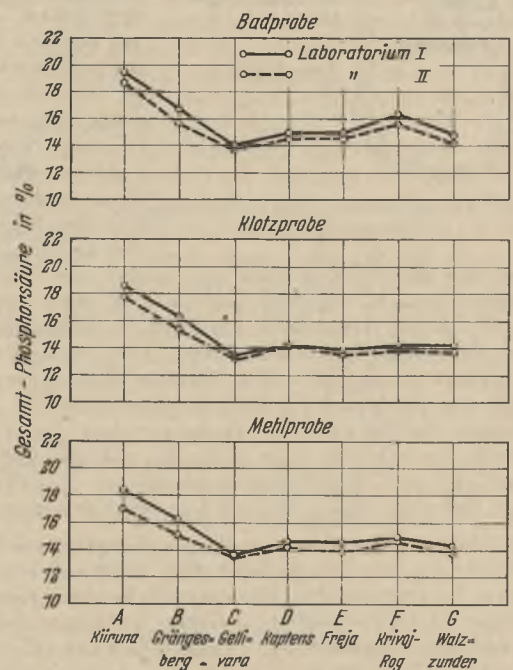


Bild 1. Gegenüberstellung der Gesamtphosphorsäure aus Laboratorium I und II.

zwar stets in einer Richtung. In Bild 2 sind die Gehalte an zitronensäurelöslicher Phosphorsäure eingetragen und Unterschiede bis 1,09 % festgestellt. Die daraus errechneten Zitronensäurelöslichkeiten schwanken bis 4,0 %. Bei den mit Freja-Erz hergestellten Schlacken wurde die beste Löslichkeit erzielt.

<sup>1)</sup> Stahl u. Eisen 63 (1943) S. 21/30 (Stahlw.-Aussch. 406).



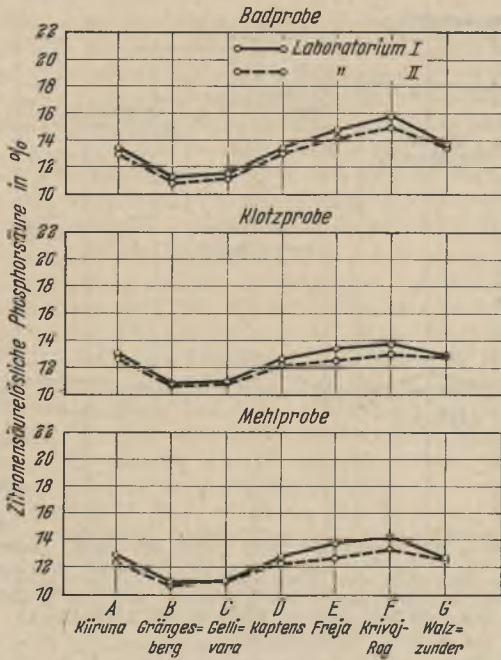


Bild 2. Gegenüberstellung der zitronensäurelöslichen Phosphorsäure aus Laboratorium I und II.

Zur Bestimmung des Einflusses rascher Abkühlung auf die Löslichkeit wurden vom Roheisen-Erz-Verfahren Schlacken laufend aus dem Schlackenstrahl, der die Ofenrinne verläßt, Proben gezogen und rasch im Eisenlöfel oder langsam in einem geheizten Schamotte-

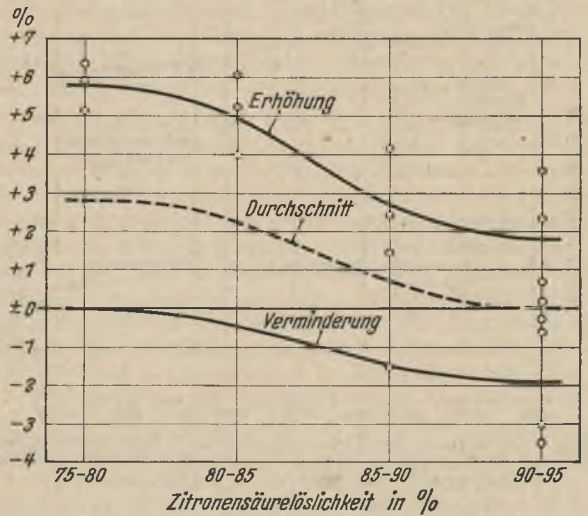


Bild 4. Veränderung der Zitronensäurelöslichkeit bei rascher Abkühlung.

Der Einfluß des Analysenverfahrens ist bei einer Probenahme, die Seigerungen in der Probe möglichst ausschließt, bei einem Versuch ermittelt worden (Bild 3), bei dem Proben in Zeitabständen von 2 min während des Füllens dreier Schlackenwagen gezogen wurden. Er brachte bei allen drei Klötzen ziemlichliche Eindeutigkeit bei der zitronensäurelöslichen Phosphorsäure, während die Werte für die Gesamtphosphor-

behälter abgekühlt. Die Veränderung der Löslichkeit ist von der ursprünglichen Höhenlage abhängig (Bild 4), kann bei Schlacken mit 75 bis 80 % Löslichkeit um nahezu 3 % ansteigen und nimmt bei höherem Hundertsatz entsprechend ab. Damit erklären sich die Unterschiede zwischen den Ofenproben und den Proben aus den langsamer erstarrenden Schlackenklötzen. Granulationsversuche bei zwei Versuchsreihen mit 16 und 30 Schlackenproben mit rund 92 % Zitronensäurelöslichkeit ergaben eine Löslichkeitszunahme von durchschnittlich 3,1 und 2,2 % gegenüber der üblichen, rasch abgekühlten Ofenprobe.

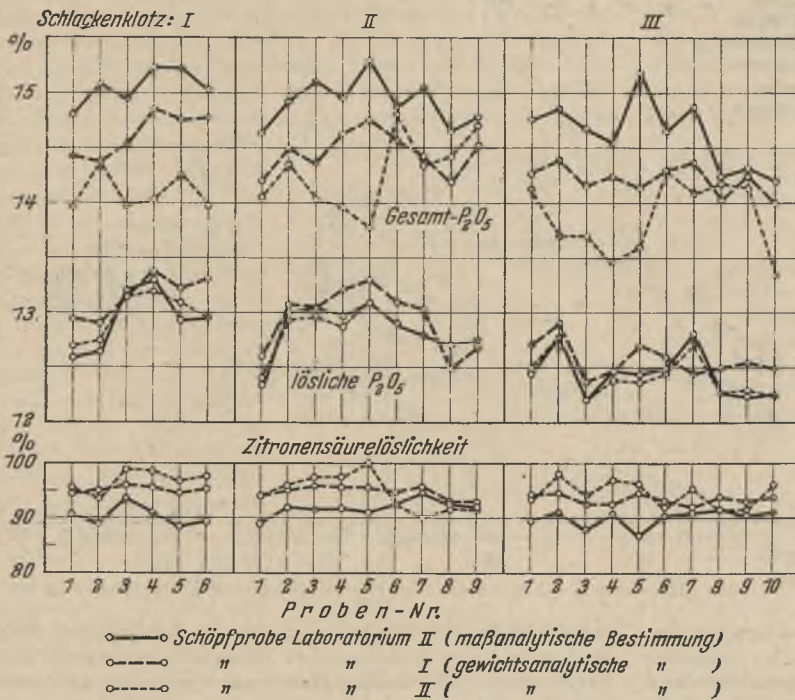


Bild 3. Vergleich der Ergebnisse von zwei Analysenverfahren an drei Schlackenklötzen.

säure sehr stark streuen. Dem gleichmäßigeren Linienzug der Gesamtphosphorsäure des Laboratoriums I steht der schwankende Verlauf der Analysen des Laboratoriums II, und zwar sowohl bei den maßanalytischen als auch gewichtsanalytischen Bestimmungsverfahren gegenüber. Die Unterschiede betragen bei den Löslichkeiten bis zu 7,9 % und zwischen den beiden Verfahren 9 %.

Inwieweit auch trotz der ausgeprägten Seigerungen Schlackenklötze für die Probenahme herangezogen werden können, sollte durch eine Untersuchung von je drei Klötzen aus zwei Schmelzen festgestellt werden. Sie wurden hintereinander abgegossen und nach dem Erkalten derart Proben entnommen, daß jeder Kuchen senkrecht in drei gleich schwere Teile und jeder dieser Teile in ein Ring- und Kernstück zerlegt wurde.

Beim ersten Versuch (Bild 5) seigert die Phosphorsäure im Kern des ersten Klotzes sehr stark. Gegenüber der Durchschnitts-Mehlanalyse beträgt die Seigerung oben + 4,2 %, in der Mitte - 8 und unten - 12,6 %; im zweiten Klotz oben + 2,0 und unten - 15,6 %. Der dritte Klotz zeigt einen niedrigeren Phosphorsäuregehalt, aber keine nennenswerte Seigerung. Dies kann mit dem rascheren Abguß der ersten beiden Klötze und der vorsichtigen Füllung des dritten Wagens zur Vermeidung von Eisenverlusten erklärt werden. Die Löslichkeiten folgen im großen und ganzen den Gehalten an Gesamtphosphorsäure.

Beim zweiten Versuch (Bild 6) ist die Seigerung der Gesamtphosphorsäure unwesentlich, hingegen in der Klotzmitte eine Erhöhung der Löslichkeit festzustellen. Die verschiedenen Ergebnisse deuten auf den Einfluß von Temperatur, Flüssigkeitsgrad, Abgußgeschwindigkeit und Gasgehalt der Schlacke. Die

Unterschiede in der Löslichkeit sind kein Beweis gegen die Erhöhung der Löslichkeit durch rasche Abkühlung, weil beim Erkalten großer Schlackenmassen Seigerun-

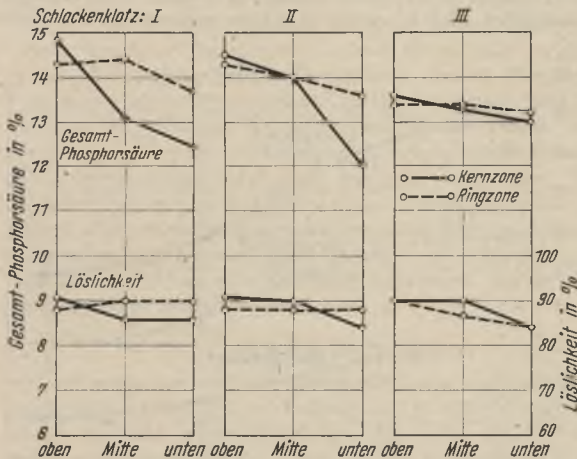


Bild 5. Seigerung der Phosphorsäure in 3 Schlackenklötzen. (Versuch 1. Schlackendurchschnittsanalyse: 14,23 % Gesamt-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 12,47 % lösliche P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 87,6 % Löslichkeit.)

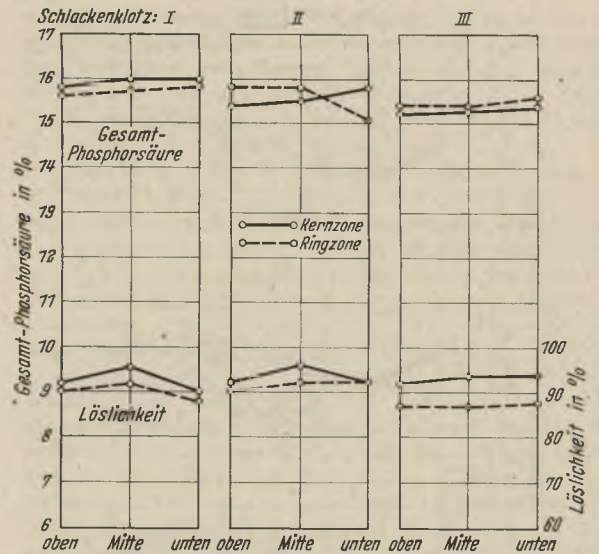


Bild 6. Seigerung der Phosphorsäure in 3 Schlackenklötzen. (Versuch 2. Schlackendurchschnittsanalyse: 15,52 % Gesamt-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 13,78 % lösliche P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 88,8 % Löslichkeit.)

gen auftreten, die auch die Höhe des löslichen Anteiles der Gesamtphosphorsäure beeinflussen. Es ist daher nötig, Schlackenuntersuchungen möglichst in kleinen Probenmengen, die rasch erstarren, vorzunehmen, oder an Klötzen, wenn sie einzeln zu Mehl vermahlen werden können.

In der Veröffentlichung von G. Trömel<sup>1)</sup> sind die Zusammenhänge zwischen dem Dreistoffsystem CaO—SiO<sub>2</sub>—P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und der Thomas-schlackenlöslichkeit erörtert worden. Im Vergleich mit den Roheisen-Erz-Verfahren-Schlacken wird auch die Frage aufgeworfen, warum diese mit ihrem an sich höheren Silizierungsgrad in der Löslichkeit den Thomasschlacken nachstehen. Dies gilt namentlich für die von H. Schneiderhöhn<sup>2)</sup> untersuchten Hoesch-Verfahren-Schlacken, deren auffallend niedrige Löslichkeiten mit unvollkommener Silikokarnitbildung erklärt werden. Die Verwandtschaft der Hoesch-Schlacken mit den Roheisen-Erz-Verfahren-Schlacken — der Unterschied besteht, verfahrensmäßig gesehen, darin, daß beim Hoesch-Verfahren im Vorofen weniger Kalk und Erz und mehr Roheisen gesetzt wird — führte auch zu einem Vergleich der Löslichkeiten der Thomas- und Roheisen-Erz-Verfahren-Schlacke im Dreistoffsystem.

eisen-, Erz- und Kalksätzen entstehen und vom Schmelzungsverlauf abhängen. Ihre Lage im kieselsäurereichen Gebiet bringt keine Verbesserung der Löslichkeit, weder im Vergleich zur Thomasschlacke, noch innerhalb der Punktgruppe selbst, obwohl durch die höheren Erstarrungstemperaturen und die bei höheren Temperaturen beendete Kristallisation günstigere Erstarrungsbedingungen für Feinkornbildung und Löslichkeitsverbesserung gegeben sind. Während die Tho-

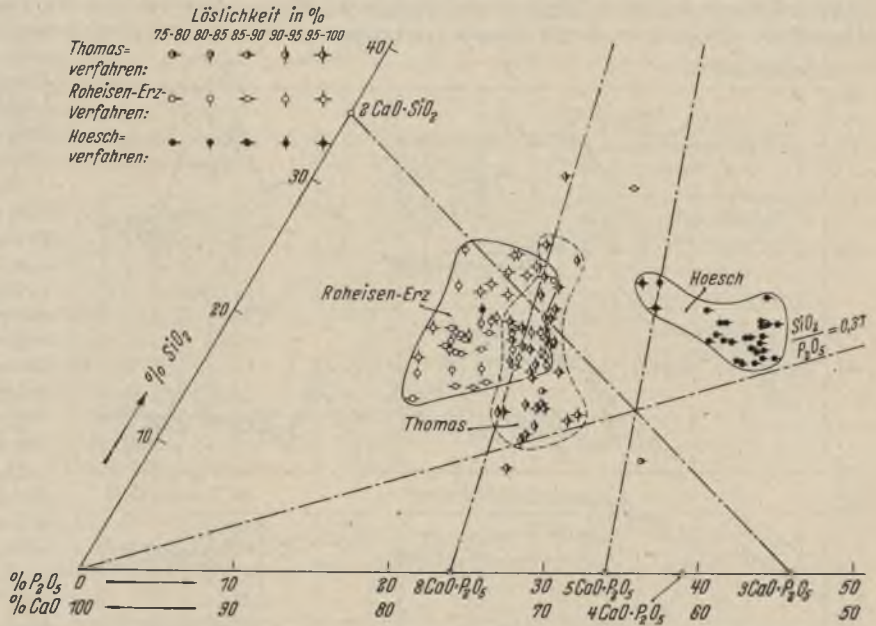


Bild 7. Thomas-, Roheisen-Erz-Verfahren- und Hoesch-Schlacken im ternären System.

In Bild 7 wurden die drei Schlackenarten in der Kalkecke des Systems CaO—SiO<sub>2</sub>—P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> einander gegenübergestellt. Während die Thomasschlacken innerhalb der Grenzen 8 CaO : 1 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und 5 CaO : 1 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und der Linie des Silizierungsfaktors SiO<sub>2</sub>/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> > 0,31 durchweg hoch löslich sind, liegen die Roheisen-Erz-Verfahren-Schlacken in einem kieselsäurereichen Gebiet über 8 CaO · P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> hinaus. Die mehr zerstreut liegende Punktgruppe ist durch die größeren Unterschiede im Kalk-Kieselsäure-Gehalt bedingt, die zwangsläufig aus den in gewissen Grenzen schwankenden Roh-

masschlacke durchschnittlich 94 % Löslichkeit hat, sind es bei den Roheisen-Erz-Verfahren-Schlacken nur durchschnittlich 91 %. Dabei ist nicht anzunehmen, daß grundsätzlich andere Gleichgewichtsbedingungen herrschen, weil beide Schlacken in bezug auf den Schnitt 3 CaO · P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 2 CaO · SiO<sub>2</sub> gleichgelegen und nur durch einen höheren Kalk- und Kieselsäuregehalt gekennzeichnet sind.

Abseits von diesem Schnitt liegt gegen die Phosphorecke die Punktgruppe der erwähnten Hoesch-Verfahren-Schlacken, und zwar von einer Schmelze mit 13 unfertigen und zwei fertigen Vorofenschlacken mit durchweg schlechter Löslichkeit, einer Schmelze mit 11 unfertigen und zwei fertigen Vorofenschlacken mit eben-

<sup>2)</sup> Arch. Eisenhüttenw. 5 (1931/32) S. 12 (Stahlw.-Aussch. 209).

falls schlechter Löslichkeit, einer Schmelze mit einer Schöpfprobe mit schlechter Löslichkeit und zwei Klotzproben guter Löslichkeit. Die Schmelzen mit Flußspatzsatz blieben unberücksichtigt. Die geschlossene Punktgruppe hat demgemäß nur Löslichkeiten von 28 bis 84 %; von den vereinzelt liegenden Punkten mit hoher Löslichkeit stammen zwei vom Beginn der ersten der beiden unfertigen Vorofenschmelzen und zwei aus den Klotzproben der dritten im Schmelzungsverlauf nicht näher untersuchten Schmelze.

Diese Stellung der Hoesch-Schlacken im Gesamtbild ergibt sich aus dem den Hoesch-Schlacken kennzeichnenden hohen Phosphorgehalt der Vorofenschlacken und aus dem dadurch bedingten niedrigen Kalk-Kieselsäure-Verhältnis. Ihre niedrige Löslichkeit könnte daher mit besonderen, von den Thomasschlacken verschiedenen Gleichgewichtsbedingungen im Dreistoffsystem erklärt werden, was allerdings bedeuten würde, daß Hoesch-Schlacken grundsätzlich nur mit verminderter Löslichkeit hergestellt werden können. Demgegenüber steht die Erfahrung, auch beim Hoesch-Einsatz normal lösliche Schlacken zu erzeugen; denn sie unterscheiden sich vom üblichen Roheisenverfahren nicht so grundsätzlich, als daß im Großbetrieb des Roheisen-Erz-Verfahrens nicht wiederholt Schmelzen gleicher Art hergestellt werden müßten, ohne auf normale Löslichkeiten verzichten zu können. Einen Beitrag zur Klärung gibt O. Schweitzer<sup>3)</sup> in dem Hinweis, als bestes Frischerz für die Hoesch-Schmelzungen Kiruna-„D“-Erz mit 3 % P anzuwenden. Eingebachter Apatit oder Fluorgehalt würde maßgeblich die Schlacke entwerten.

Mit Rücksicht auf die Schlußfolgerungen, die aus der Lage der Hoesch-Schlacken im Dreistoffsystem gezogen werden können, soll in Anlehnung an die bisherigen Veröffentlichungen auf die Beziehungen zwischen Löslichkeit und dem Kalk-Kieselsäure-Verhältnis näher eingegangen werden. Bild 8 zeigt den Einfluß des Kalk-Phosphorsäure-Verhältnisses auf die Löslichkeit der Thomasschlacken, des Roheisen-Erz-Verfahrens- und Hoesch-Schlacke. Während die Thomasschlacken ein engumgrenztes, an die Silikokarnottlinie anliegendes Gebiet mit Löslichkeiten von 90 bis 100 % einnehmen, liegen die normalen Roheisen-Erz-Verfahren-Schlacken aus dem Kippfen in dem an sich überkalkten Gebiet mit Löslichkeiten zwischen 85 und 100 %, und zwar fallend mit ansteigendem Kalkfaktor. Durch die Aufkieselung wird ein Zusammendrängen der Punkte gegen die Silikokarnottlinie hervorgerufen, ohne im wesentlichen das Bild zu verändern. Links, im unterkalkten Gebiet, liegen die in der Mehrzahl

schlecht löslichen Hoesch-Schlacken. Nur vier zeigen gute Löslichkeiten, darunter die zwei aus den Klotzproben, deren Schmelzungen nicht näher beschrieben sind, und zwei vom Beginn der Schmelze mit noch niedrigem Phosphorgehalt der Schlacke und nicht gelöstem Erz oder Fluor-Apatit. Daraus ergibt sich ein hohes Kalk-Phosphorsäure-Verhältnis und eine hohe Löslichkeit. Im gleichen Bereiche liegen die Reaktionsschlacken des Roheisen-Erz-Verfahrens, das sind die durch das plötzliche Lösen des Erzes aus dem

Kippfen austretenden Schlacken bei noch nicht voll erreichter Schlackenmenge. Bei diesen wirkt sich die Konzentration des Fluors verstärkt schädlich aus. In der gleichen Punktgruppe liegen auch die Rohphosphate Kola, M'Zaita und Kala Djerda. Schließlich sei auf die Schaumschlacken beim Roheisen-Erz-Verfahren verwiesen, die bei allmählicher Lösung des Frischerzes entstanden sind. Diese weisen niedrigere und übliche Löslichkeiten auch im unterkalkten Gebiet auf.

Der Einfluß des Fluors darf auch bei den phosphorarmen Magneteisenerzen nicht unterschätzt werden. In Bild 9 ist je für den Zeitraum eines Monats im Großbetrieb die Zusammensetzung des Frischerzzusatzes, gesichtet nach den niedrig phosphorhaltigen Erzen wie Freja, Kaptens und Krivoj-Rog mit höchstens 0,3 % P und den höherprozentigen wie Gellivare „D“ und Grängesberg mit 0,9 % P, der durchschnittlichen Löslichkeit der gemahlene Phosphatschlacke gegenübergestellt. Bei einem Anteil von nur 36 % Gellivare „D“ vom Gesamterz sank die Löslichkeit um 4,8 %.

In Bild 10 ist die Löslichkeit der drei Schlackenarten dem Silizierungsverhältnis  $\text{SiO}_2/\text{P}_2\text{O}_5$  gegenübergestellt. Ebenso ist die Kurve von Dunkel für den Silizierungsfaktor 0,315 für die Thomasschlacken eingetragen, in die sich die übrigen Schlacken nicht annähernd einordnen; denn die Lage der Roheisen-Erz-Verfahren-Schlacken wird gegenüber den Thomasschlacken durch das größere  $\text{SiO}_2/\text{P}_2\text{O}_5$ -Verhältnis, das zwischen 0,65 und 1,0 liegt, und die größeren Schwankungen in der Löslichkeit, hervorgerufen durch den Erzeinfluß, bestimmt. Die Unterschiede erscheinen noch stärker bei den Hoesch-Schlacken, wo bei niedrigerem  $\text{SiO}_2/\text{P}_2\text{O}_5$ -Verhältnis, also hohem Phosphorsäuregehalt, die Löslichkeit am stärksten durch das Erz beeinträchtigt wird. Das gleiche gilt für die Reaktionsschlacken des Roheisen-Erz-Verfahrens. Für die vereinzelt zwischen 90 und 100 % Löslichkeit liegenden Hoesch-Schlacken sind auch hier die besonderen Umstände durch den Erzeinfluß zu berücksichtigen. Bei den Rohphosphaten bleibt auch ein günstiges  $\text{SiO}_2/\text{P}_2\text{O}_5$ -Verhältnis ohne Wirkung auf die Löslichkeit. Ihre

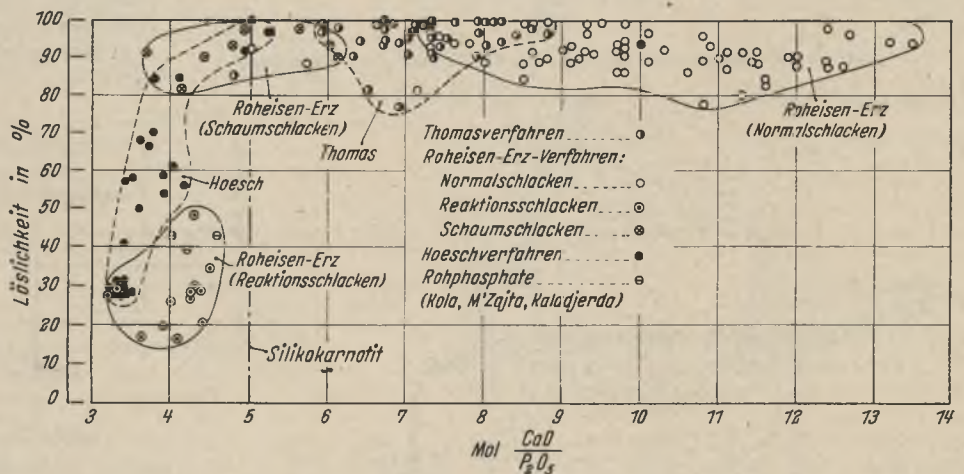


Bild 8. Einfluß des Kalk-Phosphorsäure-Verhältnisses auf die Zitronensäurelöslichkeit

Einbeziehung in den Vergleich ist durch ihre ähnliche chemische Zusammensetzung und die Möglichkeit, sie durch Alkalien, Sand und hohe Temperaturen in den löslichen Zustand versetzen zu können, begründet.

Die Beeinflussung der Herdofen-Phosphatschlacken durch den Frischerzzusatz gibt um so größeren Anreiz, den Unterschied gegenüber der Konverterschlacke durch Aufkieselung auszugleichen. Sie wurde im fließenden Schlackenstrahl der Ofenrinne und im Stahlfen unter Benutzung heißer Sandbehälter, wie in Bild 11 dargestellt, durchgeführt. In beiden Fällen

<sup>3)</sup> Stahl u. Eisen 43 (1923) S. 649/59 (Stahlw.-Aussch. 63).

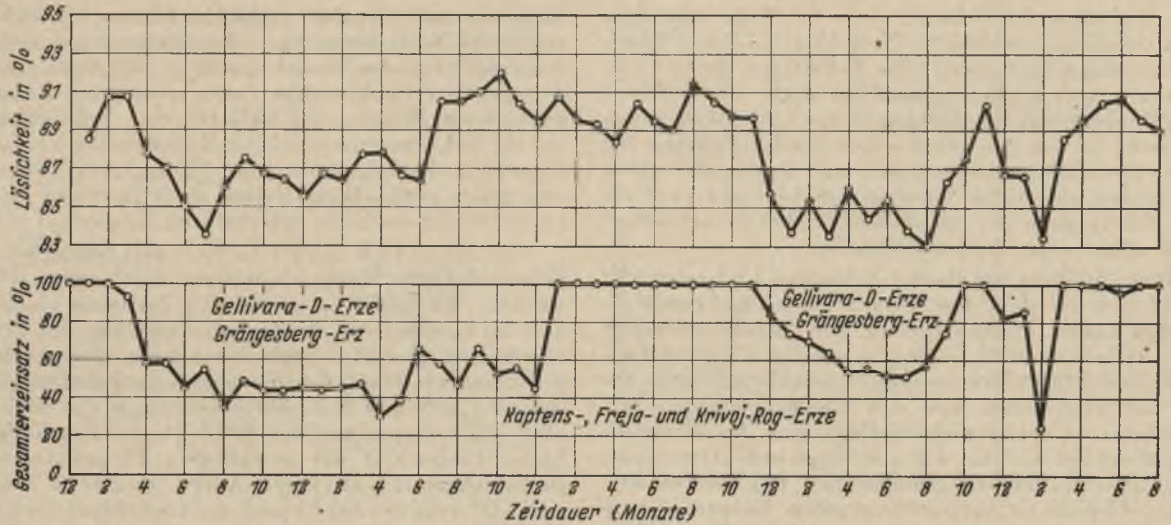


Bild 9. Einfluß der Frischerzsorte auf die Zitronensäurelöslichkeit.

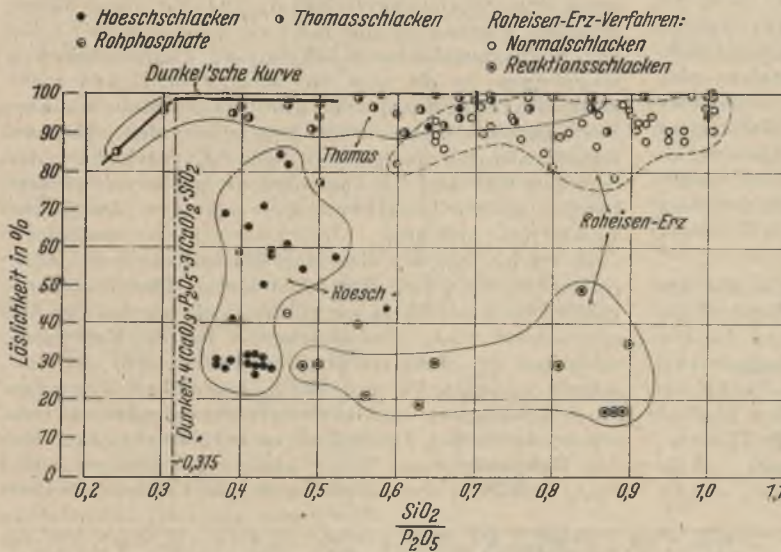


Bild 10. Kieselsäure-Phosphorsäure-Verhältnis und Löslichkeit.

Die Wiederholung bestätigte das Ergebnis und führte zu einer Sichtung nach Löslichkeitsgruppen (Bild 13). Der Erfolg wird um so geringer, je höher die primäre Löslichkeit ist, sein Höchstmaß liegt zwischen 85 und 90 % Löslichkeit.

Beim Zusatz im Ofen wird der Sand mit einem senkbaren wassergekühlten Rohr durch das Ofengewölbe knapp über der Schlacke während des Abziehens abgelassen und eine bessere Lösung im heißen Schlackenbad erwirkt. Gleichzeitig wird das Vertragen des Sandes durch die Ofenströmung vermindert. Es wurden 65 Schlacken weicher Schmelzen bei gleichbleibenden Erzverhältnissen in je 6 bis 8 min mit 5 bis 6 % Sand, vom Schlackengewicht im Wagen gerechnet, aufgekieselt, während zum Vergleich die zweite Ofenrinne ohne Zusatz benutzt wurde. Bild 14 zeigt die Unterteilung der Versuche nach dem Erfolg im Laboratorium I mit 69 % positiven, 12 % ergebnislosen und 19 %

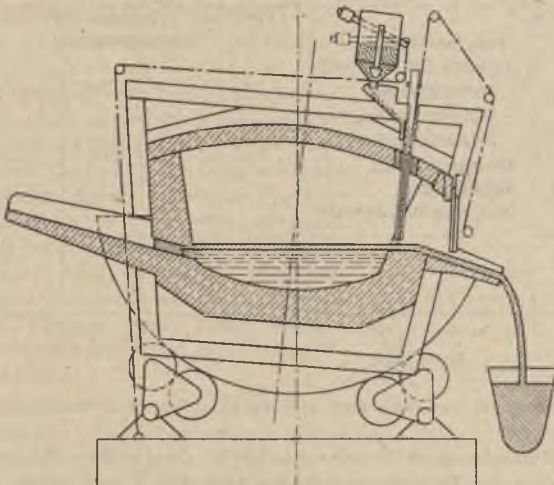


Bild 11. Heizbarer Sandbehälter.

wurde aus zwei Rinnen abgezogen, so daß Klötze mit und ohne Sand bei 58 Schmelzungen untersucht werden konnten. Die Sandzugabe betrug 4,6 % der Schlackemenge. Der durchschnittlichen Löslichkeitszunahme um 2,7 % stand eine Abnahme der Phosphorsäure um 0,4 % gegenüber. Die Unterteilung der Versuche nach dem Erfolg zeigt Bild 12 mit 69 % positiven, 22 % ergebnislosen und 9 % negativen Fällen.

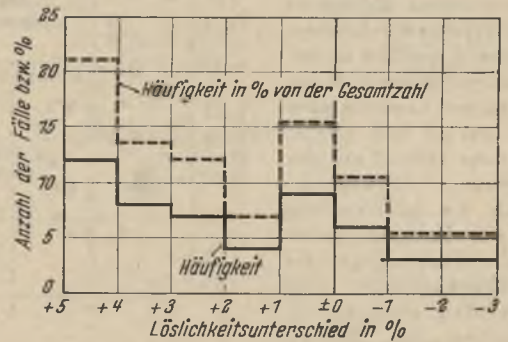


Bild 12. Aufkieselungsversuch 1.

negativen Fällen; im Laboratorium II waren es 59 : 28 : 13. Die durchschnittliche Steigerung der Löslichkeit betrug nach den Analysen des Laboratoriums I 2,79 und des Laboratoriums II 2,76 %; denn Laboratorium II findet zwar weniger Minus-, aber auch weniger Plusunterschiede.

Der um Menge und Verhältnis Kalk—Kieselsäure wechselnde Erfolg bei der Löslichkeitsverbesserung führte zur Gegenüberstellung der Kalk-Kieselsäure-Werte und der Gesamtphosphorsäure, diese unterteilt in Löslichkeitsgruppen. In Bild 15 ist beim molekularen Kalk-Phosphorsäure-Verhältnis bei den niedri-

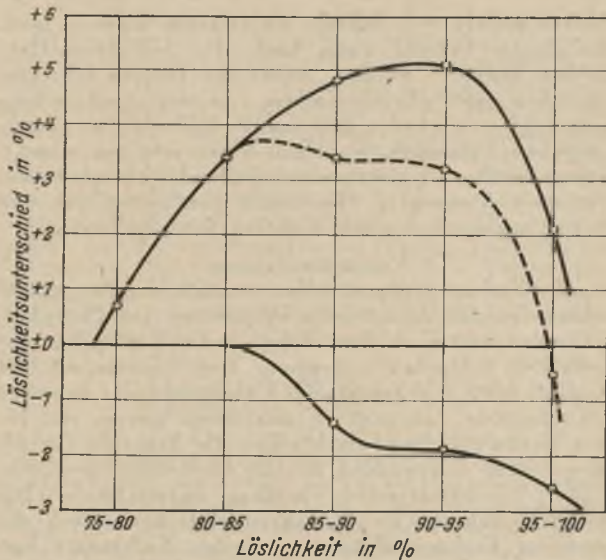


Bild 13. Aufkieselungsversuch 1.

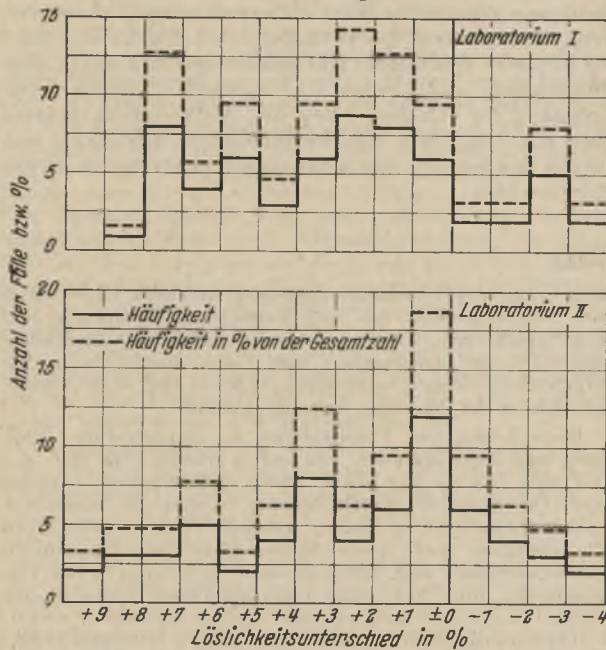


Bild 14. Aufkieselungsversuch 2. (Ergebnisse der Laboratorien I und II.)

gen Löslichkeiten die Beeinträchtigung der Löslichkeit durch den höheren Kalkgehalt augenscheinlich.

Beim Verhältnis  $SiO_2-P_2O_5$  ist die Beziehung zur Löslichkeit ausgeprägter. Sie ist um so günstiger, je höher der Silizierungsfaktor ist. In dem Verhältnis  $CaO-SiO_2$ , also unabhängig vom Phosphorsäuregehalt, wird die Tendenz bei den gekieselten und ungekieselten Schlacken deutlicher. Je höher die Kieselsäure und je niedriger der Kalk, um so höher die Löslichkeit. Dabei findet nach der Aufkieselung ein Abwandern der Fälle von den niedrigen zu den hohen Löslichkeiten statt.

Bei Benutzung des an die Phosphorsäure gebundenen Kalk-Kieselsäure-Verhältnisses als Wertmessers ist damit zu rechnen, daß durch den Erzeinfluß die un-

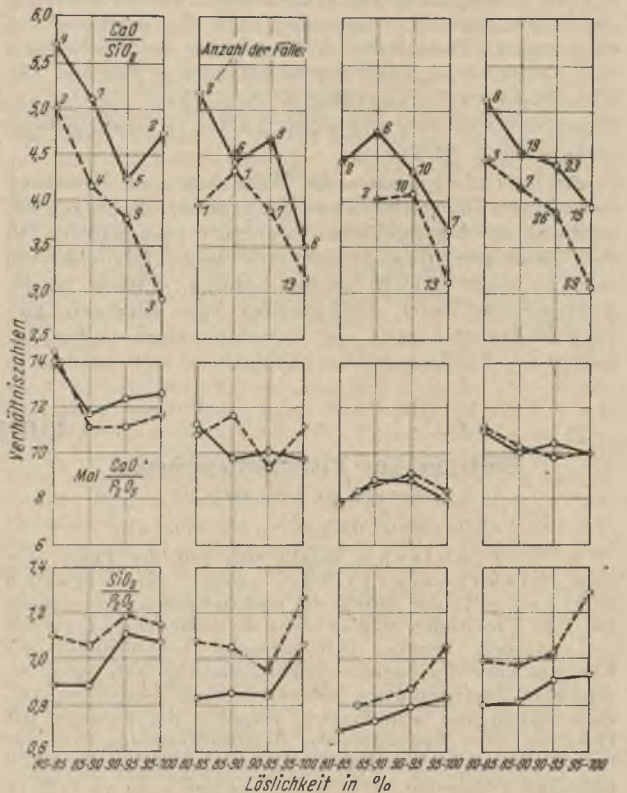


Bild 15. Kalk-Kieselsäure-Verhältnisse aus dem Aufkieselungsversuch.

Zahlentafel 1. Gesamtergebnis der Aufkieselung und Kieselsäureumsatz

| Anzahl der Proben    | SiO <sub>2</sub><br>% | CaO<br>% | CaO<br>SiO <sub>2</sub> | Löslichkeit in %           |                             |                                | Schlacken-<br>klotz-<br>gewicht<br>kg | Zugesetzte<br>Sand-<br>menge<br>kg | Theoret.<br>SiO <sub>2</sub> -Zu-<br>nahme<br>abzügl.<br>10%<br>Sand-<br>verlust<br>% | Tatsäch-<br>liche<br>SiO <sub>2</sub> -Zu-<br>nahme<br>% | %<br>Zu-<br>nahme<br>von der<br>Zufuhr | Freier Kalk nach<br>3 CaO P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> · 2 CaO SiO <sub>2</sub> |                               |                       |      |
|----------------------|-----------------------|----------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|---|--|--|--|-------------------------------|-----------------------|------|
|                      |                       |          |                         | vor dem<br>Sand-<br>zusatz | nach dem<br>Sand-<br>zusatz | Unter-<br>schied <sup>1)</sup> |                                       |                                    |   |  |  | vor der<br>Aufkieselung<br>%   | nach der<br>Aufkieselung<br>% | Unter-<br>schied<br>% |      |
| Negative Ergebnisse: |                       |          |                         |                            |                             |                                |                                       |                                    |   |  |  |  |                               |                       |      |
| 3                    | 13,57                 | 46,8     | 3,5                     | 99,4                       | 94,5                        | -4,9                           | -14,7                                 | 8 800                              | 460   | 4,4  | 0,35                                   | 8  | 4,15                          | 0,85                  | 3,30 |
| 7                    | 11,52                 | 45,0     | 4,09                    | 94,2                       | 93,0                        | -1,2                           | -8,4                                  | 8 800                              | 460   | 4,4  | 0,93                                   | 21   | 9,51                          | 8,85                  | 0,66 |
|                      |                       |          |                         |                            |                             | Ø der negativen<br>Ergebnisse  | -2,3                                  | -23,1                              |   |  |  |  |                               |                       |      |
| Positive Ergebnisse: |                       |          |                         |                            |                             |                                |                                       |                                    |   |  |  |  |                               |                       |      |
| 18                   | 10,57                 | 47,1     | 4,5                     | 91,7                       | 93,7                        | +2,0                           | +36,0                                 | 8 800                              | 460   | 4,4  | 2,21                                   | 50   | 14,04                         | 8,63                  | 5,41 |
| 9                    | 10,9                  | 47,1     | 4,5                     | 90,5                       | 93,2                        | +2,7                           | +24,3                                 | 8 800                              | 460   | 4,4  | 1,4                                    | 32   | 11,91                         | 7,42                  | 4,49 |
| 10                   | 10,24                 | 48,2     | 4,8                     | 89,2                       | 94,5                        | +5,3                           | +53                                   | 8 800                              | 460   | 4,4  | 2,62                                   | 60   | 15,02                         | 8,81                  | 6,21 |
| 10                   | 10,35                 | 46,3     | 4,5                     | 88,5                       | 96,6                        | +8,1                           | +81                                   | 8 800                              | 460   | 4,4  | 3,88                                   | 88   | 13,43                         | 4,90                  | 8,53 |
|                      |                       |          |                         |                            |                             | Ø der positiven<br>Ergebnisse  | +4,1                                  | +194,3                             |   |  |  |  |                               |                       |      |
|                      |                       |          |                         |                            |                             | Ø der positiven<br>Ergebnisse  | -23,1                                 |                                    |   |  |  |  |                               |                       |      |
| 57                   |                       |          |                         | Gesamt-<br>durchschnitt    | +3,0                        | +171,2                         |                                       |                                    |   |  |  |  |                               |                       |      |

<sup>1)</sup> Proben mit Unterschieden von +1 und -1% blieben unberücksichtigt.

günstige Einwirkung des Kalküberschusses und der fördernde Einfluß der Kieselsäure auf die Löslichkeit abgeschwächt werden kann.

Das Gesamtergebnis der Aufkieselung und den Kieselsäureumsatz zeigt *Zahlentafel 1*. Die Schlacken mit verhältnismäßig höherem Kieselsäure- und niedrigerem Kalkgehalt hatten von Haus aus hohe Löslichkeiten, nahmen wenig Sand in Lösung und hatten eine Löslichkeitsabnahme von durchschnittlich 2,3%. Alle übrigen mit niedrigerem Kieselsäure- und höherem Kalkgehalt und dadurch bedingter geringerer Löslichkeit hatten Zunahmen je nach der ursprünglichen Löslichkeitshöhe in 2 bis 8,1%, im Durchschnitt von 4,1%. Hierbei wurden 50 bis 88% der zugeführten Kieselsäure gelöst. In der letzten Spalte ist der freie Kalk — errechnet auf Grund der Zusammensetzung des Silikokarnotits — vor und nach der Aufkieselung eingetragen: Neben der Abhängigkeit der Löslichkeit vom freien Kalkgehalt ist festzustellen, daß die für Kieselsäure aufnahmefähigen Schlacken durch Abstumpfung des überschüssigen Kalkes in höherlösliche umgewandelt werden.

Im Betrieb müssen die Maßnahmen zur Erzielung einer guten Phosphatschlacke gegenüber denen zur Erreichung der bestmöglichen Stahlgüte zurücktreten, so daß günstigste Bedingungen für beste Löslichkeiten nicht so leicht erreicht werden können. Ebenso ist die Aufbesserung durch Aufkieselung kein allgemein gültiges Hilfsmittel, weil zur Erzielung eines vollen Erfolges die Sandzugabe bei Schlacken mit niedrigem

Kalk-Kieselsäure-Verhältnis unterlassen bleiben muß. Bei einiger Uebung kann nach den Schlacken-Ofenproben geurteilt werden, wobei die sauren, schwach-basischen oder eben-basischen von der Aufkieselung ausgeschlossen werden und nur die basischen und hoch-basischen behandelt werden. Diese sind im wesentlichen durch eine glatte oder glänzende, oft mit einem Netzwerk überzogene Oberfläche gekennzeichnet und zeigen bekanntlich einen dichten steinigen Bruch.

#### Zusammenfassung

Die Untersuchungen sollen zur Klärung der Unterschiede in der Zitronensäurelöslichkeit bei Phosphatschlacken und nach dem Roheisen-Erz-Verfahren hergestellten Schlacken beitragen. Der Hinweis auf den Einfluß des Fluor-Apatits des Frischerzes, der zuweilen als scheinbar unwesentlich angesehen wurde, soll bei den Herdofen-Phosphatschlacken die Arbeiten für die theoretische Begründung der die Löslichkeitsgeschwindigkeit beeinflussenden Vorgänge unterstützen. Die bei den Roheisen-Erz-Verfahren-Schlacken durch die jeweilige Erzbeschaffenheit und den Kalkzusatz hervorgerufene Entwertung kann durch Aufkieselung mit Sand aus geeigneten Vorrichtungen ausgeglichen werden. Sie gestatten, der abfließenden Schlacke den Sand bei höchster Badtemperatur zuzusetzen und durch gute Beimengung und Lösung eine namhafte Schlackenverbesserung zu erzielen. Vor der Aufkieselung müssen aber die von Haus aus hochlöslichen Schlacken ausgeschrieben werden, um nicht eine gegenteilige Wirkung zu erreichen.

## Umschau

### Beiträge zur Eisenhüttenchemie

(Januar bis Juni 1943)

#### 1. Einrichtungen und Geräte

K. W. Fröhlich<sup>1)</sup> befaßt sich mit der Frage, wie der Elektroanalytiker seine Elektroden pflegen soll, und spricht die nachstehenden Forderungen aus. Die Elektroden müssen stets so aufbewahrt, befördert und angefaßt werden, daß keinerlei Verbiegungen des Rahmens oder des Netzes entstehen und das Netz keine zusätzlichen Zugspannungen aufnehmen muß. Besondere Aufmerksamkeit und Gründlichkeit erfordert das Reinigen der Elektrode vom abgeschiedenen Metallniederschlag nach der Schlußwägung. Endlich besteht keinerlei Anlaß und es muß unbedingt vermieden werden, die Elektrode, um sie z. B. zu trocknen, auf Temperaturen oberhalb 500° zu erhitzen.

#### 2. Roheisen, Stahl und Ferrolegerungen.

Der übliche Weg der häufig durchgeführten Bestimmung geringer Phosphormengen im Ferrovandinit ist langwierig. Man scheidet zuerst in normaler Weise die Hauptmenge der Kieselsäure ab, reduziert im Filtrat Vanadat zum Vanadylsalz und fällt dann mit Molybdatlösung das Phosphat. Eine derartige Bestimmung erstreckt sich im günstigen Falle über 4 bis 5 h; bei geringen Phosphorgehalten von durchschnittlich 0,1% dauert sie jedoch noch wesentlich länger.

G. Iwantschew und A. Meuwesen<sup>2)</sup> stellen für eine in der Hitze rasch, in 10 min ausführbare quantitative Ammoniumphosphormolybdatfällung bei Gegenwart von Vanadin die nachstehenden Punkte heraus. Die Konzentration des Phosphors soll  $1:10^4$  nicht wesentlich unterschreiten. Tritt dieser Fall ein, so muß vor der Fällung noch eine entsprechende Menge Fremdphosphor als Phosphat zugefügt werden. Damit in der Siedehitze aus dem überschüssigen Fällungsreagens keine das Ergebnis fälschende Molybdänsäurefällung eintritt, ist für jedes Gramm Ammoniumperamolybdat die Anwesenheit von je 1,5 bis 3 g Sulfation geboten. Die quantitative Ammoniumphosphormolybdatfällung versagt, wenn Spuren Vanadat zugegen sind. Ist jedoch während der Phosphatfällung ständig Hydrazinsulfat vorhanden, das Vanadat sicher zu Vanadylsalz reduziert, so

kann sich der Ammoniumphosphormolybdat-Niederschlag auch bei Gegenwart von viel Vanadylsalz vollständig und rasch abscheiden. Etwa gleichzeitig gebildetes Molybdänblau wird bei Anwesenheit von Eisen durch die warme Salpetersäure schnell wieder beseitigt, so daß eine schließlich rein gelbe Färbung zustande kommt.

Beim Lösen von Ferrowolfram in Salpetersäure-Flußsäure und nachfolgenden Abrauchen verflüchtigt sich der Teil des Arsens, der nicht durch Salpetersäure oxydiert wird. Die Höhe der Verflüchtigung ist von der Konzentration der angewandten Säuren abhängig. Durch Lösung mit Phosphorsäure und einem Säuregemisch von konzentrierter Salpetersäure und Salzsäure fand H. Wirtz<sup>3)</sup> ein Verfahren, das ohne Aufschluß durch alkalische Schmelze eine quantitative Arsenbestimmung in Ferrowolfram ermöglicht. Hiernach werden 3 g feinstgepulvertes Ferrowolfram in einem 800-cm<sup>3</sup>-Becherglas mit einem Gemisch von 100 cm<sup>3</sup> Phosphorsäure (1+1) und einem Säuregemisch von 60 cm<sup>3</sup> konzentrierter Salpetersäure und Salzsäure im Verhältnis 3+1 auf dem Sandbad behandelt. Man erhitzt bei mäßiger Wärme so lange, bis die Salpetersäure und das Chlor verdampft sind. Ist das Ferrowolfram nun noch nicht gänzlich in Lösung gegangen, so fügt man nochmals etwa 30 cm<sup>3</sup> Wasser und 20 cm<sup>3</sup> des obigen Oxydationsgemisches hinzu und dampft ab. Auf diese Weise ist Ferrowolfram vollständig in Lösung zu bringen. Hat man das Säuregemisch ganz abgeraucht, so kann wie üblich destilliert werden.

F. Hecht und L. John<sup>4)</sup> befaßten sich mit der Mikrobestimmung von Selen und Tellur. Mikroverfahren zur Bestimmung des Tellurs beruhen einerseits auf der Fällung des Tellurs als Tellurdioxyd mittels Hexamethylentetramins, andererseits auf der Fällung als elementares Tellur mittels schwefeliger Säure. Die Reduktion mit schwefeliger Säure erwies sich auch beim Selen als brauchbar. Es gelang ferner, Tellur durch Fällung mit Hexamethylentetramin mikroanalytisch von Selen zu trennen und im Filtrat dieses mit schwefeliger Säure zu fällen und als elementares Selen zu bestimmen. Die mikroanalytische Fällung von Selen oder Tellur mit schwefeliger Säure eignet sich auch für die Trennung von einigen Schwermetallen.

<sup>1)</sup> Chemiker-Ztg. 67 (1943) S. 184/85.

<sup>2)</sup> Z. anorg. allg. Chem. 251 (1943) S. 45/54.

<sup>3)</sup> Metall u. Erz 40 (1943) S. 67/68.

<sup>4)</sup> Z. anorg. allg. Chem. 251 (1943) S. 14/24.

H. Fucke und M. Möhrle<sup>5)</sup> prüften das Verhalten der Nitride des Stahles gegenüber Wasserstoff und bei der Vakuumextraktion bei verschiedenen Temperaturen und wiesen nach, daß Aluminium-, Titan- und Siliziumnitride nicht, Chrom- und Vanadinnitride erst bei höherer Temperatur und Eisen- oder Mangannitride schon bei niedrigen Temperaturen zersetzt werden. Hieraufhin angestellte Versuche mit Nitridgemischen und in Stahlproben ergaben die Anwendbarkeit des Wasserstoffreduktionsverfahrens, besonders bei Abwesenheit von Vanadin-, Silizium-, Titan-, Chrom- und Mangannitrid zur Trennung von Eisen- und Aluminiumnitrid im Stahl. Die Trennung der Nitride durch Vakuumextraktion ist weniger geeignet, weil sie zu lange Versuchszeiten erfordert.

### 3. Erze, Schlacken, Zuschläge, feuerfeste Stoffe u. a. m.

Zum qualitativen Nachweis der Kieselsäure und der Flußsäure mit Hilfe der Tetrafluorid- und der Oeltropfenprobe stellten R. Albrecht und H. Bast<sup>6)</sup> fest, daß der positive Ausfall der Tetrafluoridprobe von dem Verhältnis Kieselsäure: Flußspat abhängig ist. Bei zu großem Ueberschuß von Fluorkalzium verhindert die in großer Konzentration entstehende Fluorwasserstoffsäure die Abscheidung der Kieselsäure. Vergleichende Reihenuntersuchungen an Seesand, gefällter wasserfreier und gefällter wasserhaltiger Kieselsäure zeigen, daß Seesand und wasserfreie Kieselsäure in beliebigem Ueberschuß angewendet werden können; das Versagen der Probe bei Anwendung von wasserhaltiger Kieselsäure im Ueberschuß wird durch den Eigenwassergehalt der Kieselsäure bedingt. Auch Quarz in Form allerfeinsten Mehles liefert unter den gebräuchlichen Bedingungen keine positive Tetrafluoridprobe. Natriumsilikofluorid und Bariumsilikofluorid liefern in der Tetrafluoridreaktion grundsätzlich dieselben Ergebnisse wie die reinen Kieselsäuren; diese beiden Stoffe vertragen jedoch weniger Kalziumfluoridzusatz als jene. Die Anwesenheit von Borsäureverbindungen bei der Tetrafluoridprobe unterbindet die Entwicklung von Siliziumfluorid. Die Oeltropfenprobe wird durch Borsäureverbindungen weit weniger gestört als die Tetrafluoridprobe. Die Empfindlichkeitsgrenze liegt bei ihr eine Zehnerpotenz höher als bei der Tetrafluoridprobe.

Ueber den Einfluß der Behandlung der Fällungen beim Filtrieren und Auswaschen sowie der Luftverdünnung beim Trocknen der azetonierten Niederschläge bei der Phosphorsäurebestimmung durch Fällung als Ammoniumphosphormolybdat berichtet W. Spengler<sup>7)</sup>. Die Ergebnisse sind in engeren Grenzen von der Luftverdünnung beim Evakuieren abhängiger, als bisher angenommen wurde. Diese Grenzen sind aber noch weit genug, um ohne Schwierigkeiten arbeiten zu können. Bei Luftverdünnungen von etwa 15 bis 20 mm QS, wie sie bei gut ziehenden Wasserstrahlpumpen bequem zu erreichen sind, erhält man bei Beachtung der sonstigen Bedingungen normale Niederschläge. Diese enthalten im übrigen entgegen früherer Annahme 5 Moleküle Azeton und dafür entsprechend weniger Wasser. Außerdem enthalten die Niederschläge im Gegensatz zu früher 1 Mol  $\text{NH}_3$  mehr. Die gewünschte Luftverdünnung kann man auch mit einer Ölpumpe anstatt mit einer Wasserstrahlpumpe erzeugen; doch scheinen sich die Grenzen um eine Kleinigkeit zu verschieben. Bei der Kompliziertheit des Niederschlags und bei dessen hohem Wassergehalt scheint die geringe Wasserdampfspannung bei Verwendung einer Wasserstrahlpumpe auf das Gleichgewicht oder die Beständigkeit des Niederschlags von Einfluß zu sein. Weitgehende Unterschiede in den Fällungsbedingungen, wechselnde Auslaufgeschwindigkeiten der Pipetten, mit denen das Fällungsreagens zugegeben wird, Herkunft und Vorbehandlung der verwendeten Ammoniummolybdatlösung und schließlich das gleichzeitige Evakuieren bis zu drei Tiegeln in einem nicht zu großen Exsikkator haben auf die Bildung der Niederschläge keinen nennenswerten Einfluß. Die Ursache für die auftretenden Schwierigkeiten wurde in der Behandlung der Niederschläge beim Waschen mit Ammoniumnitratlösung gefunden. Wenn auch das gründliche Aufwirbeln und zum Schluß scharfe Absaugen beim Waschen mit Ammoniumnitratlösung und mit Azeton wichtig ist, so ist doch das ausreichende Dekan-

tieren mit Ammoniumnitratlösung Bedingung. Die Niederschläge erfahren in dieser Lösung offenbar eine gewisse Umwandlung und Stabilisierung, die nicht augenblicklich erfolgt, sondern kurze Zeit beansprucht. Die Ergebnisse, die beim Erhitzen der Niederschläge auf 420 bis 440° erhalten wurden, bestätigen die praktisch formelrichtige Zusammensetzung des Monokaliumphosphates und des stahlblauen Glührückstandes, wie auch die Eignung dieses Verfahrens zur Phosphorsäurebestimmung. Beachtenswert ist dann noch, daß offenbar auch Alkohol in ähnlicher Weise wie Azeton angelagert ist.

Mitteilungen über seine Untersuchungen über die Abscheidung der Phosphorsäure als Wismutphosphat macht A. Keschan<sup>8)</sup>. Untersucht wurde die Fällung der Phosphorsäure mit basischem Wismutnitrat in salpetersaurer Lösung und ihre Trennung von den Kationen Natrium, Kalium, Lithium, Kalzium, Strontium und Barium. Die Löslichkeit von Wismutphosphat in verdünnter Salpetersäure übersteigt weit die bei quantitativen Fällungsreaktionen gewohnten Grenzen. Demnach ist es möglich, durch einen ausreichenden Ueberschuß an Wismutlösung die Löslichkeit so weit zu erniedrigen, daß eine quantitative Fällung des Phosphations zwecks Bestimmung in der Analyse anwesender Kationen bewirkt werden kann. Die störenden Anionen Chlor und Sulfat können, wenn sie in kleiner Menge zugegen sind, als basische Salze Wismutoxychlorid und basisches Wismutoxysulfat mitgefällt werden. Da übersättigte Wismutphosphatlösungen sehr langsam auskristallisieren, muß die Fällung in zwei Abschnitten vorgenommen werden. Während der Hauptfällung wird das Reagens Wismutoxynitrat in kleinen Anteilen in die Analysenlösung eingetragen; danach verdünnt man, wenn nötig, mit Wasser so weit, daß eine in bezug auf Salpetersäure 0,5-n-Lösung entsteht. Die Nachfällung geschieht dann in der Weise, daß die Analysenlösung samt Niederschlag 6 bis 8 h auf dem Wasserbad erhitzt oder 1 bis 2 h geschüttelt wird. Hierdurch kann das Phosphation so weit ausgefällt werden, daß nicht mehr als 0,2 mg  $\text{PO}_4$ -Ion in 100  $\text{cm}^3$  Lösung zurückbleiben. Kleine Mengen — weniger als 20 mg/100  $\text{cm}^3$  — von Phosphorsäure gelangen nicht zur Abscheidung oder werden nur sehr langsam abgeschieden. Eine vollständige Ausfällung kleiner Mengen von Phosphorsäure kann nur dann stattfinden, wenn man in die Analysenlösung eine kleine Menge von Phosphorsäure oder frischgefälltes Wismutphosphat einträgt.

Kationen, deren Hydroxyde starke Basen sind, werden in der Regel in kleiner Menge von dem Wismutphosphatniederschlag mitgerissen. Chlorion beeinträchtigt die Trennung nicht, Sulfation dagegen fördert das Mitreißen von Alkalien. Von den Alkalien wird am meisten Kalium, am wenigsten Lithium mitgerissen. Das Mitreißen wird unbedeutend, wenn die Hauptfällung in heißer verdünnter, etwa 0,5-n-Salpetersäure bewirkt wird und die Menge der Alkalien 100 mg in 100  $\text{cm}^3$  nicht übersteigt. Von den Erdalkalien wird am meisten Kalzium, am wenigsten Barium mitgerissen. Das Mitreißen wird unbedeutend, wenn die Hauptfällung in konzentrierter, etwa 4- bis 5-n-Salpetersäure bewirkt wird und die Menge der Erdalkalien 0,7 mg/ $\text{cm}^3$  der bis auf 0,5-n-Salpetersäure verdünnten Analysenlösung nicht übersteigt. Zum Auswaschen des Wismutphosphatniederschlags benutzt man eine Waschflüssigkeit, die in 400  $\text{cm}^3$  Wasser 1 g  $\text{BiONO}_3$  und 5  $\text{cm}^3$   $\text{HNO}_3$  (1,4 spez. Gew.) enthält; zum Auswaschen sind höchstens 50  $\text{cm}^3$  erforderlich.

P. Martens<sup>9)</sup> stellte Untersuchungen an über die 2prozentige, mit Kalziumzitrat gesättigte Zitronensäurelösung und ihre lösende Wirkung auf die Phosphatdüngemittel. Hiernach ist diese Lösung ein leicht herzustellendes und leicht anzuwendendes Reagens. Ihre lösende Wirkung ist, was die Schlacken und Glühphosphate betrifft, gleich derjenigen der 2prozentigen Zitronensäurelösung. Durch die Natur seiner Säure und durch seine Azidität bewahrt das Reagens die kennzeichnenden Eigenschaften der Zitronensäurelösung, wenigstens wenn es unter den gleichen Bedingungen und für die gleichen Düngemittel angewendet wird. Ein Unterschied zwischen den beiden Reagenzien zeigt sich gegenüber gefällten Phosphaten, Knochenmehlen und besonders mineralischen Phosphaten. Die mit Kalziumzitrat gesättigte Zitronensäurelösung bewirkt zwischen den Trikalziumphosphaten eine deutliche Trennung in Phos-

<sup>5)</sup> Techn. Mitt. Krupp, A. Forsch.-Ber., 6 (1943) S. 75/85.

<sup>6)</sup> Z. anal. Chem. 125 (1943) S. 321/35.

<sup>7)</sup> Z. anal. Chem. 124 (1942) S. 241/60.

<sup>8)</sup> Z. anal. Chem. 125 (1943) S. 6/22.

<sup>9)</sup> Z. anal. Chem. 125 (1943) S. 245/56.

phate aus Knochen und mineralische Phosphate; diese kann man nach ihrer Härte einteilen.

Zur Fluorbestimmung als Bleichlorfluorid teilt W. Kapfenberger<sup>10)</sup> mit, daß Bleiazetat als Fällungsmittel wegen der Bildung von Bleioxchlorid vermieden werden soll und daß die Gefahr der Verunreinigung mit Bleifluorid sehr groß ist, weil die Löslichkeitsprodukte von Bleichlorfluorid und Bleifluorid sehr nahe beieinander liegen. Auf Grund dieser Tatsachen wird eine Arbeitsvorschrift zur Fällung von Bleichlorfluorid gegeben, die besonders bei Analysen von Aluminiumfluorid und Kryolith befolgt werden kann.

#### 4. Metalle und Metallegierungen.

F. Villani und C. Fariselli<sup>11)</sup> beschreiben ein Schnellverfahren zur photokolorimetrischen Magnesiumbestimmung in Blei mittels Titans unter vorheriger Ausscheidung des Bleies als Oxalat. Bei diesem Bestimmungsverfahren ergibt sich eine Fehlergrenze von 5%. Die für die Durchführung dieser Analyse benötigte Zeit beträgt etwa 20 h.

I. Sarudi (v. Stetina)<sup>12)</sup> macht einige Angaben über die Trennung des Wismuts von Blei als Wismutoxychlorid. Die Trennung kann bei ziemlich weiten Mischungsgrenzen der genannten Metalle in einem Arbeitsgang durchgeführt werden. Zur Wismutfällung und bei der Trennung wird zweckmäßig eine Ammoniumchloridlösung benutzt, die in 100 cm<sup>3</sup> 0,26 g des Salzes enthält; 10 cm<sup>3</sup> einer solchen Lösung fällen 0,1 g Bi. Die Bestimmung zeitig bei einem Volumen der Ausgangslösung von 150 bis 250 cm<sup>3</sup> bis zu einem Gehalt von 0,1 g Bi genaue Ergebnisse. Auch 0,2 g betragende Wismutmengen lassen sich bei vorgenannter Verdünnung recht genau bestimmen, wenn der im Filtertiegel gesammelte Wismutoxychloridniederschlag in Sulfid übergeführt und als solches gewogen wird. Die Bestimmung des Bleies erfolgt als Bleichromat.

#### 5. Brennstoffe, Gase, Öle, Wasser u. a. m.

Die vom Kokereiausschuß<sup>13)</sup> als Laboratoriumsvorschrift 15 veröffentlichte Chlorbestimmung in festen Brennstoffen bezweckt die Erfassung des Gesamtchlors. Das Verfahren beruht auf der katalytischen Vergasung des Brennstoffes mit Wasserdampf, wobei das Chlor in Form von Salzsäure in Natronlauge aufgefangen und anschließend mit Silbernitratlösung titriert wird. Der Grad der Genauigkeit des Verfahrens beträgt  $\pm 0,02\%$  Cl, bezogen auf Brennstoff. Bei Brennstoffen, die mehr als 9% S führen, müssen die Konzentration der Natronlauge und die Menge des zugesetzten Perhydrols etwas erhöht werden.

Ein neues Verfahren zur Sauerstoffbestimmung in Stadtgas teilt L. Ostermeier<sup>14)</sup> mit. Ostermeier strebt an, ein ohne Jodverbindung auskommendes Verfahren zur Sauerstoffbestimmung in Gasen zu finden. Als Ergebnis dieser Versuche wird ein neues Analysenverfahren für wasserstoffhaltige Gase beschrieben, nach dem der Sauerstoff katalytisch zu Wasser verbrannt und nach Umsetzung über Magnesiumnitrid als Ammoniak bestimmt wird. Am Beispiel Stadtgas wird das neue Verfahren gegen das Standardverfahren geprüft; es liefert innerhalb der Fehlergrenzen richtige Werte. Die Arbeitsweise des Standardverfahrens zur Sauerstoffbestimmung in Stadt-, Koksofen-, Wasser-, Synthese-, Generatorgas und ähnlichen Gasen besteht darin, daß eine abgemessene Menge schwefelwasserstofffreien Gases mit einer alkalischen, seignettesalz- und jodkalihaltigen Mangansalzlösung bis 1½ h geschüttelt wird. Der Sauerstoff geht in Lösung und führt das Manganion in Manganion über. Beim nachträglichen Ansäuern wird unter Rückbildung von Mangansalz Jod frei, das durch Titration mit eingestellter Natriumthiosulfatlösung erfäßt wird und die Errechnung des Sauerstoffgehaltes erlaubt.

A. Demski<sup>15)</sup> prüfte das vorstehende Verfahren nach. Die Ergebnisse zeigen, daß die neue Sauerstoffbestimmung technisch brauchbare Werte gibt. Das Verfahren leistet mehr als die volumetrische Sauerstoffbestimmung mit Pyrogallussäure. Die Verbrennung des Sauerstoffs über Palla-

diumasbestkontakt geht nach der von Ostermeier gegebenen Vorschrift quantitativ. Aber das neue Verfahren hat auch seine Fehlerquellen. Sicher ist, daß außer der Verbrennung des Sauerstoffes mit Wasserstoff noch weitere Umsetzungen am Palladiumasbestkontakt bei 220 bis 250° vor sich gehen; bei diesen Reaktionen wirkt Wasserdampf mit, wodurch Fehler in der Sauerstoffbestimmung entstehen. Weiterhin ist zu sagen, daß die Apparatur bei dem neuen Verfahren reichlich umfangreich ist. Ist sie aber sorgfältig aufgebaut, so ist die Bestimmung ohne größere Schwierigkeit durchzuführen.

Bei Untersuchungen von Benzolwaschanlagen werden von den aus dem Gleichgewicht zwischen Benzol im Gas und Benzol im Waschöl errechneten Benzolgehalten im Gas zum Teil recht erhebliche Abweichungen festgestellt. Auch die Nachprüfung der Benzolerzeugung, die betrieblich durch Behältermessung erfolgt, kann nicht durch Errechnung der aus dem Gas ausgewaschenen Benzolmengen mit dem gemessenen Gasvolumen, das mit einer Genauigkeit von  $\pm 1\%$  erhalten werden kann, erfolgen; in beiden Fällen erhält man zu niedrige Werte. In seinem Beitrag zur Benzolbestimmung in Koksofengasen (A-Kohle-Verfahren) unterzieht daher F. Schulte<sup>16)</sup> das meist benutzte A-Kohle-Benzol-Bestimmungsverfahren einer näheren Prüfung, um die vorgenannten Ungenauigkeiten zu beheben. Die Untersuchungen ergaben, daß durch Auffangen des Benzols aus den Abgasen der Benzolbestimmungsapparatur in einem nachgeschalteten A-Kohle-Rohr nach vorhergehender Trocknung mit Chlorkalzium die Genauigkeit der Benzolbestimmungen bis auf  $\pm 1\%$  gesteigert werden konnte. Das zusätzliche Trockenrohr für Chlorkalzium und das A-Kohle-Rohr ist an jeder Apparatur anzubringen: die gesamte Benzolbestimmungsdauer wird durch die Zusatzeinrichtung nur unwesentlich verlängert. Zu der Benzolbestimmung selbst wird noch gesagt, daß der Wasserdampf, der zum Abtreiben dient, nicht eher durch die A-Kohle geleitet werden darf, bis in der Benzolauffangbürette die ersten Benzoltröpfchen erscheinen. Erst dann hat man die Gewißheit, daß die Kohle eine Temperatur über 100° angenommen hat. Andernfalls würde ein Teil des Wasserdampfes an der A-Kohle kondensieren. In diesem Falle wird die Benzolaustreibung aus der A-Kohle auch nach Erreichung einer Temperatur von 250° und mehr wesentlich verzögert und führt unweigerlich zu falschen Ergebnissen. Das in der Auffangbürette in Kubikzentimeter gemessene Benzol muß auf eine Temperatur von 20° umgerechnet werden. Die Adsorption von Naphthalin an der A-Kohle ist gering, auch der Einfluß des im ausgetriebenen Benzol gelösten Naphthalins ist so geringfügig, daß es nicht berücksichtigt zu werden braucht. Die Zuleitung zum A-Kohle-Rohr bei der Benzolbestimmung muß so kurz wie möglich sein; vorteilhaft ist eine Isolierung, damit eine Abscheidung von Naphthalin eingeschränkt wird.

Zur Bestimmung des gelösten Sauerstoffs in Wasser ohne Verwendung jodhaltiger Reagenzien wird nach W. Leithe<sup>17)</sup> die Wasserprobe mit n/10 Ferrosulfatlösung versetzt, mit Kalilauge gefällt, der den Sauerstoff als Ferriverbindung enthaltende Niederschlag in Schwefelsäure gelöst und das unveränderte Ferroion mit n/10 Kaliumpermanganatlösung zurücktitriert. Die Ergebnisse sind bei guten Trink- und Brauchwässern sehr scharf und mit den nach dem jodometrischen Verfahren gefundenen Zahlen in bester Übereinstimmung.

#### 6. Sonstiges

Die Aufgabe, kleine Mengen von Jodiden neben einem großen Ueberschuß von Bromiden und Chloriden zu bestimmen, taucht in der Praxis ziemlich häufig auf. Handelt es sich dabei um einigermaßen vergleichbare Mengen der drei Halogene, so kann diese Aufgabe ohne weiteres nach einem der üblichen Verfahren, z. B. durch indirekte Analyse, gelöst werden. Sind jedoch, was leider fast stets der Fall ist, die Chlorid- und Bromidmengen wesentlich größer als die des Jodids, so treten Schwierigkeiten auf, und es ist nahezu unmöglich, genaue Werte zu erhalten. In diesem Fall ist man gezwungen, zu mehr oder weniger unständlichen Anreicherungsverfahren zu greifen. Wie P. Kainrath<sup>18)</sup> in seiner Arbeit über die maßanalytische Bestimmung von Jodiden ausführt, lag es in diesen Fällen nahe, von der Tatsache Gebrauch zu machen, daß mehrere Oxyda-

<sup>10)</sup> Aluminium. Berl., 24 (1942) S. 428/32.

<sup>11)</sup> Metallurg. ital. 35 (1943) S. 10/12.

<sup>12)</sup> Z. anal. Chem. 1:5 (1943) S. 108/10.

<sup>13)</sup> Glückauf 79 (1943) S. 304/05.

<sup>14)</sup> Gas- u. Wasserfach 86 (1943) S. 55/58.

<sup>15)</sup> Gas- u. Wasserfach 86 (1943) S. 58/61.

<sup>16)</sup> Brennst.-Chemie 24 (1943) S. 25/27 u. 37/39.

<sup>17)</sup> Die Chemie 56 (1943) S. 151.

<sup>18)</sup> Z. anal. Chem. 125 (1943) S. 1/5.



tionsmittel das Jodid quantitativ in Jodat überführen, das dann in saurer Lösung aus überschüssigem zugesetztem Jodid drei Moleküle Jod in Freiheit setzt. Die Arbeitsweise ist sehr bequem und kann auch von minder geschulten Kräften ausgeführt werden, wozu nicht zuletzt die Möglichkeit, bei der Titration Stärke als Indikator zu verwenden, beiträgt. Zur Bestimmung des Jods in löslichen Jodiden wird nach dieser Arbeitsweise die Probe, die mindestens 10 mg J enthalten soll, auf etwa 100 cm<sup>3</sup> mit Wasser verdünnt. Man fügt 5 cm<sup>3</sup> Eisessig und 10 bis 20 cm<sup>3</sup> einer 20 prozentigen Natriumazetatlösung zu. Nun versetzt man mit Bromwasser im Ueberschuß, bis die anfänglich auftretende starke Färbung von freiem Jod wieder verblaßt. Man bedeckt den Kolben mit einem Uhrglas und läßt mindestens 10 min stehen, bei kürzerem Stehen werden zu niedrige Werte gefunden. Nach dieser Zeit wird das überschüssige Brom in üblicher Weise durch vorsichtigen Zusatz von 80 prozentiger Ameisensäure zerstört. Zu der Lösung setzt man dann überschüssige 5 prozentige jodatfreie Kaliumjodidlösung und säuert mit verdünnter Schwefelsäure an. Im bedeckten Kolben läßt man abermals 5 bis 10 min stehen und titriert sodann mit 0,1-n-Natriumthiosulfatlösung.

Die überraschenden Wirkungen und Forschungsergebnisse über die Anwendung des Ultraschalls wurden seinerzeit zum Anlaß, daß seine Bedeutung für die Chemie eine Zeitlang überschätzt wurde und man vielleicht manchenorts zu große Hoffnungen auf ihn setzte. Die Enttäuschung konnte nicht ausbleiben, und so scheint es, daß heute die Bedeutung des Ultraschalls für die Chemie vielfach eher unterschätzt wird, obgleich gerade auch die jüngste Zeit nicht arm an neuen Forschungsergebnissen auf diesem Gebiet gewesen ist. Eine kurze von G. Schmidt<sup>19)</sup> veröffentlichte Uebersicht über die Ergebnisse und Aussichten der phonochemischen Forschung der letzten fünf Jahre zeigt, wie der Ultraschall als Forschungsmittel in der Analyse, in der Aufklärung der Flüssigkeitsstruktur und der Betätigung der Nebenvalenzkräfte, in der chemischen Konstitutionsforschung, in der Kinetik schneller Gasreaktionen, in der Untersuchung makromolekularer Stoffe, in der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung wertvolle Dienste leisten kann, und wie auch in den letzten Jahren wieder neue Wirkungen gefunden worden sind, die in das Gebiet der Kolloidchemie und des Magnetismus fallen.

A. Sadeler.

### Die Eisenzeit im Raume des Rechtsrheinischen Schiefergebirges

Der junge Vorgeschichtsforscher Heinz Behaghel, der leider am 11. Oktober 1943 seinen im Ostfeldzug erlittenen Verwundungen erlegen ist, hatte sich die Aufgabe gestellt, zu ermitteln, wie die großartigen Funde vorgeschichtlicher Eisengewinnung im Siegerland und die mit diesen offenbar im Zusammenhang stehenden Wallburgen der dortigen Gegend zeitlich und kulturell einzuordnen sind. Die Beantwortung dieser schwierigen Frage erforderte die Beschäftigung mit der gesamten Eisenzeit im Raume des Rechtsrheinischen Schiefergebirges und der Nachbarbezirke. Auf längeren Studienreisen, die durch finanzielle Beihilfen der beteiligten Behörden und Fachgruppen, u. a. des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT., ermöglicht wurden, erwarb sich der Verfasser eine gründliche Kenntnis der verwickelten Verhältnisse, so daß seine Untersuchung<sup>1)</sup>, die stark über das übliche Maß von Doktor-dissertationen hinausgeht, künftigen Forschungen als Ausgangspunkt dienen kann. Richtungsweisend war die Keramik, besonders die Siedlungskeramik, die den Kulturzustand besser widerspiegelt als die Grabbeigaben. Metallfunde wurden nur mit Vorsicht herangezogen, da die Formen der Metallgeräte durch Modeströmungen beeinflußt wurden und die einzelnen Typen weit über die Grenzen der Stämme verbreitet waren, so daß Metallfunde stets unsichere Zeugen sind.

In der älteren Hallstattzeit (HA und HB) wanderten Urnenfelderstämme vom Mittelrhein einerseits durch das Neuwieder Becken rheinabwärts bis in die heutigen Kreise

Recklinghausen und Dortmund-Land und andererseits südlich des Taunus durch die Wetterau an die mittlere Lahn und weiter im Ebsdorfer Grund nordwärts an die Weser bis in den heutigen Regierungsbezirk Minden. Am Ende ihrer Wanderungen stießen die beiden Gruppen auf fremde, von Norden kommende Stämme, die ihnen Halt geboten. Die Urnenfelderleute umfaßten also das nicht zur Siedlung einladende Bergland, sie besiedelten dieses aber nicht. Es sei bemerkt, daß in diesen Gegenden die Stufen HA und HB noch ganz frei von Eisen sind.

In der mittleren Hallstattzeit (HC) kommt Eisen vor, aber nur spärlich, offenbar nur als Einfuhrgut. In diesem Zeitabschnitt befand sich die Urnenfelderkultur im Rückgang, die wachsende Bevölkerung staut sich im Rheintal in der Kölner Senke und an der Staumündung, sie suchte neuen Lebensraum. Nun drang vom Taunus her eine Gruppe, die Behagel die Taunusgruppe nennt, nach Osten und Nordosten vor, während aus dem Neuwieder Becken die „Unterlahngruppe“ flußaufwärts zog.

Auch in der späten Hallstattzeit (HD) ging diese Entwicklung weiter, und die Besiedelung breitete sich weiter im Gebirge aus. Links und rechts des Rheins entstanden in diesem Zeitraum großartige Wehranlagen, während die nördlich des Rheinischen Schiefergebirges sitzenden Stämme diese Sitte nicht aufnahmen.

Zu Beginn der jüngeren Eisenzeit (La Tène, Stufe LT 1) kamen fremde Kulturströme in das Land. Diese spalteten die bis dahin ziemlich einheitliche Kultur auf, und zwar kam ein Strom von Südosten her aus der Oberpfalz als Zentrum und später ein Strom von Südwesten aus den Gebieten westlich des Oberrheins. Der letzte brachte eine höhere Lebenshaltung in das Land, an der aber die im Innern des Gebirges wohnenden Stämme keinen Anteil nahmen. In den Wallburgen mit ihren militärischen Besatzungen und auf den Verhüttungsplätzen des Siegerlandes findet sich nur grobe Tonware.

In der Stufe LT 2 schließt sich die Nordostgruppe nach dem Fall der Wallburg bei Rittershausen nach allen Seiten hin ab. Die dritte Stufe (LT 3) ist die Zeit des Vordringens in das Land, bis nach Kleinasien und Rußland. In dieser verlagert sich die Siegerländer Eisenerzeugung vom westlichen Teile des Siegerlandes und des Giebelwaldmassivs an die östliche Randzone. Da die Ursache nicht am Erzangel liegen kann, ist diese Erscheinung nur durch die Erschöpfung der Wälder zu erklären. Hierfür spricht auch die starke Ueberdeckung der Ofenreste durch Gehängelehm, die nur bei waldlosem Boden möglich ist. In technischer Hinsicht unterscheiden sich die späteren Anlagen durch die Anwendung frei stehender Öfen und des Gebläses. Die Enge der Winddüsen, die starke Verschlackung derselben und die besser geflossene Schlacke sprechen für künstlichen Zug. Auch auf dem jüngeren Verhüttungsplatz Trupbach, Neuer Wald, kommt nur einfache Tonware vor, wohl aber findet sich bessere Keramik in den Siedlungen.

Die Nordostgruppe scheint recht unternehmend gewesen zu sein. Sie hat den Dünsberg bei Gießen stärker befestigt und die Burgen auf dem Heunstein bei Dillenburg und auf der Alten Burg bei Oberrhein angelegt, um ihre Eisenindustrie zu schützen; sie scheint auch gegen die Wetterau vorgegangen zu sein.

Diese ganze Kultur brach am Schluß von LT 3 durch den Vorstoß nördlich wohnender artfremder Stämme in das Rheinische Schiefergebirge zusammen.

Wie aus dieser Untersuchung hervorgeht, hat sich die Kultur im Rechtsrheinischen Schiefergebirge von der älteren Hallstattzeit bis zum Ende der jüngsten La-Tène-Zeit fortlaufend entwickelt. Träger dieser Kultur waren Urnenfelderstämme und ihre Nachfahren. Waren nun diese Besiedler des Landes, besonders die Stämme der Nordostgruppe, zu der die Eisenhüttenleute des Siegerlandes in der vorgeschichtlichen Zeit gehörten, Kelten oder Germanen? Die Frage ist dahin zu beantworten, daß in Westdeutschland Stämme wohnten, die von nichtgermanischen, „keltischen“ Urnenfelderleuten abstammten, sich aber in der geschichtlichen Zeit Germanen nannten. Die vorgeschichtlichen Eisenhüttenleute des Siegerlandes gehörten einem Stamme an, der seine eigenen Wege ging, technisch begabt war und Unternehmungsmut besaß; er hatte keine kulturellen Beziehungen zu den nordöstlich des Gebirges wohnenden germa-

<sup>19)</sup> Chemie 56 (1943) S. 67/71.

<sup>1)</sup> Behaghel, Heinz: Die Eisenzeit im Raume des Rechtsrheinischen Schiefergebirges. Hrsg. vom Verein für nassauische Altertumskunde und Geschichtsforschung. (Mit 45 Tafeln u. 8 Karten.) Wiesbaden 1943. Dillenburg: Verlag E. Weidenbach. (VIII, 156 S.) 4<sup>o</sup>.

nischen Stämmen, die Tacitus als Herminonen bezeichnet, aber auch von den verwandten „keltischen“ Stämmen sonderte er sich ab. Er schützte sich gegen diese durch Burganlagen und scheint mit ihnen auch Kriege geführt zu haben. Das Leben dieser Eisenhüttenleute war auf den Arbeitsplätzen ärmlich, in den Siedlungen bescheiden. Man möchte vermuten, daß sie die wohl recht beträchtlichen Erlöse aus ihrer Eisenerzeugung zum Ausbau ihrer Wehranlagen und ihrer Eisenstraßen verwendet haben.

Otto Johannsen.

## Wirtschaftliche Rundschau

### Neuformierung der Eisenverbände

#### Walzstahl-Verband G. m. b. H.

Der bisherige Stahlwerks-Verband, A.-G., ist durch Hauptversammlungs-Beschluß in eine G. m. b. H. unter der Firma „Walzstahl-Verband G. m. b. H.“ umgewandelt worden.

Bei dieser Gelegenheit sei nochmals kurz auf die im Zuge der Umgruppierung der Eisenverbände innerhalb der neu geschaffenen Eisen- und Stahlwerks-Gemeinschaft (Esge) erfolgte Neuordnung auf dem Gebiete der Eisen- und Stahlbewirtschaftung eingegangen<sup>1)</sup>. Die Esge ist im Rahmen der Reichsvereinigung Eisen (RVE.) die übergeordnete Stelle für die fünf großen Verbände, die bei der Zusammenfassung der zahlreichen alten Verbände geschaffen worden sind, und zwar:

1. Roheisen-Verband (Roheisen, Hochofenferromangan, Hochofenferrosilizium).
2. Profilstahl-Verband (Halbzeug, Formstahl, Breitflanschträger, Stahlspundwände, Eisenbahnoberbaustoffe, Stabstahl, Walzdraht).
3. Flachstahl-Verband (Grobblech, Mittelblech, Breitflachstahl, Feinblech einschl. verzinkten und verbleiten Materials, Weißblech, Weißband und deren Ersatz, Bandstahl).
4. Röhren-Verband (Rohre, Großrohre, nahtlose Stahlflaschen).
5. Schmiedestahl-Verband (Rollendes Eisenbahnzeug, Schmiedestücke).

Zur Durchführung der Geschäfte hat sich jeder Verband als Geschäftsstelle eine besondere G. m. b. H. geschaffen, also die Roheisen-Verband G. m. b. H., die Röhren-Verband G. m. b. H. usw. Der Profilstahl- und der Flachstahl-Verband verfügen über eine gemeinsame Geschäftsstelle: die Walzstahl-Verband G. m. b. H., die eine Umbildung des Stahlwerks-Verbandes, A.-G. (der alten Geschäftsstelle der im Stahlwerks-Verband zusammengefaßten Verbände) darstellt.

<sup>1)</sup> Vgl. Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 1081/83 u. 1104.

## Vereinsnachrichten

### Fachausschüsse

#### Energie- und Betriebswirtschaftsstelle des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT., Zweigstelle Leoben

Samstag, den 26. Februar 1944, 14.15 Uhr, hält die Zweigstelle Leoben unserer Energie- und Betriebswirtschaftsstelle in Leoben, Montanistische Hochschule, Hörsaal I, die

#### 3. Arbeitstagung

des „Arbeitsausschusses der Energie-Ingenieure in der Ostmark und im Protektorat“ ab mit folgender Tagesordnung:

1. Begrüßung durch den Vorsitz der „Arbeitsausschusses der Energie-Ingenieure in der Ostmark und im Protektorat“, Direktor Dr. F. Sommer.
2. Geschäftliches.
3. Tätigkeitsbericht der Energie- und Betriebswirtschaftsstelle Düsseldorf und der Zweigstelle Leoben über das Jahr 1943 und Tagesfragen der Energiewirtschaft auf Eisenhüttenwerken. Berichterstatter: Dr.-Ing. K. Guthmann.
4. Kaltgasbeheizung von Siemens-Martin-Oefen. Berichterstatter: Dr.-Ing. M. Casutt.

Am Vormittag des gleichen Tages, 8.30 Uhr, findet eine Werksbesichtigung statt, zu der an die Beteiligten besondere Einladungen ergangen sind.

### Eisenhütte Südost,

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

Die Eisenhütte Südost, Bezirksverband des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT., veranstaltet am Samstag, dem 26. Februar 1944, 17 Uhr, in der Montanistischen Hochschule zu Leoben eine

#### Arbeitstagung

mit folgender Tagesordnung:

Kennzahlen der deutschen Siemens-Martin-Oefen unter Berücksichtigung des Bezirks Südost. Berichterstatter: Dr.-Ing. K. Guthmann.

Mittag- und Abendessen sind zwanglos vorgesehen, ebenso eine kameradschaftliche Zusammenkunft am 26. Februar, abends, in der Bürgerstube des Grand Hotels in Leoben.

### Änderungen in der Mitgliederliste

|  |        |
|--|--------|
| Monden, Herbert, Dr.-Ing., Hüttdirektor, Techn. Geschäftsführer, Hayingen (Westm.), Schloßkasino | 15 021 |
| Schönert, Walter, Dipl.-Ing., Maxhütte-Haidhof (Oberpf.), Nr. 43                                 | 20 103 |
| Schruf, Rolf, Dipl.-Ing., stellv. Vorstandsmitglied, Düsseldorf 1, Sohnstr. 7                    | 39 230 |
| Sendler, Hansjörg, Hüttdirektor, Vorstandsmitglied, Thale (Harz), Goetheweg 3                    | 36 409 |
| Senfter, Eduard, Dr.-Ing. habil., Direktor, Völklingen (Saar), Richardstr. 2                     | 34 195 |
| Springorum, Friedrich A., Dipl.-Ing., Hüttdirektor, Schwientochlowitz (Oberschl.), Hüttenstr.    | 35 511 |
| Strauß, Konrad, Dipl.-Ing., Linz (Oberdonau), Glimpfingerstraße 60a                              | 43 070 |
| Todtenhaupt, Erich Karl, Konstrukteur, Betriebsführer, Schopfheim, Bahnhofstr. 15                | 39 388 |
| Tull, Erich, Dipl.-Ing., Betriebschef, Dortmund-Hörde, Seekante 26                               | 37 446 |
| Will, Gerhard, Dr.-Ing., Aachen, Nizzaallee 54   | 39 314 |
| Wittkop, Albert, Dipl.-Ing., Betriebsleiter, Remscheid-Lennep, Poststr. 9                        | 27 313 |
| Wycisk, Georg, stud. rer. met., Dirschel über Ratibor  | 39 257 |

### Neue Mitglieder

|   |        |
|---|--------|
| Barbezat-Rosdeck, Alexis, stud. rer. met., Düsseldorf-Unterath, Ahorn-Allee 19                | 44 015 |
| Bentz, Eugen, techn. Direktor, Siershahn (Westerwald)   | 44 016 |
| Bock, Werner, Dipl.-Volkswirt, Dipl.-Kfm., Betriebswirtschaftler, Braunschweig, Luisenstr. 16 | 44 017 |
| Fischer, Herbert, stud. rer. met., Beuthen (Oberschl.), Küperstr. 50                          | 44 018 |
| Harzheim, Werner, stud. rer. met., St. Ingbert (Saar), Adolf-Hitler-Str. 26                   | 44 019 |
| Kapetanovic, Kemal, stud. rer. met., Leoben, Massenberg-siedlung C 30                         | 44 020 |
| Kleine, Georg, Dipl.-Ing., Betriebsleiter, Gelsenkirchen, Hammerschmidtstr. 34                | 44 021 |
| Kratschmar, Eduard, Dr.-Ing., Mährisch Ostrau-Witkowitz, Hermann-Göring-Str. 74a              | 44 022 |
| Reese, Helmut, Dr.-Ing., Betriebsassistent, Bochum, Schell-str. 14                            | 44 023 |
| Salzer, Wolfgang, Dipl.-Ing., Oberingenieur, München 27, Kolberger Str. 27                    | 44 024 |
| Schedlbauer, Hugo, Dipl.-Ing., Direktor, Wien 19/117, Hase-nauerstr. 40                       | 44 025 |
| Schroll, Helmut, Ingenieur, Konstrukteur, Thale (Harz), von-Hindenburg-Str. 1                 | 44 026 |
| Titze, Hubert, Dipl.-Ing., Assistent, Clausthal-Zellerfeld                                    | 44 027 |
| Tuma, Eduard, Dipl.-Ing., Wärmeingenieur, Mährisch Ostrau-Witkowitz, Hermann-Göring-Str. 38   | 44 028 |
| Warbichler, Peter, Dr.-Ing., Forschungschemiker, Linz-Spallerhof 400, Verl. Zinögerweg        | 44 029 |
| Wüstehube, Ernst, Dr.-Ing., Oberbaurat, Direktor, Kattowitz (Oberschl.), Condorstr. 13        | 44 030 |
| Zettwitz, Rudolf, Betriebsdirektor, Rheinhausen, Sudetenstr. 3                                | 44 031 |

ZEUGNIS DEUTSCHER WERTARBEIT



## TRANSPORTANLAGEN

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

**BLEICHERT-TRANSPORTANLAGEN GMBH**  
LEIPZIG

## Kaltblechstraße für Leichtmetalle

bestehend aus einem Trio-Gerüst und einem Duo-Gerüst mit Walzen von 1800 mm Ballenlänge. Lagerung der Walzen in Preßstofflagern, Anstellung elektrisch, Feinverstellung durch Differentialgetriebe. Präzisions-Zeigervorrichtung DRP. Antrieb der Ober- und Mittelwalzen über Friktionskupplungen.



**KRUPP-GRUSONWERK**

FRIED. KRUPP GRUSONWERK AKTIENGESELLSCHAFT

V 598 20361K

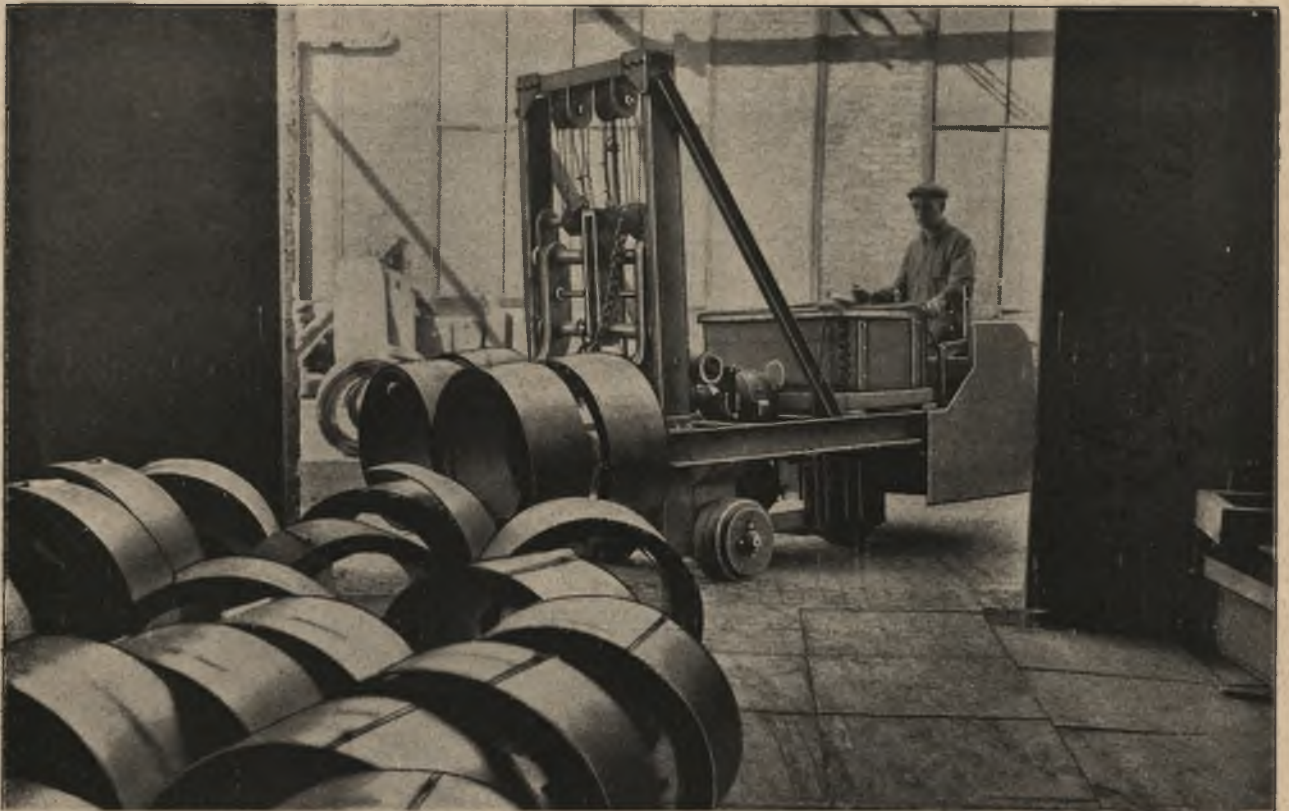
**Deutsche Magnesit Aktiengesellschaft**

**Deutsche Heraklith Aktiengesellschaft**

**Maerz Ofenbau G. m. b. H.**

HAUPTVERWALTUNG MÜNCHEN, PETTENBECKSTRASSE 5

677

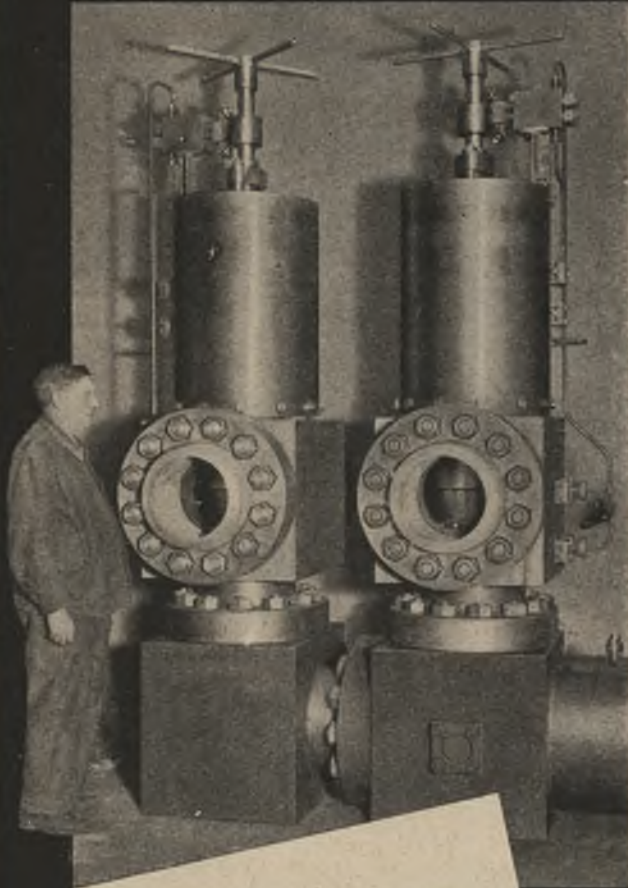


DDS-Auto-Stapler in einem Bandisenwalzwerk

b 716

**DANGO & DIENENTHAL**

# Werner & Pfleiderer PRESSWASSER- ANLAGEN

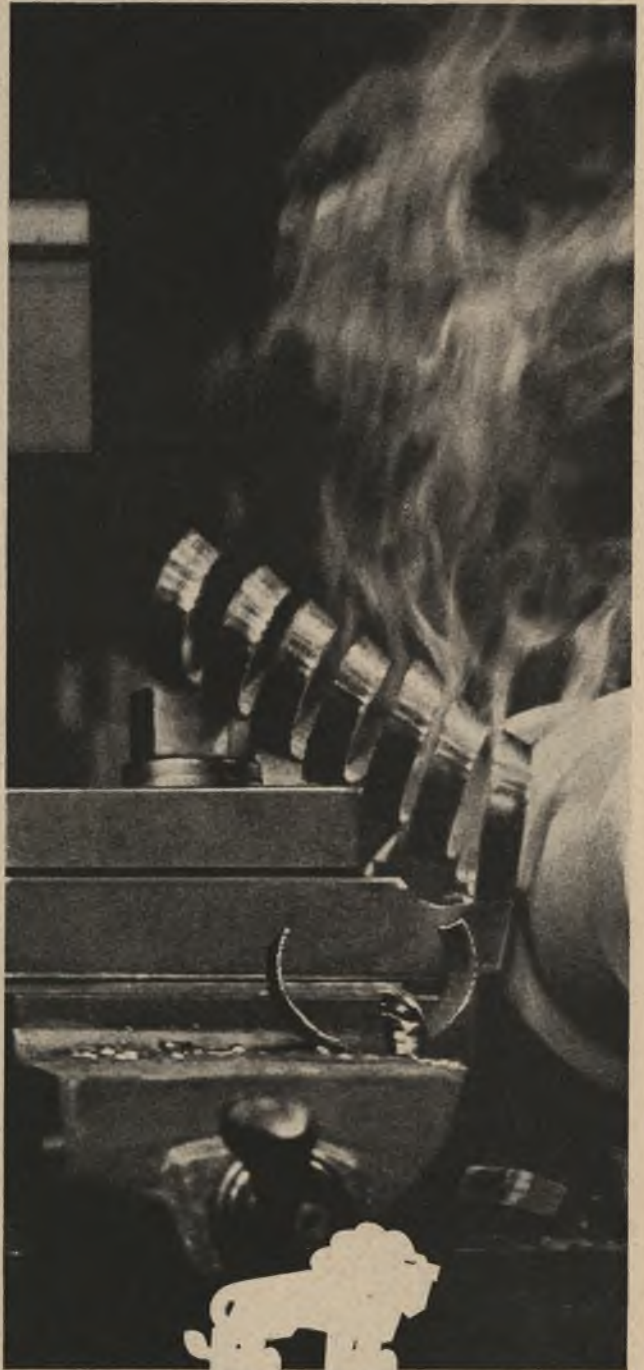


Wir haben zur Zeit mehrere Hundert hydraulische Akku-Anlagen im Bau. Eine Anlage mit einem Nutzinhalt von 28 000 l (Gesamt-Behälterinhalt 280 000 l, Betriebsdruck 200 at) wurde kürzlich fertiggestellt und hat sich in der Praxis bewährt. Das Bild zeigt eine Schaltventilgruppe dieser Großanlage, die z. Teil automatisch gesteuert wird. Unser Lieferprogramm umfaßt neben Presswasseranlagen jeder Größe hydraulische Pressen, Presspumpen, Ventile und automatische Steuerungen für hydraulische Großanlagen. 16 729



WERNER & PFLEIDERER · ABTEILUNG HYDRAULIK,  
STUTT GART

# Werkzeugmaschinen Werkzeuge · Normalien Druckguß

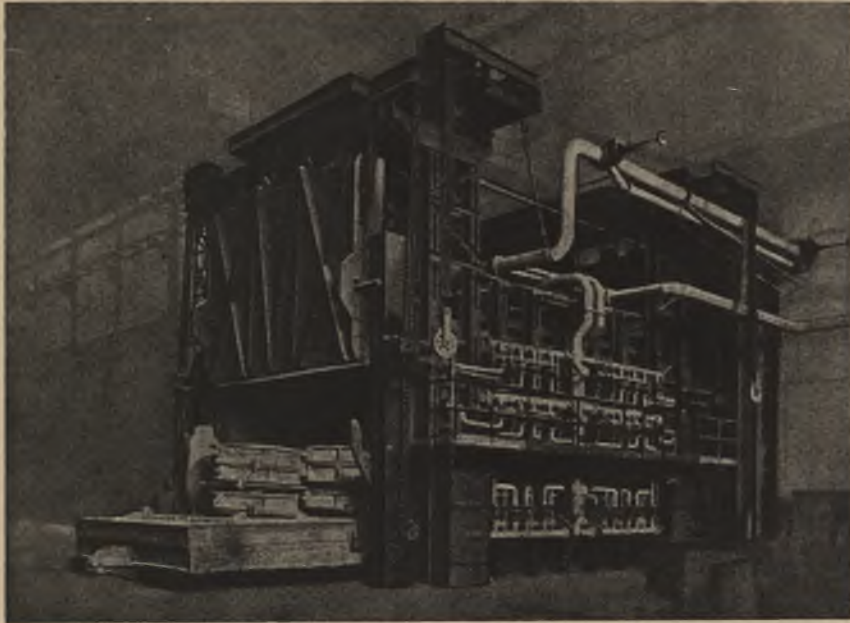


# LÖWE

WERKZEUGMASCHINEN  
AKTIENGESELLSCHAFT  
BERLIN

# »WISTRA« Industrieöfen

für die  
Schwer- und  
Kleineisen-  
industrie



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

## »WISTRA« Ofenbau-Gesellschaft mbH., Essen

Fernruf 2 50 51/52

Postfach 948

579

### Feuerfeste Fabrikate für alle Zwecke.



Besonderheiten seit 1886:  
**Stopfen und Ausgüsse  
Marke, Herz'**

in Chamotte, Grafit, Magnesit und  
anderen, höchsten Ansprüchen  
angepaßten Spezial-Qualitäten.  
Unübertroffene Betriebssicherheit.  
**Silika-Steine Marke, Rhein'**  
**Elektro-Ofen-Deckelsteine**



Schutzmarke

gegr. 1872



# Stoecker & Kunz

Köln

G.M.  
B.H.

Krefeld

**Seifert-**  
Röntgenanlagen für

Lagerschalen

Motoren-Gußteile

Brücken-Schweißbrähle

Kessel-Untersuchungen

Durchleuchtung von Gußteilen

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

# Leitz Panphot

**DAS METALLMIKROSKOP MIT SPIEGELREFLEXKAMERA**

für metallographische, erz- u. kohlenpetrographische Untersuchungen mit dem Opak-Illuminator  
für alle Arbeiten im Hellfeld, Dunkelfeld und im polarisierten Licht  
für Auflichtmikroskopie bei vollkommen reflexfreier Beleuchtung mit dem Polarisations-Ultropak sowie für Übersichtsaufnahmen großer Objekte.  
Übergang von direkter mikroskopischer Beobachtung zur Mikrophotographie  
von Hell- zu Dunkelfeldbeleuchtung mit einem Handgriff.

**Ernst Leitz - Optische Werke**

# Harkort-Eicken-Stahl



**Schnelldrehstähle**

**Werkzeugstähle**

**Silberstähle**

**Schnelldrehstahldrehlinge**

gebrauchsfertig gehärtet

**Hartmetall „Hagenit“**

**Nichtrostende Stähle**

**Hochhitzebeständige Stähle**

b 804

**HARKORT-EICKEN EDELSTAHLWERKE**

Gesellschaft mit beschränkter Haftung

**H A G E N ( W E S T F . )**

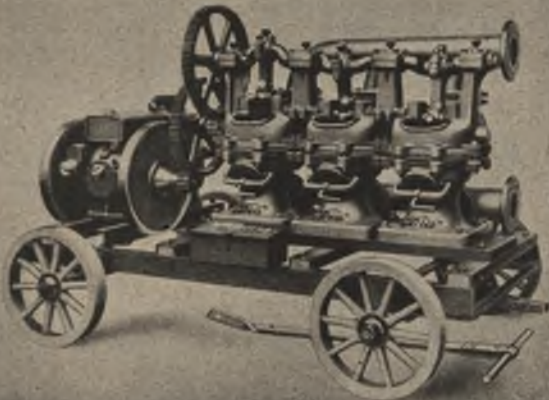
**SCHLAMM  
ABWÄSSER  
DICKSTOFFE**

aller Art

werden mit Hilfe unserer

*Diav* - PUMPEN

störungslos gefördert. Ventilstörungen ausgeschlossen, daher größte Betriebssicherheit



**HAMMELRATH & SCHWENZER**  
Pumpenfabrik KG. · Düsseldorf H56

# MÜLLER

**INDUSTRIEOFENBAU**

**MÜNCHEN**

Bau, Einrichtung  
und Inbetriebsetzung von  
Stahl- und Tempergießereien

Spezialgebiet:

**KLEIN-SIEMENS-MARTIN-ÖFEN**

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

Fachleute zur Inbetriebsetzung

Gegründet 1892

678





63 Jahre

# Abfallbeizen-Aufarbeitung

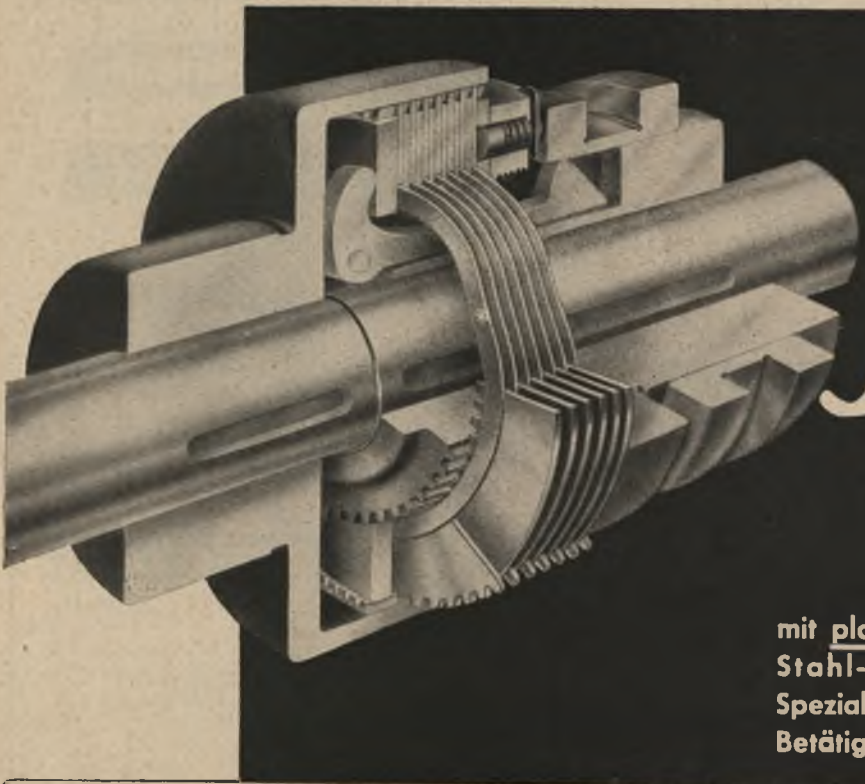
ohne Wasser und ohne Dampf durch

## Rollkristaller

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

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

484



*Stromag*  
**Lamellen-  
Kupplung**

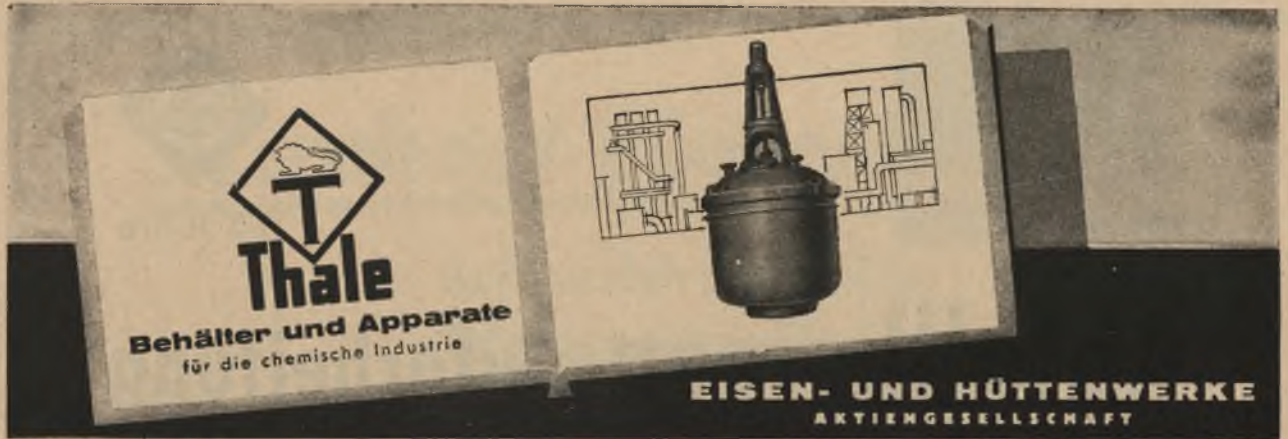
mit plangeschliffenen, gehärteten  
Stahl-Lamellen · Lüftung durch  
Spezialfederringe · Selbstsperrende  
Betätigung · Geringe Einrückkraft

*Stromag*

SCHLOTMANN & CIE.

MASCHINENFABRIK  
**DORTMUND**

TELEFON-ANRUF: NR. 27955



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

**EISEN- UND HÜTTENWERKE**  
AKTIENGESELLSCHAFT

BÜRO BERLIN · BERLIN W 62, BUDAPESTER STRASSE 14



*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**



HORBACHSTAHL

**ERZE, MAGNESITE**

**LEGIERUNGEN**

**AUFKOHLUNGSMATERIALIEN**

**FEUERFESTE ERZEUGNISSE**

**HORBACH & SCHMITZ**  
KÖLN

## **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*

212

## Eisengießerei auf neuen Wegen

Neben unsern Niederfrequenz-Induktionsöfen für die Schwermetall- und die Leichtmetallgießerei haben wir auch den Niederfrequenz-Induktionsschmelzofen für die Eisengießerei entwickelt; er ist heute in zahlreichen Ausführungen mit nutzbaren Abstichgewichten von 300 bis 3000 kg in Betrieb. Seine besonderen Vorzüge sind die induktive Wärmeerzeugung im Innern des Schmelzgutes und die selbsttätige Baddurchmischung. Fast jedes Sondereisen läßt sich mit vollkommener Sicherheit erzeugen. Während des Schmelzens können auch feste Zuschläge eingesetzt werden. Schwierige und zu Abbrand neigende Legierungen kann man längere Zeit unverändert im Ofen halten, selbst in überhitztem Zustand.



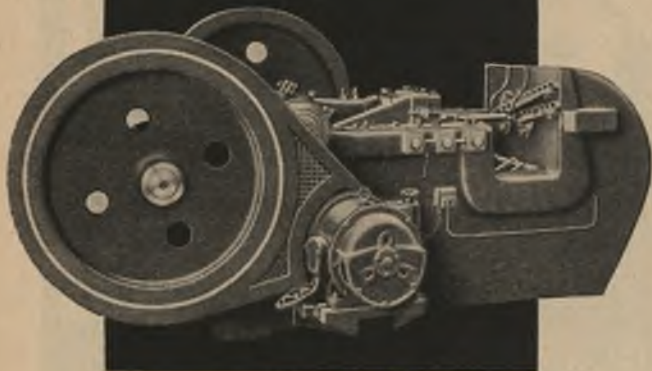
**RUSS-ELEKTROOFEN K.G. KÖLN**

## HORIZONTALE KURBELPRESSEN

zeichnen sich besonders durch ihre Einsatzfähigkeit für das Ziehen und Strecken starkwandiger Hohlkörper aus. Gefahrlose Bedienung durch automatische Zuführung, stabile und zuverlässige Konstruktion sichern dieser Spezialbauart wachsendes Interesse.



MASCHINENFABRIK  
**HILTMANN & LORENZ A.G.**



## Spezialeinrichtungen

für

## HÜTTEN- und INDUSTRIE- OFENBAU

wie z. B.

- Blockdrücker für Stoßöfen
- Blockabdrücker für Stahlwerksgießgruben
- Blockausstoßvorrichtungen für Wärmöfen usw.
- Kippvorrichtungen für Wannenschmelzöfen, Trommelöfen usw.
- Türziehvorrichtungen für Schwerindustrieöfen
- Türziehvorrichtungen für mehrtürige Öfen (z. B. Martinöfen)
- Ofentürandrückvorrichtungen mit zentralem Antrieb
- Herdwagen- und Deckelverschiebvorrichtungen DRP.
- Hydraulische Hebebühnen für alle Zwecke

usw.

mit kombiniertem Motor- und  
handhydraulischem Antrieb



## CARL DICKMANN

Spezialeinrichtungen für Hütten- und Industrieofenbau

Telefon 3 31 84

**ESSEN**

Postfach 1134

570

## Hüttenbau-Gesellschaft

H. u. F. Auhagen, Wien, XIV., Phillipsgasse 11

32 Jahre Erfahrung im Bau von

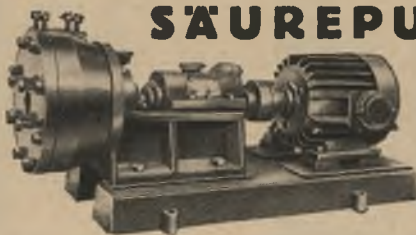
## INDUSTRIEÖFEN

für die Eisen-, Stahl- und Metallindustrie.

771

## SÄUREPUMPEN

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



**WERNERT**  
Telefon 4 29 27  
Mülheim-Ruhr 15

# Sinterdolomit

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

**Stahlwerkskalk**  
ab rheinischen Versandstationen

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

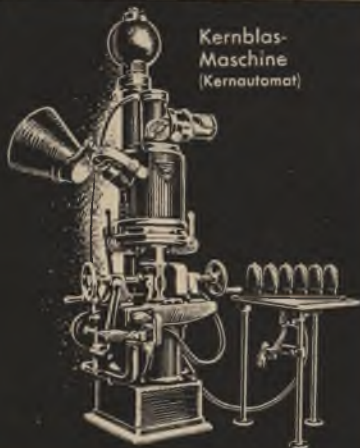


50 JAHRE 1891-1941

## Giessereimaschinen

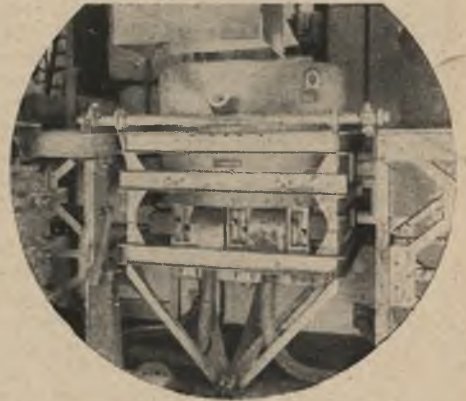


**Arbeitsprogramm:**  
Sandstrahlgebläse  
Sandfunker  
Formmaschinen für  
Preßluftbetrieb  
Kernblasmaschinen  
Kernsandmisch-  
maschinen  
Sandaufbereitungs-  
maschinen



Kernblas-  
Maschine  
(Kernautomat)

**VOGEL & SCHEMMANN A.G.**  
HAGEN



**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 Elektroofenbau • ESSEN, Kurienplatz 2

## „Preßluft“-

Bohr-, Bürst- u. Schleifmasch., Öl- und Wasserabscheider, DRP., Scheibenmesser Exakt, Flügelradmesser, Tüsch- u. Anstreichmasch., Nietfeuer, Ventilbühne ohne Küken, Kükenbühne, Kupplungen, Blasdüsen, neuart. Schlsachverbinder mit Klemmkorb, Selbstschlußventile, Sonderarmaturen, Kondensstöpfe, Luftfilter, Druckminderventile, Dampftöler — Weltbekannt durch Qualität.

**Preßluft-Industrie Max L. Froning, Dortmund**  
Maschinenfabrik, Armaturenwerk. — Gegründet 1905.



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.



**SCHNELL UND untrennbar**

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

★

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



Querschnitt einer gestampften Wand.



**Beizzusatz**  
*Hohe Qualität ★ preisgünstig*

**Rostschutz**  
*verhindert nach dem Beizen jegliches Anrosten des blanken Eisens*

**Dr. Ferner & Dr. Schliephake**  
Stuttgart



**Thomas- und SM.-Stähle**  
für jeden Verwendungszweck

**NEUNKIRCHER EISENWERK**  
AKTIENGESELLSCHAFT  
VORMALS GEBRÜDER STUMM  
**NEUNKIRCHEN (SAAR).**

# 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** K G  
DÜSSELDORF 94 BERLIN S.O.16 HAMBURG 11 STUTTGART O LEIPZIG N22

*Strom sparen*

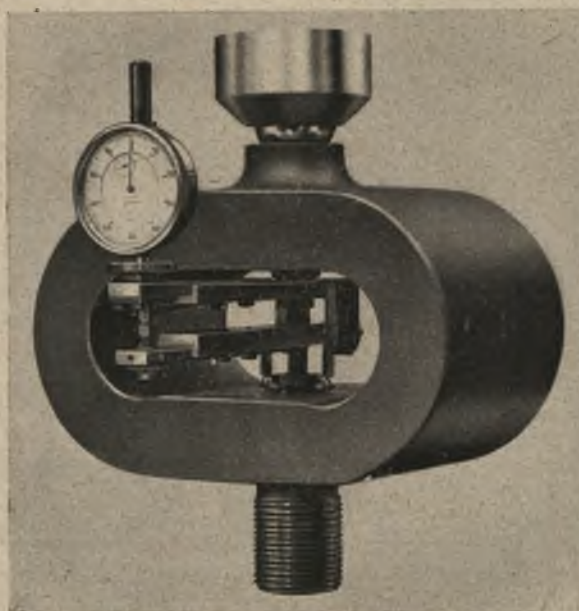
EIN GEBOT DER ZEIT

*Einige Winke*  
für den Betrieb der  
**BBC-SCHWEISSUMFORMER**

- 1 Bei Vorrichtungsarbeiten Umformer nach Gebrauch ausschalten.
- 2 Für die auszuführende Schweißarbeit keine zu große Maschine einsetzen.
- 3 Beim Entfernen vom Arbeitsplatz Maschine ausschalten.



**BBC** BROWN, BOVERI & CIE - AKTIENGESELLSCHAFT



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

## Wenn die Diagramm-Kurve ins Schwanken gerät —

wenn es also doppelt darauf ankommt, die Diagramm-Ergebnisse mit peinlicher Genauigkeit zu verwerten, dann zeigt sich die besondere Qualität der S. & S.-Diagramm-Papiere: Sie geben dem Registrier-Apparat an Präzision nichts nach, man darf sich voll und ganz auf ihre Zuverlässigkeit verlassen.



## DIAGRAMM-PAPIERE

» garantiert zuverlässig «

**CARL SCHLEICHER & SCHÜLL**

**Metallogen**  
ELEKTRODEN

**Metallogen**  
GESELLSCHAFT FÜR SCHWEISSTECHNIK M.B.H. GELSENKIRCHEN



Seit über  
**30**  
Jahren

bauen wir

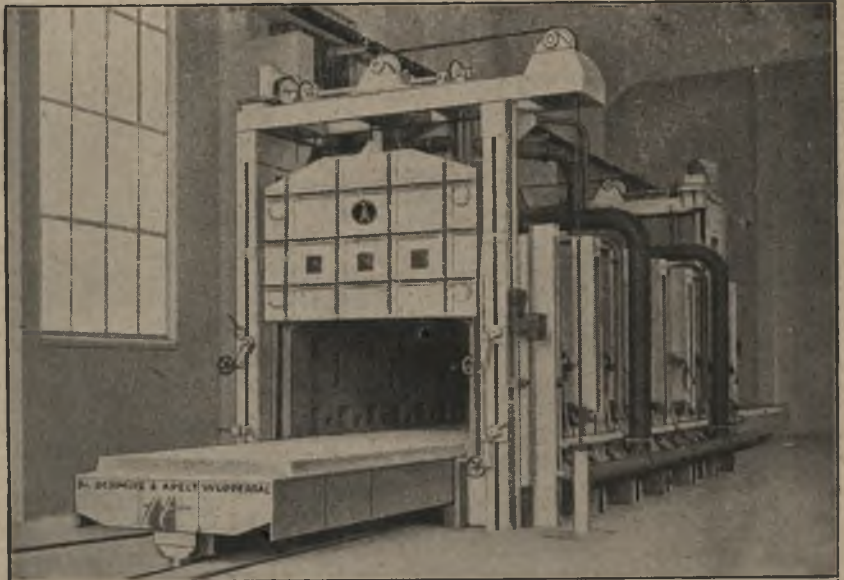
*Industrieöfen*

jeder Art mit

**Gasbeheizung**

**Ölfeuerung**

**Elektrobeheizung**

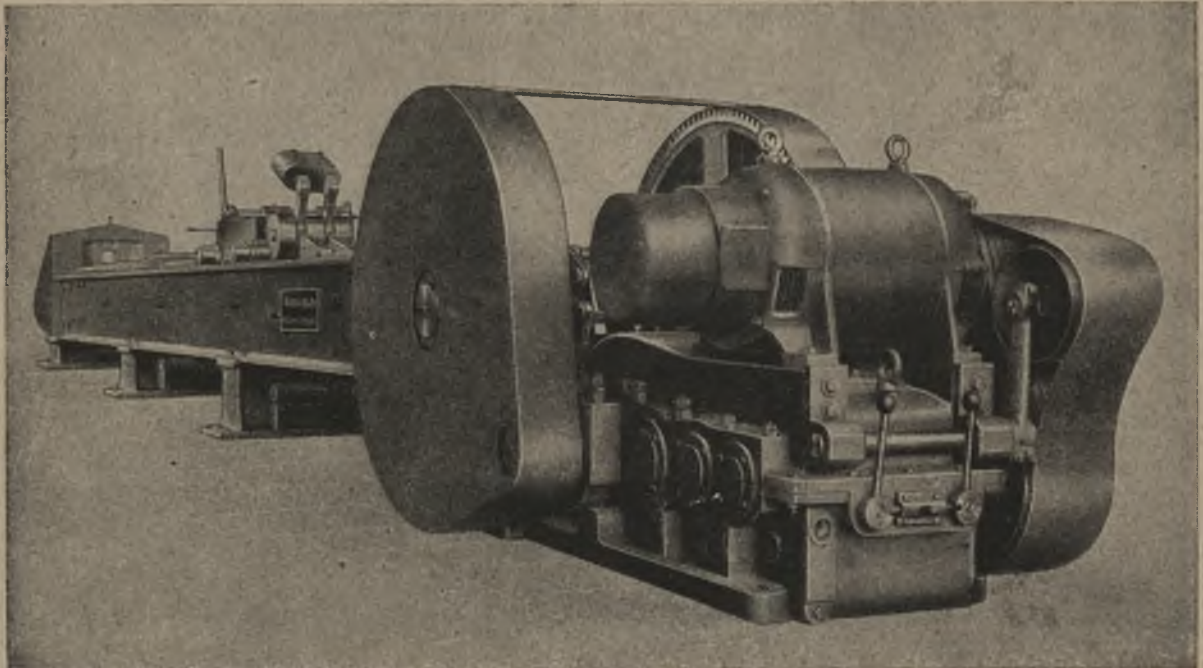


Glühhofen mit fahrbarem Herd, lichte Ofenmaße 2500 x 1500 x 800 mm  
für die Beheizung mit Generatorgas.

**Dr. Schmitz & Apelt, Wuppertal**

106

**Ziehbanke / Richtmaschinen / Anspitzmaschinen / Drahtzüge / Sägen**



**DAHLHAUS & CO.**

646



# Spezial-Filme

*für die  
Materialprüfung  
mit Röntgenstrahlen*

AGFA TEXO-R FILM

AGFA TEXO-S FILM

AGFA LAUE-FILM

*Ausführliche Druckschriften  
erhalten Sie jederzeit von der*

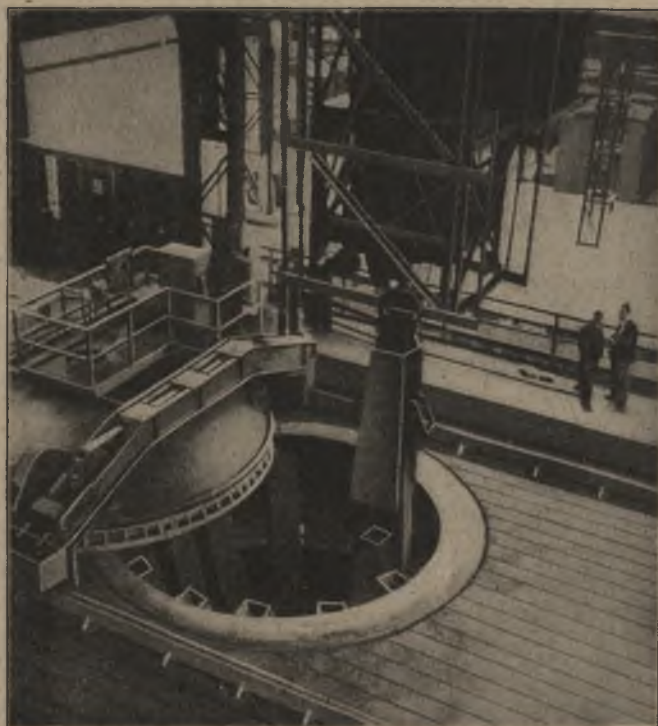
I. G. FARBENINDUSTRIE  
AKTIENGESELLSCHAFT  
AGFA RÖNTGEN-ABTEILUNG, BERLIN

# FRIEDRICH SIEMENS K. G., BERLIN

Gegründet 1856

Telegrammadresse: Industrieofen

Fernsprecher 42 5051



## Rundtieföfen

**zum Wärmen  
von Blöcken und Brammen**

**ohne Anfall von flüssiger Schlacke,  
mit Herd in Sonderausführung  
DRP. angem.,  
für Block- und Breitbandstraßen.**

**Wir haben 32 Öfen in Auftrag erhalten,  
wovon bisher 10 mit Erfolg  
in Betrieb kamen.**